



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA – UFBA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IGEO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**



**SUBSÍDIOS HIDROLÓGICOS PARA A ANÁLISE  
GEOSSISTÊMICA: ESTUDO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
RIO CACHOEIRA – ILHÉUS/BA.**

Orientador: Prof. Dr. Antonio Puentes Torres

Coorientador: PhD. Mário Jorge de Souza Gonçalves

Emilson Batista da Silva

**Salvador, Bahia  
2025**

**EMILSON BATISTA DA SILVA**

**SUBSÍDIOS HIDROLÓGICOS PARA A ANÁLISE  
GEOSSISTÊMICA: ESTUDO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
RIO CACHOEIRA – ILHÉUS/BA.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de Doutor em Geografia

Orientador: Prof. Dr. Antonio Puentes Torres

Coorientador: PhD. Mário Jorge de Souza Gonçalves

**Salvador - BA  
2025**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Universitária de Ciências e Tecnologias Prof. Omar Catunda, SIBI – UFBA.

S586 Silva, Emilson Batista da

Subsídios hidrológicos para a análise geossistêmica: estudo da bacia hidrográfica do rio Cachoeira – Ilhéus/BA / Emilson Batista da Silva. – Salvador, 2025.

322 f.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Puentes Torres

Coorientador: Prof. Dr. Mário Jorge de Souza Gonçalves

Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia.  
Instituto de Geociências, 2025.

1. Análise Integrada. 2. Geografia. 3. Complexo Geoambiental. 4. Hidrologia Avançada Experimental – HAE. 5. Água. I. Torres, Antonio Puentes. II. Gonçalves, Mário Jorge de Souza. III. Universidade Federal da Bahia. IV. Título.

CDU: 556

EMILSON BATISTA DA SILVA

**SUBSÍDIOS HIDROLÓGICOS PARA A ANÁLISE GEOSSISTÊMICA:  
ESTUDO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA -  
ILHÉUS/BA**

Trabalho final apresentado a Universidade Federal da Bahia, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Geografia.

Salvador, 28 de julho de 2025.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** MÁRIO JORGE DE SOUZA GONÇALVES  
Data: 01/08/2025 20:42:19-0300  
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

**Dr. Mário Jorge de Souza Gonçalves (Coorientador)**  
Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA)

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** PABLO SANTANA SANTOS  
Data: 07/08/2025 15:40:12-0300  
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

**Dr. Pablo Santana Santos**  
Universidade Federal da Bahia (UFBA)



**Dr. Francisco Carlos Fernandes de Paula**  
Universidade Estadual de Santa Geralina (UESG) de Paula  
Documento assinado digitalmente  
**gov.br** JOHNSON MATTOS DOS SANTOS  
Data: 06/08/2025 19:25:19-0300  
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Francisco  
UESG de Paula  
Prof. Titular DCAA-UESC  
Ced.: 73421856-9

**Dr. Jérison Mattos dos Santos**  
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** MARCO ANTONIO TOMASONI  
Data: 11/08/2025 08:38:30-0300  
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

**Dr. Marco Antônio Tomasoni (Presidente da Banca)**  
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Salvador, 2025.

**Grupos se confundiam nos primeiros minutos da viagem. Mulheres começavam a se retirar para os camarotes, homens espiavam as rodas que cortavam o mar, porque naquele tempo os navios que iam de Bahia para Ilhéus tinham rodas como se em vez de irem vencer o grande mar oceano onde campeia o vento sul tivessem apenas que navegar num rio de águas mansas.**

**O vento soprou mais forte e trouxe para a noite da Bahia fragmentos das conversas de bordo, palavras que foram pronunciadas em tom mais forte: terras, dinheiro, cacau e morte**

**Jorge Amado, em Terras do Sem Fim, 2008.**

## **Dedicatória**

**À minha família!!!**

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Maria de Lourdes Brito Campos, *in memorian*, pela confiança e apoio incondicional em todos os momentos. Ao meu pai, Amilton Souza Campos, *in memorian*, que, do seu jeito, me apoiou e me incentivou.

Aos meus familiares, Adriana Vitória Cardoso Lopes, Ana Luisa Lopes Silva e Emilson Vitor Lopes Silva, pelo apoio, paciência e compreensão nos momentos difíceis, além do importante incentivo a continuar caminhando.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antônio Puentes Torres, pela confiança, oportunidade de crescimento e orientação atenciosa e assertiva.

Ao meu coorientador, Prof. PhD. Mário Jorge de Souza Gonçalves, pela confiança, exímia dedicação e disponibilidade, de forma simpática e eficiente.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IF Baiano, instituição a qual estou vinculado, pela liberação para a realização do Doutorado.

À equipe do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFBA – POSGEO.

À equipe do curso de Geografia da Universidade Estadual de Santa Cruz, onde concluir a Graduação e Pós-Graduação.

À minha orientadora do Mestrado, Profa. Dra. Creuza Lage.

À minha orientadora da Graduação e Pós-Graduação, Profa. Dra. Amélia de Oliveira Lavenèn-Wanderley, *in memorian*.

Aos queridos professores que aceitaram fazer parte de minha banca: Prof. Dr. Francisco Carlos Fernandes de Paula, Prof. Dr. Jémison Mattos dos Santos, Prof. Dr. Pablo Santana Santos e Prof. Dr. Marco Antonio Tomasoni. Sem esquecer da grande amiga e colega, Profa. Dra. Joseane Gomes de Araujo, que aceitou gentilmente ficar na suplência da banca.

Aos colegas do POSGEO e principalmente do grupo de pesquisa Observatório das Águas da Bahia – OBA, pela parceria e apoio.

Ao amigo de sempre, Écio Almeida Soares, servidor da CEPLAC, pela importante ajuda na prospecção de dados, fundamentais para a pesquisa.

A José Nazal Pacheco Soub, pelas preciosas informações sobre o município de Ilhéus.

Aos meus amigos, que compreenderam minhas ausências de grande parte do tempo para a conclusão desta etapa de minha vida.

Muito agradecido por tudo!

## RESUMO

As mudanças climáticas em curso em nosso planeta, sejam naturais ou antropogênicas, interferem diretamente na oferta de água para as populações, sobretudo àquelas menos favorecidas, que enfrentam os problemas provenientes da escassez e das cheias hidrológicas. Desta maneira, é cada vez mais necessário empreender estudos integrados em torno dos processos do ciclo hidrológico, pois eles orientam as forças responsáveis pela espacialização da água no planeta e influenciam, dessa forma, na dinâmica de apropriação do espaço pela sociedade. Assim, a pesquisa objetivou analisar de que forma os elementos hidrológicos podem contribuir para os estudos geossistêmicos em bacias hidrográficas. Nesse intuito, foi realizado um estudo de caso, cujo objeto foi a bacia hidrográfica do rio Cachoeira – BHRC, localizada no Sul e Sudoeste da Bahia, na Bacia do Leste e na RPGA do Leste, sob nº VII, abrangendo 13 municípios e população de 542.692 habitantes. Além da utilização da abordagem geossistêmica, a caracterização da área de estudo foi efetivada a partir dos prismas do Complexo Geoambiental e da Hidrologia Avançada Experimental – HAE, neste último caso, com o uso de séries históricas de pluviosidade, cota e vazão. A particularização dos geossistemas foi realizada por intermédio das observações em campo, do estudo do perfil longitudinal do rio principal, da análise do material cartográfico e imagens do CBERS-4A, bem como das correlações das demais informações levantadas no âmbito da pesquisa. Desse modo, foram apontados os geossistemas do Alto Cachoeira (GEO1), Médio Cachoeira (GEO2) e Baixo Cachoeira (GEO3), bem como as geofácies que os constituem. Os dados permitiram observar que existem historicamente dois modelos de apropriação do espaço na bacia, com a pecuária extensiva predominando a Oeste, onde as intervenções sociais são mais marcantes, e o plantio de cacau a Leste, em que o cultivo sob a mata contribuiu para a relativa preservação da floresta. Foi observado que a bacia apresenta alterações significativas na paisagem, interferindo em sua dinâmica sistêmica. Sob esse viés, o desmatamento, o lançamento de esgotos nos rios, a ocupação irregular das margens, entre outros, vem contribuindo para os eventos de cheias e secas, que são recorrentes no Médio Cachoeira e Baixo Cachoeira, provocando sérios problemas para a população local. Em 48% dos anos da série histórica amostrada ocorreram cheias, enquanto as secas aconteceram em 80% dos anos. Com base nas normativas baianas, os dados demonstraram que a BHRC oferta apenas 11% da demanda de água da população abarcada pela bacia. Também foi constatada uma insubordinação litológica, pois a densidade de drenagem ( $D_d = 0,63$ ) e a densidade hidrográfica ( $D_h = 0,39$ ) demonstraram valores reduzidos, não refletindo as características do embasamento. No Alto Cachoeira, a  $D_d$  e a  $D_h$  apresentaram valores inferiores, se comparados com o Médio Cachoeira e Baixo Cachoeira, demonstrando que no Alto Cachoeira acontece maior contribuição da vegetação para a infiltração da água, quando acontecem as precipitações. Em algumas geofácies dos três geossistemas delimitados foi possível observar um certo equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica, denotando menores intervenções oriundas do modelo de apropriação do espaço instalado na bacia. Além disso, foi verificado que os elementos hidrológicos que apresentaram maior potencialidade para as pesquisas em bacias hidrográficas, na ótica geossistêmica, foram a densidade de drenagem e a densidade hidrográfica, pois demonstraram respostas mais qualificadas às demandas dos geossistemas identificados.

**Palavras – chave:** Análise Integrada, Geografia, Complexo Geoambiental, Hidrologia Avançada Experimental – HAE, Água.

## ABSTRACT

The ongoing climate changes on our planet, whether natural or anthropogenic, directly impact the water supply for populations, especially the most disadvantaged, who face problems arising from scarcity and hydrological flooding. Therefore, it is increasingly necessary to undertake integrated studies on the processes of the hydrological cycle, as they guide the forces responsible for the spatialization of water on the planet and thus influence the dynamics of society's appropriation of space. Thus, the research aimed to analyze how hydrological elements can contribute to geosystemic studies in river basins. To this end, a case study was conducted, focusing on the Cachoeira River Basin (BHRC), located in the South and Southwest of Bahia, in the Eastern Basin and in the Eastern RPGA, under No. VII, encompassing 13 municipalities and a population of 542,692 inhabitants. In addition to using the geosystemic approach, the characterization of the study area was carried out using the prisms of the Geoenvironmental Complex and Advanced Experimental Hydrology (HAE), in the latter case, with the use of historical series of rainfall, elevation and flow. The geosystems were identified through field observations, a study of the longitudinal profile of the main river, analysis of cartographic material and CBERS-4A images, and correlations with other information gathered during the research. Thus, the geosystems of Alto Cachoeira (GEO1), Médio Cachoeira (GEO2), and Baixo Cachoeira (GEO3) were identified, as well as their constituent geofacies. The data revealed two historical models of spatial appropriation in the basin: extensive livestock farming predominated in the west, where social interventions were more prominent, and cocoa cultivation in the east, where cultivation under the forest contributed to the relative preservation of the forest. Significant landscape changes were observed in the basin, affecting its systemic dynamics. From this perspective, deforestation, sewage discharge into rivers, and irregular riverbank occupation, among other factors, have contributed to the recurring flood and drought events in the Middle and Lower Cachoeira Rivers, causing serious problems for the local population. Floods occurred in 48% of the years in the sampled historical series, while droughts occurred in 80% of them. Based on Bahian regulations, the data showed that the BHRC supplies only 11% of the water demand of the population covered by the basin. Lithological insubordination was also observed, as the drainage density ( $D_d = 0.63$ ) and hydrographic density ( $D_h = 0.39$ ) showed low values, failing to reflect the characteristics of the basement. In Alto Cachoeira,  $D_d$  and  $D_h$  presented lower values, when compared to Médio Cachoeira and Baixo Cachoeira, demonstrating that in Alto Cachoeira there is a greater contribution of vegetation to water infiltration, when rainfall occurs. In some geofacies of the three delimited geosystems, a certain balance between ecological potential and biological exploitation was observed, indicating fewer interventions resulting from the spatial appropriation model established in the basin. Furthermore, it was found that the hydrological elements that presented the greatest potential for research in river basins, from a geosystemic perspective, were drainage density and hydrographic density, as they demonstrated more qualified responses to the demands of the identified geosystems.

**Keywords:** Integrated Analysis, Geography, Geoenvironmental Complex, Advanced Experimental Hydrology – HAE, Water.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira .....	27
Figura 2 - Complexo Territorial Natural proposto por Dokoutchaev.....	33
Figura 3 - Proposta de Bertrand para o modelo geossistêmico.....	42
Figura 4 - Complexo Geoambiental: sistemas físicos-naturais – humanos acoplados... ..	57
Figura 5 - Percorso metodológico para atender ao primeiro objetivo. ....	59
Figura 6 - Percorso metodológico para o mapa de tipos de clima da área de estudo. ....	60
Figura 7 - Percorso metodológico para identificar a variação da pluviosidade e da temperatura na BHR. ....	62
Figura 8 - Percorso metodológico para a identificação da rede de nascentes da ordem dos canais na BHRC. ....	63
Figura 9 - Percorso metodológico para a identificação dos aspectos geológicos e geomorfológicos da BHRC.....	64
Figura 10 - Classes da grade de iluminação do terreno na BHRC. ....	65
Figura 11 - Percorso metodológico para os mapas de hipsometria, declividade e orientação do relevo na BHRC. ....	66
Figura 12 - Percorso metodológico para o mapa de anomalias na BHRC. ....	67
Figura 13 - Percorso metodológico para o mapa de hidrogeologia da BHRC. ....	69
Figura 14 - Percorso metodológico para o mapa de tipologia dos solos da BHRC.....	70
Figura 15 - Percorso metodológico para o mapa de distribuição da cobertura vegetal na BHRC.....	70
Figura 16 - Percorso metodológico para o mapa de Uso e Cobertura da Terra da BHRC. ....	72
Figura 17 - Fluxograma da Hidrologia Avançada Experimental.....	74
Figura 18 - Percorso metodológico para a fusão das imagens CBERS. ....	87
Figura 19 - Percorso metodológico para a Densidade demográfica. ....	88
Figura 20 - Percorso metodológico para as Densidades hidrográfica a de drenagem. ...	89
Figura 21 - Variáveis inseridas no plugin MOLUSCE para a análise da dinâmica de Uso e Cobertura da Terra, na BHRC.....	92
Figura 22 - Climas existentes na BHRC. ....	94
Figura 23 - Comportamento da pluviosidade ao longo da BHRC. ....	95
Figura 24 - Comportamento da temperatura média anual na BHRC.....	95
Figura 25 - Climogramas da BHRC e suas sub-bacias. ....	96
Figura 26 - Sub-bacias da BHRC. ....	98
Figura 27 - Barragem Salomé, localizada na margem esquerda do rio Salgado. ....	98
Figura 28 - Barragem do rio Colônia, localizada no rio principal da BHRC. ....	100
Figura 29 - Problemática das baronesas no leito do rio Cachoeira, em Itabuna. ....	103
Figura 30 - Baronesas depositadas nas praias da zona Sul de Ilhéus. ....	103
Figura 31 - Afloramento rochoso no leito do rio Cachoeira no município de Itabuna.	104
Figura 32 - Rede de nascentes na BHRC.....	105
Figura 33 - Classificação da ordem da drenagem na BHRC. ....	107
Figura 34 - Sistema de monitoramento pluviométrico e fluviométrico na BHRC. ....	108
Figura 35 - Geologia da BHRC. ....	114
Figura 36 - Unidades Geomorfológicas da BHRC. ....	115
Figura 37 - Depressão de Itabuna-Itapetinga e, ao fundo, o Patamar Oriental do Planalto dos Geraizinhos, município de Itapetinga.....	117
Figura 38 - Variação altimétrica na BHRC. ....	120
Figura 39 - Faixas de declividade do relevo na BHRC. ....	121

Figura 40 - Anomalias existentes na BHRC .....	122
Figura 41 - Orientação do relevo na BHR .....	126
Figura 42 - Detalhamento da hidrogeologia da BHRC.....	128
Figura 43 - Barramentos na sub-bacia do rio Salgado.....	129
Figura 44 – Luvissolo Crômico Pálico na BHRC.....	134
Figura 45 - Tipologia dos solos existentes na BHRC .....	135
Figura 46 - Floresta Ombrófila Densa, na BHRC. ....	136
Figura 47 - Rugosidades na paisagem da BHRC.....	137
Figura 48 - Floresta Estacional na BHRC, município de Itapé, out/2023. ....	138
Figura 49 - A Vegetação com Influência Fluvial no período de cheias na BHRC, jan/2024. ....	138
Figura 50 - Manguezal, município de Ilhéus, nov/2024. ....	139
Figura 51 - Distribuição da cobertura vegetal na BHRC.....	140
Figura 52 - Mata Atlântica na BHRC, abr/2024.....	149
Figura 53 - Mosaico de Usos na BHRC. ....	149
Figura 54 - Área Urbanizada na cidade de Itabuna na BHRC, abr/2024.....	150
Figura 55 - Agricultura e Silvicultura na BHRC. ....	151
Figura 56 - Uso e Cobertura da Terra na BHRC. ....	151
Figura 57 - Queimadas e desmatamento dos topos de morros na porção Oeste da BHRC, dez/2023.....	153
Figura 58 - Lançamento de esgoto e depósito de lixo no rio Água Branca, afluente do rio Cachoeira, na BHRC, Itabuna. ....	154
Figura 59 - Relação Cota X Vazão, com dados não-consolidados e consolidados, na Estação 53170000 - rio Cachoeira, no período de jan/1966 a dez/2019.....	159
Figura 60 - Trechos analisados nas sub-bacias da BHRC. ....	173
Figura 61 - Área compreendida entre as Estações fluviométricas amostradas na BHRC. ....	179
Figura 62 - Geossistemas da BHRC. ....	201
Figura 63 - Delimitação dos geossistemas da BHRC. ....	202
Figura 64 - Geossistema do Alto Cachoeira (GEO1), na BHRC.....	203
Figura 65 - Cheia no rio Colônia atingiu fortemente o município de Itororó em dez/2021.....	204
Figura 66 - Relevo no Geossistema do Alto Cachoeira, município de Itambé, na BHRC, mai/2024. ....	205
Figura 67 - Grau de dissecação do relevo no GEO1, na BHRC.....	206
Figura 68 - Hidrogeologia do GEO1, na BHRC.....	207
Figura 69 - Pedologia do GEO1, na BHRC.....	208
Figura 70 - Uso e Cobertura da Terra no GEO1, na BHRC. ....	210
Figura 71 - Densidade de drenagem do GEO1 (km/km <sup>2</sup> ), na BHRC.....	212
Figura 72 - Densidade demográfica do GEO1 (hab/km <sup>2</sup> ), na BHRC.....	213
Figura 73 - Geofácies do Geossistema do Alto Cachoeira, na BHRC. ....	215
Figura 74 - Patamares na Floresta Estacional Alterada, sobre Argissolos, com drenagem regular, mai/2024. ....	216
Figura 75 - Evolução do estado da Floresta Estacional Alterada, sobre Argissolos, com drenagem regular, no período de 1992 a 2022 (%). ....	216
Figura 76 - Patamares na Floresta Estacional Alterada, sobre Luvissolos, com boa drenagem, out/2023. ....	218
Figura 77 - Estado da evolução da Floresta Estacional Alterada, sobre Luvissolos, com boa drenagem, no período de 1992 a 2022 (%). ....	219

Figura 78 - Geossistema do Médio Cachoeira - GEO2, na BHRC.....	220
Figura 79 - As secas e as cheias são recorrentes na BHRC.....	222
Figura 80 – Relevo no Geossistema do Médio Cachoeira, na BHRC .....	223
Figura 81 - Dissecção do relevo no GEO2, na BHRC.....	223
Figura 82 - Hidrogeologia do GEO2, na BHRC.....	225
Figura 83 - Pedologia do GEO2, na BHRC.....	226
Figura 84 - Uso e Cobertura da Terra no GEO2, na BHRC .....	227
Figura 85 - Paisagem decorrente da apropriação do espaço no GEO2, na BHRC.....	228
Figura 86 - A classe de Formação Florestal se faz presente em todo o geossistema GEO2, na BHRC.....	228
Figura 87 - Densidade de drenagem do GEO2 ( $\text{km}/\text{km}^2$ ), na BHRC .....	229
Figura 88 - Queimadas no GEO2, na BHRC.....	230
Figura 89 - Densidade demográfica no GEO2 ( $\text{hab}/\text{km}^2$ ), na BHRC .....	231
Figura 90 - Ocupação das margens dos rios no GEO2, na BHRC .....	233
Figura 91 - Geofácies do Geossistema do Médio Cachoeira, na BHRC .....	234
Figura 92 - Depressão na Floresta Ombrófila Alterada, sobre Chernossolos, com Boa drenagem, dez/2023 .....	235
Figura 93 - Evolução do estado da Floresta Ombrófila Alterada, sobre Chernossolos, com Boa drenagem, no período de 1992 a 2022 (%). ....	236
Figura 94 - Serras na Floresta Ombrófila Alterada sobre Argissolos, com boa drenagem, abr/2024. ....	238
Figura 95 - Evolução do estado da Floresta Ombrófila Alterada sobre Argissolos, com boa drenagem, de 1992 a 2022, no período de 1992 a 2022 (%). ....	238
Figura 96 - Patamares na Floresta Ombrófila Alterada e Pastagem, sobre Luvissolos, com boa drenagem, abr/2024. ....	240
Figura 97 - Evolução do estado da Floresta Ombrófila Alterada e Pastagem, sobre Luvissolos, com boa drenagem, no período de 1992 a 2022 (%). ....	241
Figura 98 - Geossistema do Baixo Cachoeira, na BHRC.....	242
Figura 99 - Cheias no GEO3, na BHRC.....	244
Figura 100 - Dissecção do relevo no GEO3, na BHRC.....	245
Figura 101 - Paisagem na Depressão Itabuna-Itapetinga, na BHRC dez/2023 .....	246
Figura 102 - Hidrogeologia do GEO3, na BHRC.....	247
Figura 103 - Pedologia no GEO3, na BHRC.....	248
Figura 104 - Usos e Cobertura da Terra no GEO3, na BHRC.....	249
Figura 105 - Apropriação do espaço no GEO3, na BHRC.....	250
Figura 106 - Densidade de drenagem no GEO3 ( $\text{km}/\text{km}^2$ ). ....	251
Figura 107 - Densidades demográfica no GEO3 ( $\text{hab}/\text{km}^2$ ), na BHRC.....	253
Figura 108 - Geofácie do Geossistema do Baixo Cachoeira, na BHRC.....	254
Figura 109 - Depressão na Floresta Ombrófila Alterada sobre Luvissolos, com boa drenagem, abr/2024. ....	255
Figura 110 - Evolução do estado da Floresta Ombrófila Alterada sobre Luvissolos, com boa drenagem, no período de 1992 a 2022 (%). ....	256
Figura 111 - Patamares na Floresta Ombrófila Alterada sobre Latossolos, com drenagem regular, nas proximidades da foz do rio Cachoeira, dez/2024. ....	257
Figura 112 - Mares de Morros na Floresta Ombrófila Alterada sobre Latossolos, com drenagem regular. ....	257
Figura 113 - Ambiente úmido e salino na Vegetação Litorânea Preservada, sobre Gleissolos, com drenagem regular. ....	259

Figura 114 - Evolução do estado da Vegetação Litorânea Preservada, sobre Gleissolos, com drenagem regular, no período de 1992 a 2022 (%). ....	260
Figura 115 - Projeção da Cobertura e Uso da Terra na BHRC, para os anos de 2032, 2042 e 2052.....	265

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Ocorrência do termo geossistema/geossistemas na língua inglesa, no banco de dados do <i>Google Books</i> , de 1940 a 2022. ....	43
Gráfico 2 - Ocorrência do termo geossistema/geossistemas na língua francesa, no banco de dados do <i>Google Books</i> , de 1940 a 2022. ....	44
Gráfico 3 - Ocorrência do termo geossistema/geossistemas na língua alemã, no banco de dados do <i>Google Books</i> , de 1940 a 2022. ....	44
Gráfico 4 - Ocorrência do termo geossistema/geossistemas na língua russa, no banco de dados do <i>Google Books</i> , de 1940 a 2022. ....	45
Gráfico 5 - Ocorrência do termo geossistema/geossistemas na língua espanhola, no banco de dados do <i>Google Books</i> , de 1940 a 2022. ....	45
Gráfico 6 - Intensidade da procura do termo geossistema no Brasil, no banco de dados do <i>Google Trends</i> , de 2004 a 2024. ....	46
Gráfico 7 - Comportamento da Vazão Média Anual antes e após a implantação da Barragem Salomé, na BHRC. ....	99
Gráfico 8 - Distribuição da Vazão Média Mensal, na Estação 53170000, antes e após a construção da Barragem do Rio Colônia, na BHRC. ....	102
Gráfico 9 - Perfil Longitudinal do rio principal da BHRC, mostrando as anomalias (soerguimentos e subsidências). ....	124
Gráfico 10 - Tipo e origem da captação de água na BHRC. ....	129
Gráfico 11 - Processo de ocupação na BHRC, conforme os censos demográficos, de 1980 a 2022. ....	147
Gráfico 12 - Processo de ocupação dos municípios que compõem a BHRC, segundo os censos demográficos, de 1980 a 2022. ....	148
Gráfico 13 - Comportamento das cotas na BHRC, de 1966 a 2019. ....	157
Gráfico 14 - Comportamento da Lâmina d'água Crítica mínima na BHRC, de 1966 a 2019. ....	158
Gráfico 15 - Comportamento da Vazão Média Anual na Estação 53170000, no rio Cachoeira, no período de 1966 a 2019. ....	160
Gráfico 16 - Comportamento da Vazão média na Estação 53170000, no rio Cachoeira, de 1966 a 2019. ....	161
Gráfico 17 - Comportamento das vazões Máxima Anual, Média Máxima e Média no período de 1966 a 2019, na Estação 53170000, na BHRC. ....	162
Gráfico 18 - Comportamento das Vazões Máximas e Máximas Média na Estação 53170000, no rio Cachoeira, de 1966 a 2019. ....	163
Gráfico 19 - Comportamento das vazões Mínima Anual, Média Mínima e Média de 1966 a 2019, na Estação 53170000, na BHRC. ....	164
Gráfico 20 - Comportamento das Vazões Mínimas e Mínimas Média na Estação 53170000, no rio Cachoeira, de 1966 a 2019. ....	165
Gráfico 21 - Levantamento dos meses com vazão zero, ao menos em 1 (um) dia no mês, na BHRC, Estação 53170000, de 1966 a 2019. ....	166
Gráfico 22 - Ocorrências de Cheias Hidrológicas de 1966 a 2019, na Estação 53170000, na BHRC. ....	167
Gráfico 23 - Ocorrência de Cheias Hidrológicas quanto a amplitude, de 1966 a 2019, na Estação 53170000, na BHRC. ....	167
Gráfico 24 - Eventos de Cheias Hidrológicas quanto a amplitude, de 1966 a 2019, na Estação 53170000, na BHRC. ....	168

Gráfico 25 - Comportamento da Vazão Média Anual na Sub-Bacia do rio Colônia, ocorridas de 1970 a 2020.....	169
Gráfico 26 – Amplitude de Cheias na Sub-Bacia do rio Colônia, ocorridas de 1970 a 2020.....	169
Gráfico 27 - Comportamento da Vazão Média Anual na Sub-Bacia do rio Salgado, ocorridas de 1970 a 2018.....	170
Gráfico 28 - Amplitude de Cheias na Sub-Bacia do rio Salgado, ocorridas de 1970 a 2018.....	171
Gráfico 29 - Amplitude de cheia na sub-bacia do Cachoeira, quando as cheias aconteceram simultaneamente nas três sub-bacias.....	172
Gráfico 30 - Quantidade de eventos de cheias, quanto a amplitude nas três sub-bacias que compõem a BHRC, de 1970 a 2018.....	173
Gráfico 31 - Ocorrência de Secas Hidrológicas quanto a amplitude, de 1966 a 2019, na Estação 53170000, na BHRC.....	175
Gráfico 32 - Ocorrência de Secas Hidrológicas quanto a amplitude, de 1966 a 2019, na Estação 53170000, na BHRC.....	175
Gráfico 33 - Eventos de Secas Hidrológicas quanto a sua amplitude, de 1966 a 2019, na Estação 53170000, na BHRC.....	176
Gráfico 34 - Amplitude de seca na sub-bacia do Cachoeira, quando as secas aconteceram simultaneamente nas três sub-bacias da BHRC.....	177
Gráfico 35 - Quantidade de eventos de secas, quanto a amplitude nas três sub-bacias que compõem a BHRC, de 1970 a 2018.....	178
Gráfico 36 - Comportamento das cheias e secas hidrológicas, ao longo dos meses do ano, na sub-bacia do rio Salgado, de 1970 a 2018, na BHRC.....	179
Gráfico 37 - Comportamento das cheias e secas hidrológicas, ao longo do ano, na sub-bacia do rio Colônia, de 1970 a 2018, na BHRC.....	180
Gráfico 38 - Comportamento das cheias e secas hidrológicas, ao longo dos meses do ano, na sub-bacia do rio Cachoeira, de 1970 a 2018, na BHRC.....	180
Gráfico 39 - Determinação dos valores para o cálculo da Razão de Fluxo (RF) na Estação 53170000, de 1966 a 2019, na BHRC.....	182
Gráfico 40 - Comportamento da Razão de Fluxo na Estação 53170000, de 1966 a 2019, na BHRC.....	183
Gráfico 41 - Comportamento do Fator Hidrológico, na Estação 53170000, na BHRC.....	184
Gráfico 42 - Classificação do Ano Hidrológico de 1966 a 2019, na Estação 53170000, na BHRC.....	184
Gráfico 43 - Comportamento do Fator Hidrológico, na Estação 53170000, na BHRC.....	185
Gráfico 44 - Classificação dos Anos Hidrológicos normais de 1966 a 2019, na Estação 53170000, na BHRC.....	186
Gráfico 45 - Dados de pluviosidade e vazão média na BHRC, nas Estações 1540018 e 53170000, período de 1970 a 1993.....	186
Gráfico 46 - Curvas de Tempo de Retardo Médio (TRM) < 30 dias (A) e $\geq$ 30 dias (B). ....	187
Gráfico 47 - Relação entre precipitação e vazão na BHRC, nas estações 1540018 e 53170000, de 1970 a 1993.....	189
Gráfico 48 - Diferença entre precipitação e vazão na BHRC, nas estações 1540018 e 53170000, de 1970 a 1993.....	190

Gráfico 49 - Médias acumuladas de precipitação e vazão na BHRC, nas estações 1540018 e 53170000, de 1970 a 1993.....	192
Gráfico 50 - Representação da Permanência das descargas e Vazão Média Máxima na BHRC na Estação 53170000, de 1966 a 2019.....	194
Gráfico 51 - Representação da Garantia hídrica e da Vazão Média Máxima na Estação 53170000, de 1966 a 2019, na BHRC.....	196
Gráfico 52 - Valores referentes a Permanência das descargas na BHRC, na Estação 53170000, de jan/1966 a fev/1969.....	196
Gráfico 53 - Comparação dos valores de Garantia entre os períodos de 2015 a 2019 e 1966 a 1969, na Estação 53170000, na BHRC.....	197
Gráfico 54 - Garantia e Rpv na Estação 53170000, de 1970 a 1993, na BHRC.....	198
Gráfico 55 - Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra na BHRC, por classe.....	263
Gráfico 56 - Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra na BHRC, de 2032 a 2052.....	267

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Pesquisas de campo realizadas na BHRC, durante a pesquisa.....	54
Quadro 2 - Parâmetros morfométricos para os aspectos de clima e hidrografia. ....	59
Quadro 3 - Descrição das classes de Uso e Cobertura da Terra, utilizadas na pesquisa.	72
Quadro 4 - Organização das Cotas e Vazões.....	75
Quadro 5 - Exemplo de dados mediante as informações da Curva de Descarga.....	76
Quadro 6 - Regras para a geração do Fator Hidrológico (FH). .....	78
Quadro 7 - Exemplo para a geração do Fator Hidrológico (FH). .....	78
Quadro 8 - Classificação do Ano Hidrológico, segundo o Fator Hidrológico. .....	79
Quadro 9 - Procedimentos para a geração dos gráficos de Amplitude de Secas e Cheias. ....	81
Quadro 10 - Classificação do fluxo de um rio segundo a Razão do Fluxo (Rf). ....	82
Quadro 11 - Classificação de um rio quanto ao fator (precipitação ou aquífero) que mais contribui para a vazão. ....	83
Quadro 12 - Imagens utilizadas no estudo.....	84
Quadro 13 - Características dos dados para a previsão de cenários na BHRC.....	92
Quadro 14 - Características geométricas da BHRC e suas sub-bacias.....	104
Quadro 15 - Características da rede de drenagem na BHRC.....	106
Quadro 16 - Unidades geológicas da BHRC. ....	114
Quadro 17 - Características das anomalias existentes na BHRC.....	123
Quadro 18 - Morfometria dos trechos dos altos cursos dos rios Salgado e Colônia, na BHRC.....	174
Quadro 19 - Índices morfométricos utilizados na pesquisa.....	310
Quadro 20 - Classes utilizadas na pesquisa após a reclassificação do <i>raster</i> fornecido pelo MapBiomas. ....	315
Quadro 21 - Classificação dos tipos de (CIMApv), quanto à relação de dependência da precipitação e do aquífero na formação da vazão no rio. ....	316
Quadro 22 - Estações fluviométricas existentes na BHRC.....	318
Quadro 23 - Estações pluviométricas existentes na BHRC.....	319
Quadro 24 - Anos de ocorrência de cheias hidrológicas nas sub-bacias existentes na BHRC, conforme as respectivas amplitudes, de 1970 a 2018.....	321
Quadro 25 - Anos de ocorrência de secas hidrológicas nas sub-bacias existentes na BHRC, conforme as respectivas amplitudes, de 1970 a 2018.....	322

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características da Barragem Salomé .....	99
Tabela 2 - Características da barragem do Rio Colônia. ....	101
Tabela 3 - Unidades Geomorfológicas da BHRC.....	116
Tabela 4 - Distribuição da altitude na BHRC. ....	119
Tabela 5 - Distribuição da declividade na BHRC.....	120
Tabela 6 - Características do relevo da BHRC.....	121
Tabela 7 - Orientação do relevo na BHRC e suas sub-bacias (%). ....	125
Tabela 8 - Quantitativo de outorgas, quanto à finalidade, na BHRC. ....	130
Tabela 9 - Distribuição dos tipos de solos na BHRC. ....	130
Tabela 10 - Distribuição da cobertura vegetal na BHRC. ....	136
Tabela 11 - Número de habitantes por município, conforme os censos demográficos, na BHRC.....	146
Tabela 12 - Distribuição percentual das classes de Uso e Cobertura da Terra na BHRC, ao longo dos cinco Censos demográficos realizados.....	152
Tabela 13 – Lâmina crítica d’água mínima e Cotas mínimas da base da régua, e da água medida na régua, na Estação 53170000, na BHRC, no período de 1966 a 2019. ....	156
Tabela 14 - Nível de confiabilidade dos dados na Estação 53170000, na BHRC – 1966 a 2019. ....	159
Tabela 15 - Comportamento mensal da pluviosidade e da vazão na BHRC, de 1970 a 1993. ....	187
Tabela 16 - Dados hidrológicos da BHRC, de 1970 a 1993. ....	190
Tabela 17 - Municípios que compõem o GEO1. ....	203
Tabela 18 - Índice de Dissecação do Relevo do Geossistema do Alto Cachoeira, na BHRC.....	206
Tabela 19 - Tipos de solo no Geossistema do Alto Cachoeira, na BHRC. ....	209
Tabela 20 - Classes de Uso e Cobertura da Terra no Geossistema do Alto Cachoeira, na BHRC.....	210
Tabela 21 - Morfometria do GEO1, na BHRC. ....	211
Tabela 22 - Estado da Floresta Estacional Alterada, sobre Argissolos, com drenagem regular, de 1992 a 2022 (%). ....	217
Tabela 23 - Estado da Floresta Estacional Alterada, sobre Luvissolos, com boa drenagem, de 1992 a 2022 (%). ....	219
Tabela 24 - Municípios que compõem o GEO2, na BHRC.....	220
Tabela 25 - Índice de Dissecação do Relevo do Geossistema do Médio Cachoeira, na BHRC.....	224
Tabela 26 - Tipos de solo no Geossistema do Médio Cachoeira, na BHRC. ....	226
Tabela 27 - Classes de Uso e Cobertura da Terra no Geossistema do Médio Cachoeira, na BHRC.....	228
Tabela 28 - Morfometria do GEO2, na BHRC. ....	230
Tabela 29 - Densidades demográficas dos municípios localizados no GEO2, na BHRC. ....	232
Tabela 30 - Municípios que compõem a Floresta Ombrófila Alterada, sobre Chernossolos, com Boa drenagem. ....	234
Tabela 31 - Estado da Floresta Ombrófila Alterada, sobre Chernossolos, com Boa drenagem, de 1992 a 2022 (%). ....	236
Tabela 32 - Municípios que compõem a Floresta Ombrófila Alterada sobre Argissolos, com boa drenagem. ....	237

Tabela 33 - Estado da Floresta Ombrófila Alterada sobre Argissolos, com boa drenagem, de 1992 a 2022 (%). ....	239
Tabela 34 - Municípios que compõem a Floresta Ombrófila Alterada e Pastagem, sobre Luvissolos, com boa drenagem.....	239
Tabela 35 - Estado da Floresta Ombrófila Alterada e Pastagem, sobre Luvissolos, com boa drenagem, de 1992 a 2022 (%). ....	241
Tabela 36 - Municípios que compõem o GEO3, na BHRC.....	242
Tabela 37 - Índice de Dissecação do Relevo do GEO3, na BHRC. ....	245
Tabela 38 - Tipos de solo no GEO3, na BHRC.....	248
Tabela 39 - Classes de Uso e Cobertura da Terra no GEO3, na BHRC.....	250
Tabela 40 - Morfometria no GEO3, na BHRC.....	252
Tabela 41 - Estado da Floresta Ombrófila Alterada sobre Luvissolos, com boa drenagem, de 1992 a 2022 (%). ....	256
Tabela 42 - Estado da Floresta Ombrófila Alterada sobre Latossolos, com drenagem regular, de 1992 a 2022 (%). ....	258
Tabela 43 - Estado da Vegetação Litorânea Preservada, sobre Gleissolos, com drenagem regular, de 1992 a 2022 (%). ....	260
Tabela 44 - Cobertura e Uso da Terra na BHRC, de 1992 a 2022. ....	262
Tabela 45 - Cobertura e Uso da Terra na BHRC, de 2032 a 2052. ....	266
Tabela 46 - Diferença nos valores das classes de Cobertura e Uso da Terra na BHRC, de 1992 a 2052 (%). ....	267

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>22</b>
1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA .....	28
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL.....</b>	<b>30</b>
2.1 ELEMENTOS PARA A COMPREENSÃO DO ESTUDO INTEGRADO DA PAISAGEM.....	30
2.2 DA TOTALIDADE DA PHYSIS À COMPLEXIDADE DO PENSAMENTO GEOSSISTÊMICO.....	37
2.3 NA ESTEIRA DA CIÊNCIA HIDROLÓGICA .....	46
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>50</b>
3.1 ITINERÁRIO METODOLÓGICO .....	50
3.1.1 Recursos metodológicos de abordagem.....	50
3.1.2 Procedimentos e Técnicas .....	51
3.1.2.1 Caracterização do Complexo Geoambiental da BHRC.....	56
3.1.2.2 Caracterização hidrológica da BHRC.....	73
3.1.2.3 Operacionalização dos Geossistemas da BHRC. ....	83
3.1.2.4 Cenários futuros da BHRC .....	90
<b>4 CARACTERIZAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO COMPLEXO GEOAMBIENTAL.....</b>	<b>93</b>
4.1 ASPECTOS CLÍMATO-HIDROGRÁFICOS .....	93
4.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS, GEOMORFOLÓGICOS E HIDROGEOLÓGICOS .....	108
4.3 ASPECTOS PEDOBIOGEOGRÁFICOS .....	130
4.4 PROCESSO HISTÓRICO DE APROPRIAÇÃO DO ESPAÇO E O DELINEAMENTO DO USO E COBERTURA DAS TERRAS NA BHRC .....	140
<b>5 CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DA BHRC.....</b>	<b>156</b>
5.1 A RELAÇÃO COTA/VAZÃO NA BHRC.....	156
5.2 COMPORTAMENTO DAS VAZÕES DE 1966 A 2019.....	159
5.3 EVENTOS DE CHEIAS E SECAS HIDROLÓGICAS NA BHRC.....	166
5.4 CLASSIFICAÇÃO DOS ANOS HIDROLÓGICOS NA BHRC. ....	183
5.5 PLUVIOSIDADE E VAZÃO NA BHRC.....	186
5.6 AVALIAÇÃO DA PRINCIPAL FONTE DE ÁGUA NA FORMAÇÃO DA VAZÃO NA BHRC.....	190
5.7 DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA BHRC: PERMANÊNCIA E GARANTIA.193	193
<b>6 GEOSSISTEMAS DA BHRC .....</b>	<b>199</b>
6.1 O GEOSSISTEMA DO ALTO CACHOEIRA – GEO1 .....	203
6.1.1 Geofácies do Alto Cachoeira .....	214

6.2 ZONA DE TRANSIÇÃO 1 .....	219
6.3 GEOSSISTEMA DO MÉDIO CACHOEIRA – GEO2 .....	220
<b>6.3.1 Geofácies do Médio Cachoeira .....</b>	<b>233</b>
6.4 ZONA DE TRANSIÇÃO 2 .....	241
6.5 GEOSSISTEMA DO BAIXO CACHOEIRA – GEO3 .....	242
<b>6.5.1 Geofácies do Baixo Cachoeira .....</b>	<b>254</b>
6.6 POSSÍVEIS CENÁRIOS NA EVOLUÇÃO DO PROCESSO DE APROPRIAÇÃO DO ESPAÇO NA BHRC.....	262
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>269</b>
<b>SUGESTÕES.....</b>	<b>280</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>282</b>
<b>APÊNDICE A – Descrição dos índices morfométricos. ....</b>	<b>310</b>
<b>APÊNDICE B – Classes utilizadas na pesquisa. ....</b>	<b>315</b>
<b>APÊNDICE C – Tipos de (CIMApv) na formação da vazão no rio.....</b>	<b>316</b>
<b>APÊNDICE D – Monitoramento fluviométrico da BHRC. ....</b>	<b>318</b>
<b>APÊNDICE E – Monitoramento pluviométrico da BHRC. ....</b>	<b>319</b>
<b>APÊNDICE H – Amplitude de cheias hidrológicas na BHRC.....</b>	<b>321</b>
<b>APÊNDICE I – Amplitude de secas hidrológicas na BHRC. ....</b>	<b>322</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ciclo hidrológico é considerado um sistema dinâmico contínuo e circular, acionado pela energia solar, e pode ser vislumbrado pela composição de uma fase atmosférica e uma terrestre, envolvendo armazenamento, transporte e mudança de estado da água. Nesse sentido, este ciclo caracteriza o comportamento natural da água, em relação à sua ocorrência, transformação de estado, bem como seus imbricamentos com a vida humana.

No entanto, existem subsistemas abertos importantes, como as bacias hidrográficas, que se consubstanciam como um dos focos de estudo para a hidrologia. “À medida que se considere áreas menores de drenagem, fica mais caracterizado o ciclo hidrológico como um ciclo aberto ao nível local” (Silveira, 2001, p. 35). Estes subsistemas hídricos possibilitam entender processos locais de evolução das alterações ambientais, bem como servir de base para entender as alterações realizadas em outros ambientes, podendo atrair, dessa forma, a atenção de atores públicos e privados.

A complexidade dos sistemas hídricos cresceu devido à diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos e deterioração da qualidade das águas. Como consequência, projetos com múltiplas finalidades tenderam a ser desenvolvidos, além do aumento do interesse público pelo impacto dos aproveitamentos hídricos sobre o meio ambiente (Tucci, 2001, p. 27).

Nesse sentido, as bacias hidrográficas vêm se configurando como objeto de estudo central nas discussões em torno da água, enquanto elemento imprescindível para a vida. Entendidas como unidades de planejamento, as bacias hidrográficas assumem um papel de grande importância no planejamento e gerenciamento ambiental, contribuindo para o desenvolvimento de ações voltadas para a busca da perpetuação da disponibilidade da água quantitativa e qualitativamente. Para Ross; Del Pratte (1998), a importância alcançada pela água, enquanto recurso natural, para a sociedade industrial moderna, fez com que a bacia hidrográfica se tornasse um foco geográfico referencial para as ações de planejamento, bem como de manejo e aproveitamento dos recursos naturais. A variabilidade de escalas de trabalho possíveis, a depender do objetivo do estudo, torna a bacia hidrográfica um importante objeto para as pesquisas hidrológicas.

Com a subdivisão de uma bacia hidrográfica de maior ordem em seus componentes (sub-bacias hidrográficas), as transformações de condições difusas de problemas ambientais para condições pontuais, facilitam sua identificação, seu controle e o estabelecimento de prioridades para atenuação ou mitigação dos impactos ambientais (Vilaça *et al.*, 2009, p. 03).

Nessa ótica, a bacia hidrográfica pode ser entendida como um subsistema topograficamente definido, caracterizado pela drenagem de um ou mais cursos hídricos confluindo para um ponto comum. A bacia hidrográfica é “uma unidade natural, cujo elemento integrador está representado pelos leitos fluviais ou canais de drenagem naturais” (Ross; Del Prette, 1998, p. 101).

Na perspectiva de um estudo hidrológico, o conceito de bacia hidrográfica envolve explicitamente o conjunto de terras drenadas por um corpo d’água principal e seus afluentes e representa a unidade mais apropriada para o estudo qualitativo e quantitativo do recurso água e dos fluxos de sedimentos e nutrientes (Schiavetti; Camargo, 2002, p. 17).

Dessa forma, a bacia hidrográfica é um elemento fundamental de análise na fase terrestre do ciclo hidrológico. Se constitui em uma área de captação natural da água oriunda da precipitação, responsável por convergir os escoamentos para um único ponto de saída, que é o exutório (Silveira, 2001). Compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes, além de uma rede de drenagem formada por cursos hídricos que confluem até formar um único canal no exutório (Silveira, 2001).

Também é necessário ressaltar que a bacia hidrográfica se caracteriza como uma unidade geográfica natural, pois possui naturalmente as delimitações geográficas (interflúvio). Esse fato torna a bacia hidrográfica possuidora de características biogeofísicas e sociais que se imbricam de forma integrada (Souza; Fernandes, 2000). A bacia hidrográfica se configura, dessa forma, em um sistema aberto com entrada e saída de energia. “As bacias hidrográficas contíguas, de qualquer hierarquia, estão interligadas pelos divisores topográficos, formando uma rede onde cada uma delas drena água, material sólido e dissolvido para uma saída comum” (Guerra; Cunha, 2011, p. 353).

A entrada de energia no sistema da bacia hidrográfica ocorre a partir dos processos climáticos e tectônicos locais, que através de diversos fenômenos hidrológicos são convertidos em vazão, com sedimentos e solúveis que se deslocam pelo exutório (Guerra; Cunha, 2011; Tucci, 2006). As alterações implementadas

nesse processo de entrada e saída, podendo variar em intensidade e escala, têm o potencial de provocar ajustes internos importantes (Guerra; Cunha, 2011).

Sob o ponto de vista do auto-ajuste pode-se deduzir que as bacias hidrográficas integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das mudanças significativas em qualquer dessas unidades, podem gerar alterações, efeitos e/ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída (descarga, cargas sólidas e dissolvida). Por outro lado, em função da escala e da intensidade de mudança, os tipos de leitos e de canais podem ser alterados (Guerra; Cunha, 2011, p. 353).

Mudanças ocorridas no interior das bacias de drenagem podem ter causas naturais, entretanto, nos últimos anos, a sociedade tem participado como um agente acelerador dos processos modificadores e de desequilíbrio da paisagem (Guerra; Cunha, 2011).

É importante ressaltar que a bacia hidrográfica deve ser concebida para além dos aspectos hidrológicos, inserindo na análise a estrutura biofísica, bem como as alterações nos padrões de uso da terra e suas implicações ambientais (Schiavetti; Camargo, 2002).

Nos ambientes de bacias hidrográficas, as especificidades das paisagens, oriundas da interação entre os elementos físicos, biológicos e humanos, nos apresentam as heranças inscrita pela ação social e denuncia de que forma ocorreu o processo de apropriação e, dessa maneira, possibilita entender as possíveis alterações em torno da disponibilidade de água na bacia, considerando sua quantidade e qualidade.

Diante dessa conjuntura, compreendemos que os estudos ambientais realizados no âmbito da bacia hidrográfica, voltados para ações de planejamento, monitoramento e manejo, devem partir de uma visão sistêmica, onde as intervenções socioespaciais se caracterizam como um potencial elemento transformador.

Na perspectiva geossistêmica, o pesquisador Georges Bertrand nos trouxe inicialmente uma concepção com dimensões espaciais e temporais bem definidas (Neves, 2017), em que destaca o Potencial Natural, a Exploração Biológica e a Ação Antrópica. Na perspectiva do Potencial Natural, o autor destacou a Hidrologia como um de seus componentes, entendendo, pois, a sua importância para a evolução dos geossistemas. Sabemos que posteriormente o autor ampliou sua perspectiva de

geossistema, compreendendo-o como uma entidade natural formada pelas relações entre os componentes da natureza, com intervenção da sociedade (Neves, 2017).

Ocorre que, para nós, as discussões em torno da água podem ser ampliadas nas pesquisas geossistêmicas, dada a sua importância nos processos naturais e principalmente para a vida em nosso planeta, interferindo diretamente na forma como a sociedade se apropria do espaço.

Daí, podemos afirmar também que os resultados deste estudo poderão, além de possibilitar compreender as especificidades da apropriação do espaço na bacia hidrográfica do rio Cachoeira (BHRC), entender os possíveis desdobramentos oriundos desse processo, subsidiando o poder público para a tomada de decisão em relação ao planejamento de ações voltadas para a garantia da disponibilidade hídrica no âmbito da bacia.

À vista disso, a BHRC foi acolhida como dimensão espacial, devido à sua importância para a região na qual está inserida, o que justifica a realização de diversos trabalhos na área, como Silva (2021), Nacif (2000), Silva; Amorim; Rego (2018), Alves; Gonçalves; Nascimento (2022), Bahia (2017), Cardoso; Cunha; Engelbrecht; Chang (2020), Engelbrecht, Gonçalves; Teramoto; Chang(2019), Hora; Gomes (2009), Martins (2008), Rocha; Assis; Fontes (2024), Santos (2011), Santos; Oliveira; Palmeira (2016), Schiavetti (2002), Silva (2021), Silva (2016) e Souza (2005). Apesar da existência desses estudos, verificamos o potencial de contribuição desta pesquisa para o avanço das investigações científicas na bacia, potencializando respostas às problemáticas existentes. Ademais, não foram encontrados estudos com esta bacia sendo objeto, desenvolvidas sob a perspectiva da Hidrologia Avançada Experimental (HAE) e do Complexo Geoambiental.

A pesquisa possui uma relevância de cunho social, onde o estudo apresentou algumas características importantes da área de estudo e permitiu elencar proposições voltadas para possibilidades de manejo na bacia e, dessa forma, contribuí para otimizar a disponibilidade de água para os diversos usos da sociedade local.

O estudo também se mostra importante para a academia. Nesse caso, destacamos a discussão teórico-metodológica em torno da abordagem geossistêmica, sugerindo e discutindo mais atenciosamente aspectos da Hidrologia, além de propiciar a instrumentalização de pesquisadores que trabalham com essa temática, principalmente quando aplicada às pesquisas desenvolvidas em bacias hidrográficas,

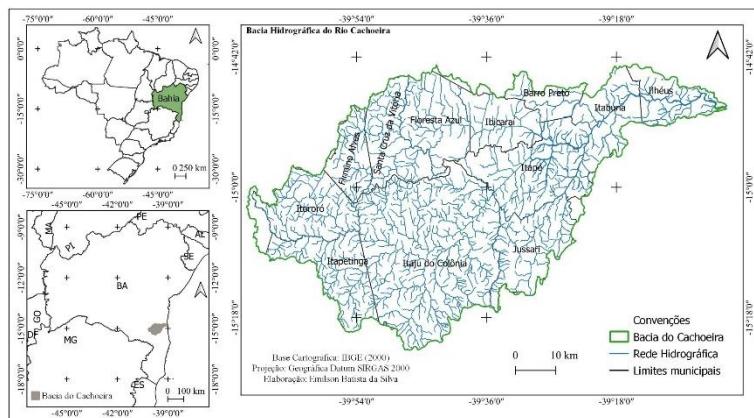
o que contribuirá para que a academia aperfeiçoe seus métodos de estudo e cumpra seu papel em suscitar reflexões, pautadas na realidade, capazes de produzirem alternativas para problemáticas específicas.

A significância pessoal da pesquisa está no fato de residirmos no município de Ilhéus e ocuparmos o cargo de servidor público do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IF Baiano, implicando na rotina de deslocamento semanal literalmente entre a foz e a nascente da bacia, que despertou naturalmente algumas indagações. Além disso, a temática ambiental nos cativou desde a graduação, na Universidade Estadual de Santa Cruz, em 2001. Somam-se a isso, as discussões e orientações no âmbito do grupo de pesquisa Observatório das Águas (OBA), na Universidade Federal da Bahia, em decorrência da constatação da potencial contribuição com as pesquisas fundamentadas na abordagem geossistêmica, no que se refere à presença dos elementos hidrológicos em suas análises.

Considerando esses aspectos, definimos como área de estudo a BHRC. Esta bacia está localizada no Sul e Sudoeste da Bahia e, de acordo com a classificação nacional, na Região Hidrográfica da Bacia do Leste. Com base na Resolução Nº 43, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, que divide a Bahia em 26 Regiões de Planejamento e Gestão das Águas (RPGAs), a BHRC faz parte da RPGA do Leste, sob o Nº VII (BAHIA, 2009). A bacia situa-se entre as coordenadas -14°42'S e -15°20'S e -39°01'O e -40°09'O. Com um desnível de 648 m, tem origem nas nascentes do rio Colônia, na Serra do Ouricana, município de Itororó (divisa com o município de Caatiba), a 648 m de altitude e deságua na Baía do Pontal, no município de Ilhéus, depois de percorrer uma distância de 181 km.

A bacia abrange 13 municípios e possui uma área total de 4.283 km<sup>2</sup> e perímetro de 562 km, abriga uma população em torno de 542.692 habitantes (IBGE, 2024). Limita-se ao Norte com as bacias hidrográficas dos rios de Contas e Almada; ao Sul, pelas bacias dos rios Una e Pardo; a Oeste, pela bacia do rio Pardo; e a Leste, pelo Oceano Atlântico (NACIF, 2000). A BHRC envolve as sub-bacias do rio Colônia, do rio Salgado e do rio Cachoeira (Figura 01).

Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira



Fonte: IBGE, 2021. Produção do autor.

A organização da pesquisa buscou, nessa perspectiva, distribuir os seis capítulos, no intuito de contribuir para o melhor entendimento do leitor. Assim, os três primeiros trataram da Introdução, Referencial Teórico-Conceitual e Metodologia, respectivamente. O quarto capítulo se ocupou da caracterização fisiográfica da área de estudo, buscando, a partir da análise centrada no modelo do Complexo Geoambiental, demonstrar o comportamento interativo dos aspectos inerentes a clima, hidrografia/hidrologia, geologia, geomorfologia, pedobiogeografia e apropriação social do espaço na bacia. Procuramos aqui aprofundar um pouco mais as características hidrográficas da área de estudo.

No quinto capítulo, buscamos compreender as características hidrológicas da BHRC. Deste modo, utilizamos a Hidrologia Avançada Experimental (HAE) para avaliar o estado da bacia, tendo como principais variáveis a precipitação e a vazão, bem como os processos decorrentes da interação entre ambas e das intervenções implementadas pela sociedade.

O sexto capítulo se propôs a delimitar e analisar os geossistemas da área de estudo, salientando os elementos hidrológicos, bem como a projeção de cenário da bacia. No primeiro caso, os três geossistemas identificados – Alto Cachoeira, Médio Cachoeira e Baixo Cachoeira – permitiram estabelecer maior aproximação da realidade, através dos dados e resultados encontrados na bacia. Realizamos também a delimitação das geofácies de cada geossistema, apresentando, nesse sentido, uma análise mais detalhada da área de estudo e contribuindo para atender aos objetivos da pesquisa. No segundo caso, os cenários foram projetados tomando como referência o

ano de 2022, analisando os trinta anos anteriores a 2022 e projetando os trinta anos posteriores a 2022, podendo assim, observar como a apropriação do espaço na bacia se expressou, através do Uso e Cobertura da Terra, até 2022 e, na continuação, como possivelmente será nos próximos trinta anos.

### 1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA

Diante deste contexto, entendemos que, no âmbito dos estudos geossistêmicos, enfatizar os aspectos hidrológicos favorece uma maior aproximação da realidade no desenvolvimento das pesquisas e contribui para evidenciar as relações estabelecidas internamente no geossistema, bem como com geossistemas externos, em especial, quando o objeto de estudo for constituído por uma bacia hidrográfica.

Dito isto, o presente estudo lançou mão da abordagem geossistêmica, centrada na obra de Georges Bertrand, com o objetivo geral de evidenciar elementos, oriundos da Hidrologia, que possam contribuir para a análise geossistêmica em bacias hidrográficas. Esses elementos foram prospectados a partir da Hidrologia Avançada Experimental (HAE) e da análise morfométrica. Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizado um estudo de caso, em que a dimensão espacial foi a bacia hidrográfica do rio Cachoeira (BHRC), localizada no Sul e Sudoeste da Bahia. A operacionalização deste objetivo geral se deu mediante quatro objetivos específicos, a saber:

- Caracterizar o Complexo Geoambiental da BHRC, conforme os aspectos de clima-hidrografia, geologia-geomorfologia, pedobiogeografia e Uso e cobertura das Terras/Socioeconomia;
- Investigar a dinâmica hidrológica da BHRC, considerando o período de 1966 a 2019;
- Identificar as unidades geossistêmicas, mediante a interação dos processos naturais e antrópicos e enfatizando a análise dos elementos hidrológicos como aspecto importante para os estudos dos geossistemas;
- Simular cenários futuros, no que diz respeito ao uso e ocupação do solo na BHRC, para os anos de 2032 e 2042.

Por ser uma bacia de grande importância para os municípios drenados por ela, a BHRC vem sendo alvo de muita atenção, tendo em vista que suas águas atendem às demandas de consumo da população em alguns dos municípios, bem como para as atividades industriais e da agricultura, além de outros usos.

Em estudo realizado na área, Santos; Oliveira; Palmeira (2016), objetivando analisar o Índice de Qualidade da Água – IQA, que envolve nove parâmetros de qualidade, verificaram que as concentrações que mais destoaram dos limites legais, estabelecidos pelo CONAMA, foram coliformes termotolerantes (coliformes fecais), oxigênio dissolvido e fósforo total. Essa situação denota grande concentração de matéria orgânica na água, fruto do despejo de esgotos domésticos. O referido estudo amostrou três pontos, localizados no médio e baixo curso da Bacia. O primeiro foi no município de Itapé, o segundo no município de Itabuna e terceiro nas proximidades do bairro Banco da Vitória, município de Ilhéus.

Em relação à disponibilidade de água na BHRC, Silva (2013) constatou a redução da vazão, analisando séries históricas em cinco estações fluviométricas, distribuídas ao longo de toda a bacia, considerando cinco períodos, distribuídos entre 1965 e 2011.

A conjuntura permite verificar que os estudos realizados na bacia apresentam uma problemática que envolve a necessidade da implementação de alternativas voltadas para atenuarem as intervenções sociais, mas também da necessidade de produção de mais pesquisas com potencial propositivo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

A linha teórica de uma pesquisa associa-se umbilicalmente aos conceitos que fundamentam e direcionam a construção do estudo, de maneira a expressar a forma como o pesquisador buscou se aproximar da realidade. Desse modo, o delineamento da pesquisa em tela centrou-se nos seguintes conceitos balizadores: Paisagem, Geossistema e Hidrologia. Em nossa concepção, concordamos com Prodanov (2013, p. 132), quando afirma que os conceitos “são símbolos que expressam a abstração intelectualizada da ideia de uma coisa ou um fenômeno observado”.

Na linguagem científica, encontramos a especificidade e a delimitação como características fundamentais, visto que, na busca de representar o mais fielmente possível a realidade, a simbologia utilizada por esta linguagem deve ser o máximo possível exata, sensível e consensual (intersubjetiva) (Prodanov, 2013).

Nesse sentido, esses conceitos são denominados nesta pesquisa como conceitos balizadores, entendendo que eles se constituem no nível de abstração com o qual abordamos o problema da pesquisa. Para isso, recorremos aos autores que trazem no conceito as intenções objetivadas por este trabalho ao abordar seu objeto de estudo. Ocorre em muitas situações que apenas um conceito é o suficiente, mas, em outros, é necessário lançar mão do pensamento de dois ou mais autores para dar maior substância às análises.

### 2.1 ELEMENTOS PARA A COMPREENSÃO DO ESTUDO INTEGRADO DA PAISAGEM

A paisagem se consubstanciou ao longo do tempo em um termo de uso corrente em várias áreas do conhecimento, congregando diversos elementos e processos, naturais e sociais, que interagem e se manifestam em uma unidade na superfície terrestre. A paisagem demonstra a organização dos elementos presentes no espaço, refletindo as representações sociais historicamente construídas. O termo tem origem no latim *pagus*, se referindo a país, lugar, porção do espaço geográfico ou um território (Barbosa; Gonçalves, 2014).

Observa-se que, inicialmente, o uso do termo estava relacionado à diferenciação de áreas e cenários, algo que estivesse à vista. Foi nessa perspectiva que o conceito avançou primeiramente na arte, arquitetura, música, literatura, com

uma abordagem muito mais romantizada sobre cenários vividos pela população e que possuíam um grande significado do ponto de vista da percepção do ser humano (Gonçalves, 2016).

Compreendemos que a visão clássica da paisagem, como uma percepção da expressão materializada das relações da sociedade com a natureza, se limitando ao aspecto visual, tem o caráter de redução do significado da paisagem enquanto “produto” da ação humana e, segundo Bòlos I Capdevila (1981), essa linha de pensamento em que a paisagem não teria existência senão no aspecto visual e na mente humana, limita o estudo da paisagem apenas a espaços percebidos.

Assim, é importante compreendermos a evolução histórica do conceito de paisagem e, para isso, o ponto de partida é a escola alemã, pois é mediante esta escola, especialmente com as expedições de Alexander Von Humboldt<sup>1</sup>, no século XIX, que a paisagem passa a ter significado científico (Gonçalves; Dos Passos, 2020). Foi a partir desta escola que a paisagem se fez mais presente na Geografia, numa concepção introduzida por A. Hommeyerem, segundo a forma alemã *Landschaft*<sup>2</sup>, em que a paisagem se restringia a um conjunto de “formas” comuns a um setor específico da superfície terrestre (Dos Passos, 2006-2008).

Sabe-se que na Alemanha, a paisagem seguiu concomitantemente com duas abordagens distintas, que serviram de âncora para o desenvolvimento das demais correntes geográficas sobre paisagem, desenvolvidas nas principais escolas geográficas (Soviética, Francesa e Anglo-Saxônica): uma de cunho naturalista – *Naturlandschaft* – e outra de cunho cultural – *Kulturlandschaft* (Barbosa; Gonçalves, 2014).

A partir do início do século XX, a corrente naturalista encabeçada por Humboldt, Ritter e Ratzel, na abordagem da natureza, se desdobrou na *Landschaftskunde* – ciência da paisagem sob uma ótica territorial. A *Landschaftskunde* era a corporização das “expressões espaciais das estruturas

---

<sup>1</sup> Karl Ritter, contemporâneo de Humboldt, também teve grande importância para os estudos da paisagem em Geografia, apresentando uma abordagem metodológica holística da paisagem.

<sup>2</sup> *Landschaft* significava tanto uma porção limitada da superfície da terra que possuía um ou mais elementos que lhe davam unidade, como a aparência da terra da forma que era percebida por um observador (Salgueiro, 2001).

realizadas na natureza pelo jogo de leis cientificamente analisáveis" (Dos Passos, 2006-2008, p. 41).

Segundo Vitte (2007), os trabalhos de Humboldt se fundamentaram na crença de que existe uma harmonia na ordem natural e, em função de como ocorre a integração entre seus elementos, a natureza se manifesta diferenciadamente na superfície da Terra. Humboldt, mediante a ótica empirista, propunha a observação sistemática dos elementos da superfície, que se desdobraria nas concepções referentes à paisagem observada (Barbosa; Gonçalves, 2014).

É importante destacar as contribuições de Ratzel, que discutiu as relações causais que interagem na natureza, mediante uma ótica ambiental racionalista e positivista, mantendo a visão naturalista de Humboldt e propondo uma nova roupagem em relação à influência do meio sobre a sociedade (Barbosa; Gonçalves, 2014). Essa ótica deu origem a uma linha de pensamento denominada de determinismo geográfico, em que a sociedade se consubstanciava em um produto do meio.

Por conseguinte, o pensamento de Ratzel foi de grande relevância para os intentos expansionistas do Estado alemão e, embora a paisagem estivesse fora do foco de seus estudos, ele influenciou posteriormente, por intermédio do determinismo geográfico, outros autores que trabalharam diretamente com a paisagem geográfica (Gonçalves; Dos Passos, 2020).

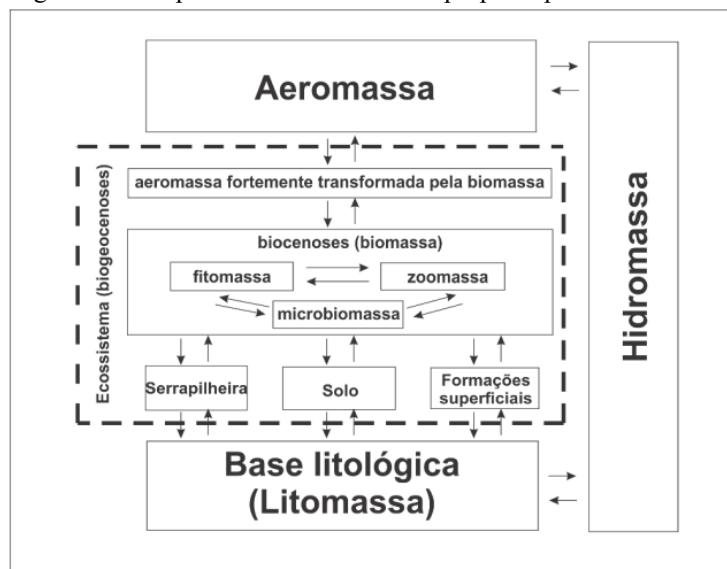
Além de outros ícones, como Von Richthofen e Sifgrid Passarge, o geógrafo Carl Troll também se destacou como um autor de grande importância. Foi ele quem "definiu o ecótopo como uma extensão do conceito de biótopo à totalidade dos elementos geográficos" (Dos Passos, 2006-2008, p. 42), sendo responsável também pela definição da ecologia da paisagem, posteriormente denominada de Geoecologia. A partir dos desdobramentos da ecologia das paisagens que foi possibilitado a incorporação do conceito de sistema aos estudos da paisagem.

Para Troll (1982), a paisagem é um conjunto das interações entre a sociedade e o meio. Para ele, esse conjunto poderia se apresentar sob duas possibilidades de análise: a forma (configuração) e a funcionalidade (interação de geofatores incluindo a economia e a cultura). O autor considerava a paisagem além do aspecto visível, representado pela articulação dos elementos constituintes. "Todas as paisagens

refletem também transformações temporais e conservam testemunhos de tempos passados” (Troll, 1997, p. 3).

Quanto à Escola Russo-Soviética, uma das principais formuladoras da Ciência da Paisagem (*Landschaft*), teve seus primeiros estudos realizados por Vasily Dokoutchaev, fortemente influenciado por Humboldt, no final do século XIX (Gonçalves, 2016; Dos Passos, 2006-2008). Baseada na noção de paisagem natural, foi esta escola que elaborou alguns conceitos fundamentais, como Complexo Territorial Natural (Figura 2), que possibilitaram compreender a superfície terrestre como epigeosfera, ou seja, não apenas como um sistema simplesmente, mas como algo cuja composição engloba vários subsistemas, denominados de complexos naturais (Dos Passos, 2006-2008).

Figura 2 - Complexo Territorial Natural proposto por Dokoutchaev.



Fonte: Gonçalves (2016).

Nesse sentido, a Escola Russo-Soviética propunha a ideia de que o globo terrestre é composto por elementos naturais, relacionados entre si, irregularmente distribuídos na superfície. Essa proposição ganhou repercussão, principalmente nos anos de 1950 e 1960, sendo que no final dos anos de 1960, a paisagem passou a sofrer influências das concepções sistêmicas (Dos Passos, 2006-2008).

Já a geografia Anglo-Saxônica, desenvolveu sobremaneira a visão culturalista da paisagem, com destaque para o geógrafo estadunidense Carl Sauer, a partir da geomorfologia. Com base filosófica materialista, a paisagem era o resultado da

interação da sociedade com a natureza, isto é, a paisagem “é a soma dos elementos naturais e culturais sem muita preocupação com a integração sistemática entre eles” (Barbosa; Gonçalves, 2014, p. 100).

Quando discorremos sobre a paisagem na Escola Francesa, destacamos o geógrafo Georges Bertrand como principal precursor. Este autor foi responsável pela proposição de um esboço metodológico de estudo global da paisagem (Bertrand, 2007), centrado na classificação das unidades taxonômicas da paisagem por ordem de grandeza escalar, indicando, dessa forma, seis níveis hierarquizados, iniciando em uma ordem de grandeza escalar global para uma local. Esses níveis foram divididos em dois grupos, sendo um grupo composto pelas unidades superiores – Zona, Domínio e Região Natural – e outro grupo formado pelas unidades inferiores – Geossistema, Geofácies e Geótopo (Barbosa; Gonçalves, 2014; Bertrand, 2007).

Bertrand (2007), em texto de 1967, afirma que todas as implicações da ação da sociedade eram integradas na paisagem global, não se tratando apenas da paisagem natural. O autor sustenta que a paisagem é uma entidade global, admitindo, dessa forma, que os elementos que a constituem compõem uma dinâmica comum, o que não significa que essa dinâmica corresponda obrigatoriamente à evolução de cada um dos elementos tomados separadamente.

Desde suas primeiras proposições de estudos, no final da década de 1960, Bertrand veio remodelando seu conceito de paisagem. Depois de reconhecer a complexidade intrínseca ao sistema ambiental, Bertrand propôs um sistema tripolar, em que a paisagem assumiu um caráter essencialmente cultural e patrimonial (Barbosa; Gonçalves, 2014). Assim, com o GTP (Geossistema, Território e Paisagem), Bertrand saiu do enfoque objetivo naturalista do geossistema para assumir a paisagem como uma abstração em que o geossistema se tornou apenas um dos componentes do tripé para a interpretação do ambiente (Barbosa; Gonçalves, 2014). O mérito de Bertrand está no fato de sua busca pela sistematização dos elementos da paisagem e de seus atributos, ultrapassando, dessa forma, os estágios da descrição e da classificação (Dos Passos, 1996).

No Brasil, assim como em outras partes do mundo, as concepções filosóficas destas escolas citadas exerceram grande influência no desenvolvimento dos estudos geográficos. Entretanto, para Conti (2014), a escola francesa é quem foi a

responsável pelo nascimento da geografia brasileira, destacando a vinda de alguns pesquisadores, a exemplo de Pierre Deffontaines, Pierre Monbeig e Francis Ruellan, como fundamental para este processo. Inclusive, o autor pontua que o início da produção de trabalhos sobre a paisagem seguiu como única referência a linha francesa, justificando, pois, a identificação dessa produção com a ótica de Vidal de La Blache, onde se focalizava a análise regional, voltada para a sociedade e para a fisionomia de paisagens (Barreiros, 2017).

No Brasil, prevalecem três linhas de estudos da paisagem (Barbosa; Gonçalves, 2014). A primeira, segue uma abordagem ecológica, modelando a paisagem, mediante construções geoecológica e cartográfica para a análise ambiental. Na geoecologia, a preocupação é com função, estrutura vertical, estado e transformações e modificações da paisagem. Busca-se, nesse caso, com o uso da cartografia, diferenciar taxonomicamente as unidades de paisagem, mediante a fisionomia do conjunto. Nessa linha de pensamento, se destaca o geógrafo Aziz Ab'Saber, que em 2003, publicou uma obra intitulada “Os Domínios da Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas”, discutindo os domínios morfoclimáticos brasileiros, no que tange ao conjunto, envolvendo padrões (morfoclimáticos, pedológicos, hidrológicos e ecológicos) de distribuição e organização dos domínios paisagísticos existentes no Brasil (Ab'Saber, 2003).

A segunda linha indicada por Barbosa e Gonçalves (2014), embora com menos profundidade, é a linha cultural, com destaque para o professor Roberto Lobato Corrêa e seus colaboradores, no Rio de Janeiro. A abordagem cultural tem como maiores referências os trabalhos de Carl Sauer e Denis Edmund Cosgrove, sendo que nessa perspectiva “a paisagem sempre representou a expressão material do sentido que a sociedade dá ao meio” (Luchiari, 2001, p. 15). Por fim, os autores citam a linha sistêmica, introduzida no Brasil por Georges Bertrand e Viktor Borisovich Sotchava, na década de 1970.

Na perspectiva sistêmica da paisagem, é importante situar o professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, como um dos pesquisadores brasileiros que mais avançou na discussão da paisagem. Para ele a paisagem é uma:

[...]entidade espacial delimitada segundo um nível de resolução do geógrafo (pesquisador) a partir dos objetivos centrais da análise, de qualquer modo, sempre resultante da integração dinâmica, portanto instável, dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos) expressa em partes delimitáveis infinitamente, mas individualizadas através das relações entre elas que organizam um todo complexo (Sistema), verdadeiro conjunto solidário e único, em perpétua evolução. (MONTEIRO, 2001, p. 39).

Em linhas gerais, nos parece que a visão de unidade dinâmica veio tomando corpo, ao longo do tempo, nos estudos da paisagem, no âmbito da Geografia, considerando as especificidades de cada escola, bem como seus reflexos no Brasil. Para Christofoletti (1986-1987, p. 121), considerado um autor de grande importância para a Geografia brasileira, se referindo à Geografia Física, a Geografia “não deve estudar os componentes da natureza por si mesmos, mas investigar a unidade resultante da interação e as conexões existentes nesse conjunto”. Para Bolós (1992 apud Lage; Peixoto; Vieira, 2008), caminhando numa ótica similar, a paisagem é um conjunto de formas diversas, comuns a um determinado local da superfície terrestre, distinguindo-se seus aspectos homogêneo e heterogêneo, dando margem a análise de seus elementos em função de sua forma e magnitude. Observamos que Lage; Peixoto; Vieira (2008, p. 15), reforçam a ideia da presença de uma diversidade de elementos organizados, formando um mosaico na paisagem:

A visão de qualquer paisagem nos sugere, numa primeira aproximação, uma espécie de mosaico mais ou menos ordenado de formas e cores. Se analisarmos atentamente, veremos que as peças desse mosaico são muito diferentes: umas têm consistência sólida, outras, líquida; umas são todas de vida, outras, não.

Assim, a simples observação da paisagem nos permite verificar a sua diversidade de elementos e a forma como eles se organizam no espaço, tendo cada um uma especificidade e, ao mesmo tempo, uma inter-relação que permite uma visão de conjunto. Avançando nessa perspectiva, Santos (2006, p. 66), afirma que “a paisagem é o conjunto de formas que, num dado momento, exprimem as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre sociedade e natureza”. O autor concebe a paisagem, nesse sentido, como um constituinte do espaço geográfico. Assim sendo, verificamos que a paisagem reflete a intencionalidade da sociedade. Ou ainda, para Fonseca (2003, p. 57):

A paisagem se define, isto é, ela se descreve e se explica partindo das formas, de sua morfologia (no sentido amplo). As formas resultam de dados do meio ambiente natural ou são as consequências da intervenção humana imprimindo sua marca sobre o espaço.

Por conseguinte, a paisagem pode ser vislumbrada como uma ótica que permite a análise do espaço por uma dimensão. Podemos concebê-la, pois, enquanto forma (considerando sua formação) e funcionalidade (sua perspectiva de organização), entendendo-a como um processo de (re)construção de formas na sua relação com a dinâmica da sociedade. Como afirma Bertrand (2007, p. 7-8):

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, numa porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente, uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Nessa ótica, Bòlos I Capdevila (1981, p. 57) relacionam paisagem a geossistema, quando afirma que “a paisagem é uma porção do espaço geográfico concreto que se ajusta ao modelo geossistêmico”. Essa noção tem raízes no surgimento e fortalecimento do paradigma sistêmico, no âmbito das análises geográficas, quando esta ciência passou a adotar a paisagem como um elemento onde se expressa historicamente a relação entre sociedade e natureza.

## 2.2 DA TOTALIDADE DA *PHYSIS* À COMPLEXIDADE DO PENSAMENTO GEOSSISTÊMICO

Os filósofos pré-socráticos acreditavam que a *physis* se consubstanciava num conceito fundamental. Bornheim (1998), afirma que a *physis* representava uma dinamicidade profunda, que encontra em si sua própria gênese, envolvendo tudo que existe, sendo tangível ou não. A *physis* é preenchida por forças enigmáticas, onde tudo tem alma e todos os deuses a compõem. Enfim, a *physis* representa a totalidade de tudo que existe. “Pensar o todo do real a partir da *physis* é pensar a partir daquilo que determina a realidade e a totalidade do ente” (Bornheim, 1998, p. 14).

Segundo Porto-Gonçalves (2006), é com Platão e Aristóteles que a *physis* começa a ser fragmentada, com o mundo das ideias assumindo a centralidade na

concepção do todo e é essa mudança no conceito de *physis* que paulatinamente foi desumanizando a natureza e desnaturalizando o humano.

Passando pela visão judaico-cristã, na Idade Média, e pelo pensamento cartesiano, na Idade Moderna, e obviamente por suas intencionalidades, a superação desse modelo de visão de mundo, pautado na exaltação da razão, tem suas raízes em 1865, quando o físico alemão Rudolf Julius Emmanuel Clausius movimentou o mundo da Física ao afirmar que a entropia (desordem, desorganização) do universo tende para um máximo (Segunda Lei da Termodinâmica), denotando que o universo tenderá para uma máxima desordem.

Esse *start* ocasionou mais tarde a eclosão de uma visão de mundo pautada na multiplicidade, na desordem, na totalidade e complexidade que envolvem os fenômenos. O ser social é simultaneamente um ser cultural e biológico e que estas duas dimensões são disjuntas ou reduzidas do mais para o menos complexo no pensamento simplificador.

A visão complexa possibilita enxergar a não linearidade do mundo, bem como o imbricamento dos componentes que formam a realidade, sempre incompleta, caminhando na teia do espaço-tempo. As palavras, relação e interação ganham grande destaque, tendo em vista que a realidade vai se concretizar na interação de seus componentes de ordem física e cultural.

Em alinhamento com esse contexto de mudança de paradigma, em 1935, o ecologista inglês Arthur George Tansley propôs o conceito de ecossistema como um termo genérico para bioma, além de afirmar que os ecossistemas poderiam ter diversas escalas, desde um átomo até o universo.

Porto-Gonçalves (2006), explica que o ecossistema compreende o meio geofísico – *biótopo* – e a totalidade dos seres vivos que compõem o biótopo em estado de interação – *biocenose*. “Constitui assim, uma unidade complexa de caráter organizador ou *sistema*” (Porto-Gonçalves, 2006, p. 63). Já para Morin (2008), o sistema apresenta um paradoxo, pois se ele for observado pelo ângulo do Todo, se mostrará homogêneo, mas se for considerado sob o ângulo de suas partes, se revelará heterogêneo.

O biólogo alemão Ludwig Von Bertalanffy é comumente reconhecido como o autor da primeira formulação de um arcabouço teórico, fundamentado no pensamento sistêmico, descrevendo os princípios de organização dos sistemas vivos,

apresentada em 1937. Esse arcabouço teve como ponto de partida a Teoria Geral dos Sistemas (TGS), onde ressaltou a integração do todo e questionava a divisão do mundo em diferentes áreas (Bertalanffy, 2010).

Na verdade, nas noções de sistema propostas desde o século XVII até a década de 1950, principalmente com as proposições de Ludwig Von Bertalanffy, verificamos como aspecto fundamental a inter-relação entre os elementos que compõem o sistema, bem como a noção de globalidade (totalidade). Além desses dois aspectos, Morin (2008), ressalta que é de suma importância considerarmos a organização como um conceito fundamental nas definições de sistema. Segundo ele, a organização “estava até agora como que sufocada entre a ideia de totalidade e a ideia de inter-relações, sendo que ela liga a ideia de totalidade à de inter-relações, tornando as três noções indissociáveis” (Morin, 2008, p. 132).

Esses três termos, apesar de inseparáveis, são relativamente distinguíveis. A ideia de inter-relação remete aos tipos e formas de ligação entre elementos ou indivíduos, entre esses elementos/indivíduos e o Todo. A ideia de sistema remete à unidade complexa do todo inter-relacionado, às suas características e propriedades fenomenais. A ideia de organização remete à disposição das partes dentro, em e por um Todo (Morin, 2008, p. 134).

A organização, portanto: transforma, produz, religa, mantém (Morin, 2008, p. 133).

A virtude sistêmica está no fato de colocar no centro da teoria uma unidade complexa, um todo que não está reduzido a soma das partes que o constitui. Partes estas que ambigamente mantêm uma relação entre si e delas para o todo e vice-versa. A ambiguidade presente potencializa a polissemia de sentidos e as interpretações distintas. Além disso, a transdisciplinaridade existente na visão sistêmica possibilita a unidade e ao mesmo tempo a diferenciação das ciências (Morin, 2015).

Nesse sentido, o sistema deve ser pensado como “expressão ao mesmo tempo de unidade, multiplicidade, totalidade, diversidade, organização e complexidade” (Morin, 2008, p. 157), entendendo irredutibilidade do todo às partes e vice-versa.

Christofoletti (1999), chama a atenção para a existência dos sistemas complexos na evolução da matéria (sistemas físicos), dos seres vivos (sistemas biológicos), da sociedade (sistemas sociais), e da economia (sistemas econômicos). Continua destacando que também é necessário reconhecer ao lado destas categorias

os sistemas geográficos, onde a espacialidade na superfície terrestre torna-se uma característica inerente e fundamental (Christofoletti, 1999). Esses sistemas complexos são expressos pelas organizações espaciais.

Quanto à classificação funcional, temos os sistemas abertos e fechados. Os sistemas abertos são aqueles capazes de efetuarem trocas materiais, energéticas e/ou informacionais com o exterior (Christofoletti, 1999; Morin, 2008). As bacias hidrográficas são exemplos de sistemas abertos. No caso dos sistemas considerados fechados, não existe essas trocas com o exterior.

Assim, como vimos, o encaminhamento da superação do modelo científico moderno tem suas raízes na década de 30, quando surge no âmbito da biologia o pensamento integrado e sistêmico, que se disseminou nos diversos campos científicos, firmando a visão de relação, contexto e dinâmica (Troppmair; Galina, 2006).

O principal nome nessa ótica é o de Bertalanffy, sendo que a Teoria Geral dos Sistemas (TGS), concebida por ele no início da década de 1950, faz parte de uma transformação no pensamento científico, diante do movimento histórico da concepção de realidade, obviamente, fruto das demandas de homens e mulheres no tempo e no espaço em que viveram.

A TGS envolve uma busca permanente do estado de equilíbrio. As trocas de energia, mediante entrada (*input*) e saída (*output*), propiciam a busca do equilíbrio dinâmico. As entradas se constituem em tudo que o sistema importa do meio ambiente para ser processado e transformado. Já as saídas correspondem ao resultado do sistema, se constituindo num produto do processamento (Lopes; Silva; Gourlart, 2015).

Nos estudos geográficos, a abordagem sistêmica, a princípio, ganhou maior ressonância no âmbito das pesquisas em geomorfologia na década de 1960, principalmente com Chorley (1962). Entretanto, foi nessa mesma década que se originou na geografia russa o termo geossistema. Surge no contexto da Guerra Fria em que a então URSS buscava incitar a produção de um conhecimento pautado em seus interesses estratégicos. O nome de maior destaque foi o do pesquisador russo Viktor Borisovich Sotchava.

Sotchava procurou em suas proposições possibilitar o desenvolvimento de estudos centrados na paisagem, realizados no âmbito geográfico. Propôs uma

metodologia de estudos dos sistemas naturais e humanos, de forma integrada, substituindo, dessa forma, os estudos baseados exclusivamente nos aspectos biológicos dos ecossistemas. Para ele, "o geossistema inclui todos os elementos da paisagem como um modelo global, territorial e dinâmico, aplicável a qualquer paisagem concreta" (Sotchava, 1977, p. 29).

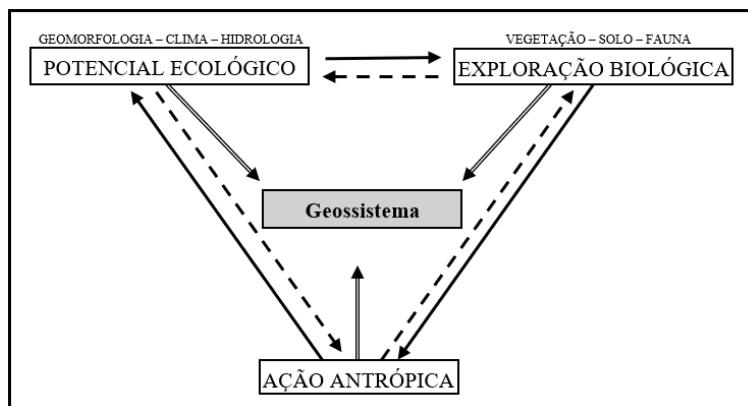
A classificação também foi uma preocupação para Sotchava. Ele apresentou três grandes tipos de geossistemas considerando três ordens de tamanho: o geossistema global ou terrestre; o geossistema regional de grande extensão (pequena escala); o geossistema topológico em nível reduzido (grande escala) (Dos Passos, 2006-2008).

O pesquisador Georges Bertrand trouxe uma ampliação do universo analítico proposto por Sotchava. Para ele o geossistema corresponde a um sistema aberto, hierarquicamente organizado, constituído pela combinação dinâmica e dialética, portanto instável, de fatores físicos, biológicos e antrópicos (Bertrand, 2007).

Bertrand propunha o estudo do geossistema numa escala local, a partir da combinação do potencial ecológico – geomorfologia, climatologia e hidrologia – com a exploração biológica – vegetação, fauna e solo. Diferentemente de Sotchava, Bertrand integra ao potencial ecológico e à exploração biológica, a ação antrópica, buscando verificar as alterações decorrentes da sociedade.

Nessa ótica, o geossistema é um complexo essencialmente dinâmico, resultando da interação entre o Potencial Ecológico, a Exploração Biológica e a Ação Antrópica (Bertrand, 2007). É constituído de uma dinâmica interna que não apresenta necessariamente uma grande homogeneidade fisionômica, sendo formado, na maior parte do tempo, por paisagens diferentes que representam seus diversos estágios de evolução (Bertrand, 2007) (Figura 3).

Figura 3 - Proposta de Bertrand para o modelo geossistêmico.



Fonte: Bertrand (1968).

Assim, Bertrand insere efetivamente o fator antrópico no geossistema, distinguindo os componentes abióticos, que formam o geoma (litosfera, atmosfera e hidrosfera); bióticos, que constituem o bioma (fitomassa e zoomassa) e antrópicos no geossistema. A esse respeito, Troppmair; Galina (2006, p. 81) afirmam que “assim como as plantas e os animais desenvolvem seu ciclo biológico, também o homem exerce suas atividades no geossistema modificando-o na ocupação, na estrutura, na dinâmica e nas interrelações”. Já para Gregory (1992) a abordagem sistêmica envolve um conjunto teórico-metodológico fundamentado na análise integrada dos elementos constituintes de um sistema, visando compreender suas relações entre si e com o meio ao redor.

Dessa forma, o geossistema permite a criação de unidades dinâmicas compostas por todos os elementos que o compõe. Segundo Neves *et al* (2014), o conceito de geossistema serve de subsídio aos estudos geográficos desde a sua criação, quando estes estudos estão voltados para os processos de interface entre natureza e sociedade, através do conceito de paisagem, a princípio na perspectiva russa e posteriormente na francesa, momento em que se atribuiu grande importância à ação humana no âmbito dos geossistemas.

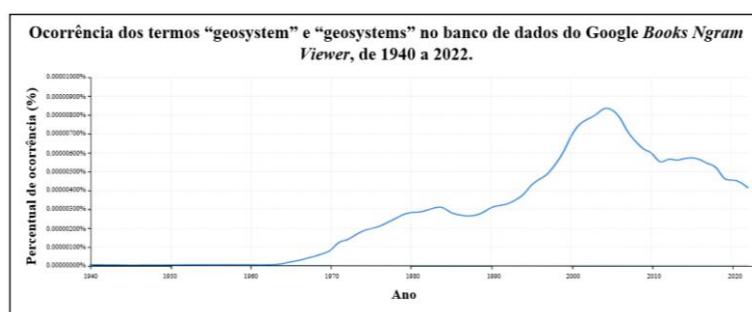
É importante ressaltar que foi com Alexander Von Humboldt, influenciado fortemente pelas experiências de Immanuel Kant, que a Geografia ganhou força enquanto ciência, abordando o espaço geográfico como seu objeto de estudo e abrindo a possibilidade de abordagem da paisagem como categoria de análise, possibilitando, dessa forma, o desenvolvimento do geossistema como um modelo teórico dentro da Geografia (Gonçalves; Dos Passos, 2020).

O desejo de observar a evolução da produção de estudos na ótica geossistêmica desde seu surgimento, nos levou à realização de um levantamento, buscando a ocorrência do termo geossistema/geossistemas em inglês, francês, alemão, russo e espanhol. Para isso utilizamos O *Google Books Ngram Viewer*, que é uma ferramenta que permite explorar tendências de uso da linguagem ao longo do tempo, utilizando o banco de dados do *Google Books* para calcular quantas vezes o termo pesquisado foi utilizado em um determinado período (Leal, 2010). Em nosso caso, foi possível perceber a trajetória do uso do conceito de geossistema/geossistemas entre 1940 e 2022.

No caso do Brasil, em razão do *Google Books Ngram Viewer* não disponibilizar a consulta em língua portuguesa, foi utilizado o *Google Trends*. Esta ferramenta relaciona a intensidade de procura por um termo a um pico de popularidade. Esse pico é classificado com o valor 100, ou seja, um valor 100 significa que o termo teve pico de popularidade, enquanto um termo com valor 50 teve metade da popularidade. O valor zero indica que não existiam dados suficientes sobre o termo pesquisado. Também é importante ressaltar que a ferramenta só disponibiliza dados a partir do ano de 2004.

Dessa forma, verificamos que a utilização do conceito de geossistema em língua inglesa começou a se avolumar na década de 1960, sendo que de 1990 a 2000 houve grande crescimento até seu ápice, em meados dos anos 2000. A partir daí, se verifica grande declínio nas publicações (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Ocorrência do termo geossistema/geossistemas na língua inglesa, no banco de dados do *Google Books*, de 1940 a 2022.

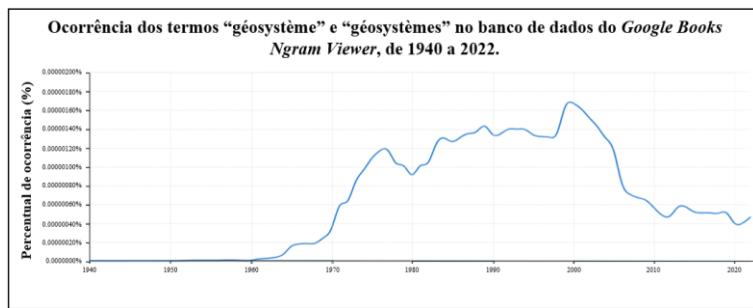


Fonte: *Ngram Viewer*. Produção do autor.

A produção em língua francesa apresentou alguns poucos usos do conceito, em meados da década de 1940, crescendo de maneira destacável até meados da

década de 1970, quando sofre queda até 1980. Entre esse momento e o final dos anos 1990, o uso do conceito teve novo declínio até o início dos anos 2010, se mantendo estável até o final da série pesquisada (Gráfico 2).

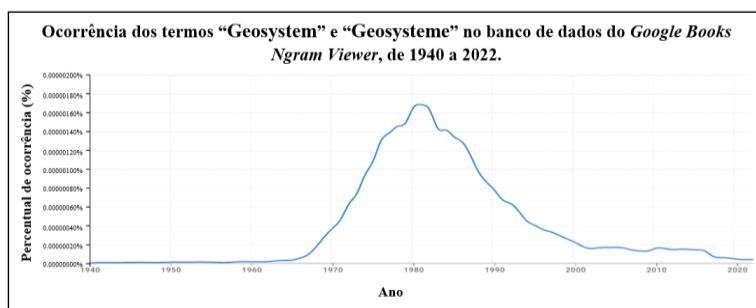
Gráfico 2 - Ocorrência do termo geossistema/geossistemas na língua francesa, no banco de dados do *Google Books*, de 1940 a 2022.



Fonte: *Ngram Viewer*. Produção do autor.

O uso do conceito em língua alemã começou a tomar corpo a partir de 1950, na mesma época que William Morris Davies demonstrava os principais elementos de sua teoria (Dos Passos, 1996). Desde essa década até o início dos anos 1980, ocorreu grande crescimento do uso e depois queda expressiva, deste momento, até o início dos anos 2000. Esse momento marcou um processo de estabilidade no uso do conceito de geossistema em língua alemã (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Ocorrência do termo geossistema/geossistemas na língua alemã, no banco de dados do *Google Books*, de 1940 a 2022.



Fonte: *Ngram Viewer*. Produção do autor.

No caso do uso do conceito em língua russa, aconteceu desde o início dos anos de 1950, se mantendo tímida até meados da década de 1960. Daí até o final da década de 1970 ocorreu grande crescimento do uso, sendo que, depois de alguns anos de relativa estabilidade, chegou ao seu ápice no final da década de 1980. Esse fato está associado ao lançamento do termo e da noção de geossistema, por Sotchava, em

1963, fazendo com que o geossistema ganhasse grande repercussão na ex-URSS e fora dela (Dos Passos, 2006-2008). Então, iniciou um processo de declínio até meados da década de 2010, mantendo estabilizado até o final da série (Gráfico 4).

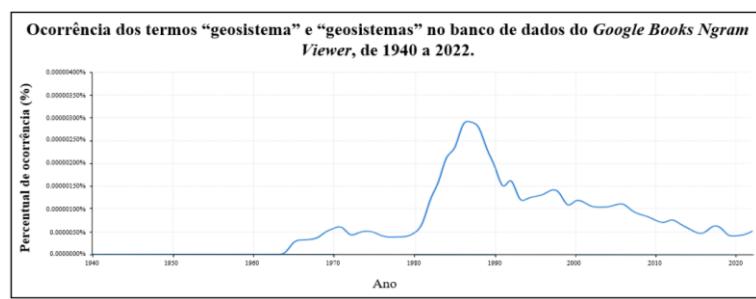
Gráfico 4 - Ocorrência do termo geossistema/geossistemas na língua russa, no banco de dados do *Google Books*, de 1940 a 2022.



Fonte: *Ngram Viewer*. Produção do autor.

Nos anos 1960 começa a se destacar o uso do conceito em língua espanhola, que, depois de pequeno avanço até a década de 1980, iniciou um crescimento importante até seu ápice, no final da década de 1980. Depois de um declínio rápido até o início dos anos 1990, manteve-se em decréscimo, mas de forma mais paulatina, até o final da série (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Ocorrência do termo geossistema/geossistemas na língua espanhola, no banco de dados do *Google Books*, de 1940 a 2022.



Fonte: *Ngram Viewer*. Produção do autor.

No Brasil, de acordo com a ferramenta utilizada na pesquisa, verificamos que a procura pelo termo geossistema esteve em alta no ano de 2005, mantendo-se em baixa durante todo o período analisado. A partir de 2003, sempre existiu densidade de procura contínua, com maior destaque para o ano de 2018. Esta questão demonstra maior necessidade de ampliar os estudos no âmbito do modelo geossistêmico no Brasil (Gráfico 6).

Gráfico 6 - Intensidade da procura do termo geossistema no Brasil, no banco de dados do *Google Trends*, de 2004 a 2024.



Fonte: *Google Trends*. Produção do autor.

Os dados permitem observar que o crescimento da produção em torno da utilização do conceito de geossistema foi descontínuo no decorrer do tempo, mas iniciou com intensidade semelhante em vários lugares simultaneamente (Alemanha, URSS e França). A ferramenta utilizada na pesquisa indicou que as escolas francesa e alemã tiveram suas primeiras publicações na década de 1940, a escola russa na década de 1950 e as escolas anglo-saxônica e espanhola, na década de 1960.

Em linhas gerais, as décadas de 1960 a 1980 foram as que apresentaram maior crescimento da produção, sendo que a Escola anglo-saxônica demonstrou um crescimento mais tardio, nas décadas de 1990 a 2000 e, a partir daí um declínio. Sabemos que a questão ambiental foi de grande relevância, principalmente na década de 1970, quando em 1972 aconteceu a Conferência de Estocolmo, em que pela primeira vez foi realizado um balanço das transformações sociais no planeta. Esse evento suscitou a eclosão de uma série de estudos ambientais e contribuiu para o crescimento do uso do conceito de geossistema.

Na antiga URSS, o contexto do Pós-Guerra foi determinante para o declínio do uso do conceito de geossistema, haja vista que os investimentos estatais em estudos ambientais, agora impactados pela escassez de recursos, diminuíram.

### 2.3 NA ESTEIRA DA CIÊNCIA HIDROLÓGICA

A água é um elemento que pode ser encontrado nas formas sólida, líquida e gasosa por todo o planeta Terra, além do estado biótico, nos organismos vivos. Sua distribuição atende aos processos envolvidos no ciclo hidrológico, caracterizado

pelas precipitações, escoamento superficial, infiltração, armazenamento e evapotranspiração.

À medida que a apropriação do espaço se intensifica, as pressões sobre a água aumentam, haja vista a sua imprescindibilidade para os processos de crescimento e desenvolvimento econômico. A falsa visão de inesgotabilidade da água tem ameaçado a sua disponibilidade em relação à quantidade e qualidade, quando se observa alterações no ciclo hidrológico e na poluição das águas superficiais no mundo e no Brasil, onde existem grandes reservas hídricas.

Essa ótica contribui para agregar valor aos estudos hidrológicos, uma vez que tem se aprofundado as discussões em torno da água no planeta. Considerada como uma ciência nova no meio acadêmico, a Hidrologia é a ciência que figura no âmbito da Geografia Física, tratando do estudo da água na natureza, no que concerne às suas propriedades, fenômenos e distribuição na atmosfera, superfície e subsolo do planeta (Pinto *et al*, 1976).

Para Tucci (2001), a ocupação das bacias hidrográficas, o aumento da demanda de água e o resultante impacto sobre o ambiente são os fatores que contribuem para o avanço dos estudos hidrológicos. Assim, a Hidrologia se consubstancia como uma ciência interdisciplinar, que nos últimos tempos tem se ocupado mais detalhadamente com os estudos quantitativos, sobretudo a partir de metodologias matemáticas e estatísticas, o que tem potencializado as suas respostas às problemáticas inerentes à água (Tucci, 2001).

Nesse sentido, a Hidrologia ganha importância, mediante a realização de estudos históricos, capazes de apontarem caminhos possíveis, a partir do entendimento de situações passadas e atuais (Tucci, 2001). A Hidrologia se volta para o meio físico natural, em que, vislumbrando entender aos eventos meteorológicos, pois estes provocam os processos hidrológicos na bacia hidrográfica, se apropria de observações realizadas no passado, tendo em vista que estes eventos possuem baixa assertividade em relação a sua previsão a médio e longo prazo (Tucci, 2001).

Na Antiguidade Clássica, sabe-se que os povos já realizavam observações e ações relacionadas aos processos hidrológicos, mesmo com conhecimento relativamente pequeno sobre a temática. No Egito, Mesopotâmia e China, a 3000 a.C., eram comuns os projetos de irrigação e sabe-se que os egípcios, bem como os

chineses eram muito hábeis em lidar com as cheias periódicas que ocorriam em seus respectivos ambientes.

Na Grécia antiga (séc. IV a.C.) os filósofos Platão, Aristóteles e Tales de Mileto propagavam a ideia de que existiam reservatórios subterrâneos inesgotáveis que alimentavam as fontes e os mananciais de água, predominando a ideia de surgência ou ressurgência. Para Aristóteles, tanto a evaporação como a condensação estavam associadas às chuvas, que não tinham grande contribuição para as vazões dos rios.

Entretanto, a compreensão mais aproximada do entendimento atual sobre o ciclo hidrológico só ocorreu com Marcus Vitruvius Pollio<sup>3</sup> (100 a.C.). Ele afirmava que as chuvas precipitavam nas montanhas, onde infiltravam e depois ressurgiam nos sopés, formando os rios.

No século XVI tivemos as contribuições de Leonardo da Vinci (1452-1519) e Bernad Palissy (1510-1589). O primeiro tratou da explicação da salinidade do mar, a partir da dissolução e transporte de sais para os oceanos, enquanto Palissy afirmava que a água infiltrada no continente é a responsável pelo surgimento das fontes e nascentes. Segundo Tucci (2001), apenas a partir desses dois autores que a compreensão do ciclo hidrológico passou a ser mais substancial. “A dificuldade era aceitar que a precipitação tinha um volume maior que a vazão e que os rios são mantidos perenes pelo retardamento do escoamento do subsolo” (Tucci, 2001, p. 28).

Já no século XVII, o hidrólogo e escritor francês Pierre Perrault (1608-1680) realizou estudos no rio Sena, onde, trabalhou com a medição de pluviosidade e estimativas de vazões, durante três anos. Perrault comparou seus resultados com os estudos de Edmé Mariotte (1620-1684) e constatou que a vazão era apenas 16% da precipitação (Tucci, 2001). O cientista francês Edmé Mariotte também concluiu em seus estudos no rio Sena que as chuvas eram responsáveis pelo aumento da vazão nas nascentes.

O século XIX marcou o início do desenvolvimento de estudos sistemáticos de medição de precipitação e vazão, sobretudo a partir de 1950, com o advento dos computadores e dos modelos conceituais de chuva e vazão. No Brasil, iniciaram no século XIX, em 1900, apenas as medições de precipitações em Curitiba e Fortaleza e

---

<sup>3</sup> Marco Vitrúvio Pollio foi arquiteto, engenheiro, agrimensor, pesquisador e teórico romano. Ele viveu no século I a.C. e ficou conhecido pelo tratado Da Arquitetura, obra construída em dez volumes.

de nível em Porto Alegre e no rio Paraguai (Tucci, 2001). Também podemos destacar como série mais longa de marcas de inundações o município de Blumenau, que iniciou as medições desde 1852. A Hidrologia moderna vem se desenvolvendo, mediante as questões relativas ao uso da água, aos processos hidrológicos que afetam as populações e aos impactos ambientais nas bacias e no planeta (Tucci, 2001).

Assim, a Hidrologia busca responder às demandas da sociedade, especialmente, no que concerne às questões de dimensionamento de obras hidráulicas para o aproveitamento hidrelétrico e/ou captação de água, seja para abastecimento, irrigação, navegação ou lazer; controle e previsão de secas e inundações; controle de qualidade da água, além de outras demandas. Considerando os estudos hidrológicos voltados para as análises em Recursos Hídricos, a Hidrologia pode ser compreendida como:

A área que estuda o comportamento físico da ocorrência e o aproveitamento da água na bacia hidrográfica, quantificando os recursos hídricos no tempo e no espaço e avaliando o impacto da modificação da bacia hidrográfica sobre o comportamento dos processos hidrológicos. A quantificação da disponibilidade hídrica serve de base para o projeto de planejamento dos recursos hídricos (Tucci, 2001, p. 26).

É relevante mencionar que, na tentativa de buscar respostas para as problemáticas sociais, a Hidrologia se relaciona intimamente com outras áreas, como a Meteorologia, Climatologia, Geografia Física, Geologia, Oceanografia, etc., reunindo profissionais distintos que atuam nas diversas subáreas da Hidrologia (Garcez, 1974; Tucci, 2001), pois para o entendimento dos processos que envolvem a distribuição da água no planeta, seus estados, ocorrência na atmosfera, superfície e solo, bem como as relações desses fenômenos com o ambiente, é necessário um olhar multidisciplinar e transdisciplinar.

### 3 METODOLOGIA

A tese se constitui em uma modalidade de trabalho científico em que geralmente o candidato ao nível de doutoramento coleta dados, teóricos e/ou empíricos, analisa-os, interpreta-os e os apresenta, buscando demonstrar e/ou solucionar problemas, com base nas evidências encontradas durante a pesquisa. Como forma de produção científica, é necessária a “exposição dos métodos de abordagem e de procedimentos, assim como as técnicas utilizadas” (Lakatos; Marconi, 2003, p. 247).

Como etapa imprescindível nos estudos científicos, a revisão de literatura constituiu-se na fase inicial da pesquisa, buscando, como afirma Correia; Souza (2010), edificar um campo teórico que contribua para a formulação do problema da pesquisa. Para Gil (2008), a revisão de literatura é necessária ainda no planejamento da pesquisa, possibilitando construir uma bagagem de informações capaz de contribuir para a formulação e delimitação do problema, além de auxiliar na fase de análise e interpretação, para conferir significado aos dados. Na revisão de literatura, utiliza-se uma multiplicidade de fontes como consulta, para elucidar o objeto de estudo, possibilitando ampliar o embasamento teórico-metodológico da pesquisa e permitir a apropriação e compreensão de temas fundamentais para a realização do estudo (Correia; Souza, 2010).

Nesta fase do estudo, foi delimitado o problema a ser investigado e construída a sustentação teórico-metodológica para o desenvolvimento da pesquisa. Isso foi possibilitado pela apropriação da produção científica em torno dos estudos geossistêmicos no Brasil e no mundo e mais especificamente, no âmbito das bacias hidrográficas.

#### 3.1 ITINERÁRIO METODOLÓGICO

##### 3.1.1 Recursos metodológicos de abordagem.

O método de abordagem se refere a um enfoque mais amplo dos fenômenos da natureza e da sociedade, apresentando, dessa forma, um nível de abstração mais

elevado do pesquisador (Lakatos; Marconi, 2003). Se caracterizam como métodos com “elevado grau de abstração que possibilitam ao pesquisador decidir acerca do alcance de sua investigação, das regras de explicação dos fatores e da validade de suas generalizações” (Gil, 2008, p. 9).

Nessa perspectiva, o presente estudo coaduna com a perspectiva de que a sociedade e a natureza estão em processos de constantes interações, que promovem mudanças recorrentes no espaço. “Essas interações são permanentes e intensas, qualquer que seja o nível de desenvolvimento técnico da sociedade humana” (TRICART, 1977, p. 17).

Tendo esse pensamento como norteador, encampamos nossa visão de mundo na abordagem geossistêmica, corroborando com Nascimento; Sampaio (2004/2005), quando afirmam que o método geossistêmico calhou às análises ambientais em Geografia, possibilitando um estudo prático do espaço geográfico, com a incorporação da ação social na interação natural com o potencial ecológico e a exploração biológica. Para esses autores “a teoria sistêmica tem-se configurado como método mais eficaz em seus trabalhos moderno e contemporâneo” (Nascimento; Sampaio, 2004/2005, p. 167).

### **3.1.2 Procedimentos e Técnicas.**

A abordagem do problema nesta pesquisa foi qualitativa e quantitativa, partindo do princípio que “toda realidade é movimento, e que o movimento, sendo universal, assume as formas quantitativas e qualitativas, necessariamente ligadas entre si e que se transformam uma na outra” (Lakatos; Marconi, 2003, p. 104), fazendo com que “a utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permita recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente” (Fonseca, 2002, p. 20).

Entende-se aqui que a pesquisa qualitativa é aquela que não centraliza a representatividade numérica, se preocupando com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização etc., e que o pesquisador é simultaneamente sujeito e objeto de sua pesquisa (Silveira; Córdova, 2009). Por outro lado, a pesquisa quantitativa centra na objetividade e preza pelos dados quantificáveis, recorrendo à linguagem matemática para descrever o que motiva a

existência de um fenômeno e/ou a relação entre as variáveis estudadas etc. (Fonseca, 2002).

Em relação aos objetivos, a pesquisa é de natureza aplicada, isto é, “tem como característica fundamental o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos” (Gil, 2008, p. 27). Os métodos utilizados no estudo foram o descritivo e o explicativo. Para Gil (2008), o método descritivo primordialmente objetiva a descrição das características dos fenômenos ou do estabelecimento de relações entre as varáveis. Assim, este método subsidiou o processo de caracterização das particularidades da área de estudo, evidenciando as nuances inerentes às interações manifestadas no âmbito da paisagem. Este método também possibilita ao pesquisador elaborar novas ponderações sobre a problemática estudada na pesquisa (Gil, 2002).

O método explicativo apresenta grande importância no aprofundamento do deslinde da realidade, potencializando o conhecimento da razão e do porquê das coisas (Gil, 2008). Nesse sentido, este método possibilitou a discussão dos elementos envolvidos na ocorrência dos fenômenos, tendo em vista que ele tem a “preocupação central de identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos” (Gil, 2008, p. 28). Assim, o método explicativo foi implementado na materialização dos resultados da pesquisa, na medida que propiciou a explicitação da causalidade das manifestações dos fenômenos identificados ao longo do desenvolvimento do estudo.

Quanto aos procedimentos, foram utilizados: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, estudo de caso e pesquisa de campo. Além disso, para a caracterização espaço-temporal e hidrológica da área de estudo foram utilizados o Complexo Geoambiental e a Hidrologia Avançada Experimental, respectivamente. Os métodos de procedimento se referem a etapas mais concretas da pesquisa, “com finalidade mais restrita em termos de explicação geral dos fenômenos menos abstratos. Pressupõem uma atitude concreta em relação ao fenômeno e estão limitados a um domínio particular” (Lakatos; Marconi, 2003, p. 221). Assim, esses métodos fornecem ao pesquisador os meios técnicos, buscando garantir a precisão e o objetivo no estudo (Gil, 2008).

A pesquisa bibliográfica é entendida aqui como primordial para o desenvolvimento do estudo em tela, tendo em vista que ela objetiva “colocar o

pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto" (Lakatos; Marconi, 2003, p. 183). Para Gil (2008, p. 50), a pesquisa bibliográfica é aquela "desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos". É nessa fase do trabalho que o pesquisador localiza e consulta informações importantes para a pesquisa nas fontes escritas, se apropriando de dados que possam ser úteis para embasar, complementar e responder a um problema, utilizando fontes já publicadas (Correia; Souza, 2010). Mediante a análise das conclusões de outros trabalhos, é possível desvendar discrepâncias, reafirmar resultados, fazer paralelos, bem como destacar possíveis contribuições da pesquisa para a academia e para a sociedade.

Nesse sentido, em sintonia com Gil (2008) e Martins (2017), nos centramos na prospecção de leituras, análises e interpretações de livros, jornais e revistas acadêmicas, teses e dissertações, anais de eventos, periódicos, manuscritos e sites científicos, utilizando referências temáticas relacionadas ao objeto da pesquisa. Quanto ao material cartográfico, foram selecionados/confeccionados os tipos de mapas necessários ao desenvolvimento da pesquisa.

As páginas de uma gama de instituições/órgãos foram consultadas na internet, com o objetivo de levantar dados para o atendimento dos objetivos do trabalho, como a Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, a Companhia de Engenharia Hídrica e de Saneamento da Bahia (CERB), Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), O Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), entre outros.

Com relação à pesquisa documental, Gil (2008, p. 51) a caracteriza como aquela que "vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa". Dessa forma, em concordância com Lakatos e Marconi (2003), a presente pesquisa utilizou como fonte documental imagens fotográficas e material cartográfico, fornecidos por órgãos como o IBGE e ANA, além dos Censos Demográficos realizados pelo IBGE, de 1992 a 2022. Também lançou mão de imagens de satélites para dar suporte à produção cartográfica de caracterização da paisagem na área de estudo. Outros documentos normativos, como o Sistema Brasileiro de classificação de Solos (Embrapa, 2018), foram utilizados.

Tanto a pesquisa bibliográfica como a pesquisa documental, objetivaram a construção do referencial teórico-metodológico e deu suporte informacional aos objetivos. No caso da pesquisa bibliográfica, transitou durante todas as fases da pesquisa, principalmente nas etapas iniciais.

Para contemplar os objetivos da presente pesquisa, lançamos mão de um estudo de caso, em que a unidade de análise foi a bacia hidrográfica do rio Cachoeira. Entendemos que o estudo de caso se constitui em uma “investigação empírica baseada em várias fontes de evidências” (Yin, 2001, p. 33) [...] sendo considerado “uma estratégia de pesquisa abrangente” (Yin, 2001, p. 33). Para Gil (2008, p. 57), “o estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado”. No caso desta pesquisa, o estudo de caso foi aplicado para fazer uma avaliação da intervenção realizada (Yin, 1989), ou seja, para avaliar a pertinência dos elementos hidrológicos implementados para o desenvolvimento do estudo.

Quanto à pesquisa de campo, entendemos que “se apresenta como uma possibilidade de conseguirmos não só uma aproximação com aquilo que desejamos conhecer e estudar, mas também de criar um conhecimento, partindo da realidade presente no campo” (Netto, 1994, p. 51). Para Prodanov (2013), a pesquisa de campo se refere a observação de fatos e fenômenos, da maneira como os mesmos acontecem, durante a coleta de dados e no registro das varáveis que entendemos como relevantes, para analisá-los.

Foram operacionalizadas 14 visitas a campo, entre outubro de 2023 a dezembro de 2024. Os locais visitados possibilitaram desvendar as características da bacia, verificando as alterações inscritas na paisagem, bem como confirmar observações realizadas nas imagens orbitais (Quadro 1).

Quadro 1 - Pesquisas de campo realizadas na BHRC, durante a pesquisa.

Data	Local visitado	Observações
06/10/2023	Itapetinga, Rio do Meio, Cajueiro Novo, Firmino Alves, Floresta Azul, Ibicaraí, Itapé	- Geologia, Geomorfologia e Pedologia.
20/10/2023	Itabuna	- Geologia, Geomorfologia e Pedologia.
07/11/2023	Ilhéus	- Geologia, Geomorfologia e Pedologia.
17/12/2023	Itapé, Ibicaraí, Floresta Azul, Santa Cruz da Vitória e Firmino Alves	- Entrevistas

18/12/2023	Itapé, Ibicaraí, Floresta Azul, Santa Cruz da Vitória e Firmino Alves	- Entrevistas; - Queimadas.
19/12/2023	Barragem Salomé, Ibicaraí, Itapé	- Barragem Salomé; - Barragens menores; - Intervenções sociais no rio Salgado.
19/01/2024	Itabuna	- Uso e Cobertura da Terra; - Intervenções sociais.
09/04/2024	Barragem do rio Colônia, Barro Preto, Ibicaraí, Floresta Azul, Itabuna, Itapé, Floresta Azul	- Barragem do rio Colônia; - Uso e Cobertura da Terra; - Queimadas; - Intervenções sociais no rio Colônia.
12/04/2024	Itapé, Ibicaraí	- Uso e Cobertura da Terra; - Intervenções sociais no rio Colônia.
27/04/2024	Ilhéus-restinga	- Uso e Cobertura da Terra; - Foz do rio Cachoeira.
13/05/2024	Itambé, Itapetinga	- Uso e Cobertura da Terra; - Intervenções sociais.
19/05/2024	Ilhéus	- Mangues.
31/10/2024	Itapetinga	- Queimadas.
10/12/2024	Ilhéus	- Intervenções sociais nos mangues.

Fonte: Produção do autor.

É importante ressaltar que o desenvolvimento da pesquisa suscitou a utilização de uma gama de índices morfométricos, objetivando destacar a importância desses índices serem utilizados em concomitância com outros elementos, para auxiliar na explicação da realidade de uma determinada bacia hidrográfica.

Nesse sentido, a morfometria se mostra como uma importante ferramenta para o entendimento das características geomorfológicas e hidrológicas da bacia, uma vez que potencializa, entre outras coisas, as investigações relacionadas ao sistema de drenagem, constituição do relevo e características erosivas e de sedimentação. Nesta pesquisa, estes levantamentos foram processados através do software *Quantum Geographic Information System* (QGIS) e, a fim de esclarecer possíveis indagações a respeito dos índices morfométricos utilizados, construímos o Apêndice A.

Outra questão a destacar é que uso do geoprocessamento foi um aspecto de suma importância no desenvolvimento deste estudo, pois, através dele, foi possível abordar a realidade de distintas perspectivas, potencializando, dessa forma, inferências concretas e de maneira célere. Assim, a densidade da produção cartográfica foi fundamental para apresentar e discutir as nuances do estudo,

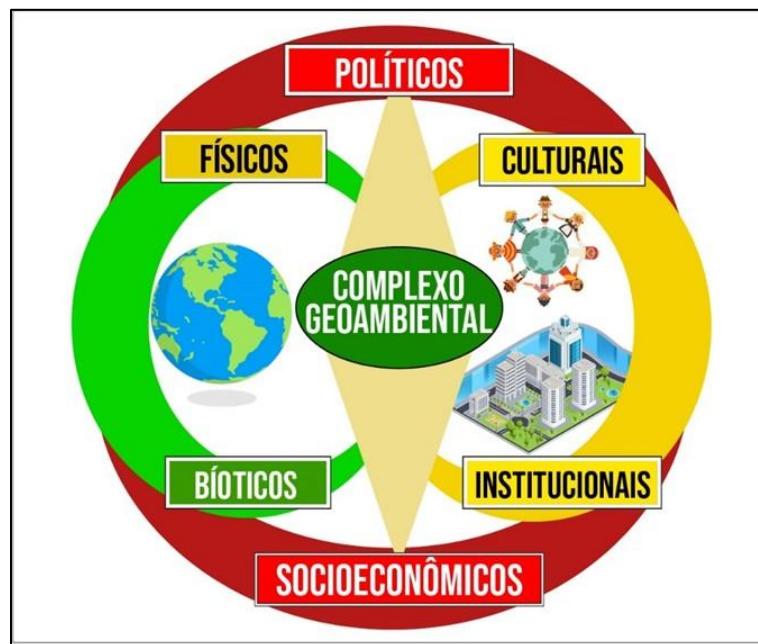
proporcionando ao leitor visualizar a paisagem da BHRC em sua completude, bem como de seus elementos constituintes.

### 3.1.2.1 Caracterização do Complexo Geoambiental da BHRC.

O primeiro objetivo específico pretendeu caracterizar o Complexo Geoambiental da BHRC, em seus aspectos de clima-hidrografia, geologia-geomorfologia, pedobiogeográficos e Uso e cobertura das Terras/Socioeconomia. O Complexo Geoambiental se refere a um “um conjunto dos processos e inter-relações dos fatores que compõem o ambiente, envolvendo, além dos componentes físicos e bióticos, também os socioeconômicos, políticos, culturais e institucionais” (Santos, 2015, p. 6709-6710).

Assim, para nós, a ótica do Complexo Geoambiental mostrou-se capaz de aproximar a pesquisa ao contexto ambiental (realidade) presente na BHRC. Optou-se por pensar a água como um elemento transversal na caracterização do Complexo Geoambiental. Por isso, as análises dos dados morfométricos encontram-se ao longo de toda a caracterização geoambiental da bacia. Também optamos em adaptar para a pesquisa a dimensão do Uso e Cobertura das Terras/Socioeconomia, proposta pelo Complexo Geoambiental. Entendemos que, nesta etapa, ficou mais pertinente aos objetivos da pesquisa analisar o processo histórico de apropriação do espaço e o delineamento do uso e cobertura das terras na BHRC (Figura 4).

Figura 4 - Complexo Geoambiental: sistemas físicos-naturais – humanos acoplados.



Elaboração: Jémison Mattos dos Santos (2017).

Fonte: Souza (2022).

As diretrizes propostas pelo autor, com relação aos atributos físicos, naturais e socioespaciais, sem abordar os aspectos culturais e institucionais preconizados por ele, podem ser observadas a seguir:

- **Clíматo-Hidrográfico.** Consiste na identificação dos elementos e fatores climáticos (parâmetros), incluindo a pluviometria, com base em análise de dados climáticos globais (*Worldclim*) e locais (redes de estações climatológicas), índice de aridez, balanço de águas (hídrico). Considera a análise hidrográfica e dos recursos de água doce superficial e ocasionalmente os mananciais de água subterrânea. É importante ressaltar que nesta etapa existem inferências sobre a hidrologia da área de estudo, sendo que os dados referentes às vazões foram tratados de acordo com Gonçalves 2020; 2019; 2019a; 2019b; 2019c; 2016; 2015a; 2015b; 2014, 2023a, 2023b, 2023c.
- **Geologia-Geomorfologia.** Apresentação e análise da distribuição espacial dos litótipos (crono-litoestratigrafia) e associação para identificar a distribuição e as formas do modelado ocorrentes, os processos morfogenéticos e dinâmica associada, que categoricamente estrutura a

paisagem. Destacamos, nesta etapa, a constituição do embasamento, bem como as unidades geomorfológicas da bacia. Também entendemos como necessário tratar da hidrogeologia da área de estudo, tendo em vista a sua importância para entender de que forma se comporta o processo de infiltração da água, seja nos períodos de chuvas ou simplesmente na relação da drenagem com o aquífero.

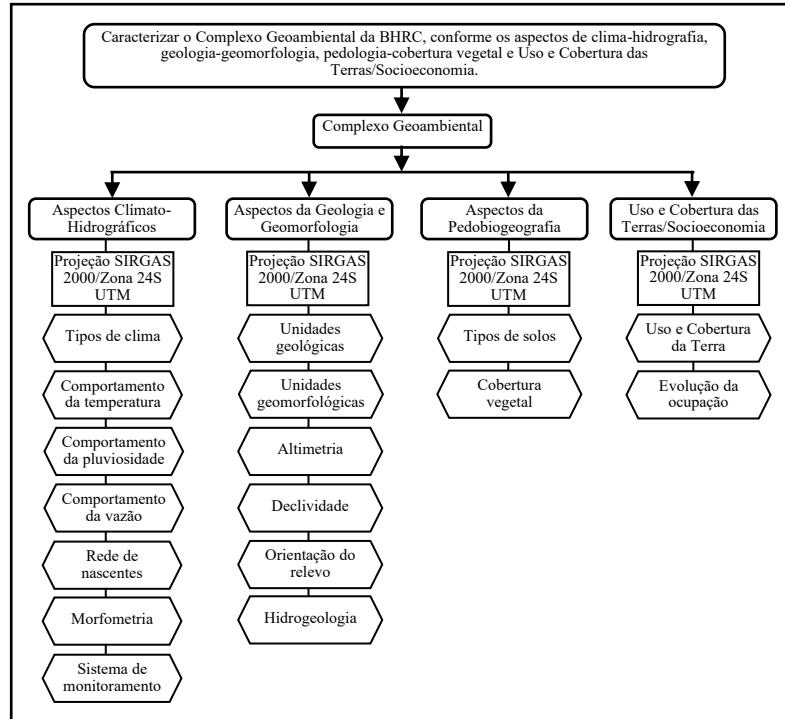
- **Pedobiogeografia<sup>4</sup>.** Apresentação dos tipos de solos e as condições morfo-pedológicas, a partir da identificação e distribuição na bacia. Realização de avaliações da densidade real e aparente, porosidade, estabilidade dos agregados. Análises físicas e químicas dos perfis selecionados. Identificação dos principais tipos vegetacionais, considerando os aspectos biogeográficos/fitogeográficos (fauna e flora). Centramos atenção nas características dos tipos de solos existentes na bacia, sobretudo em relação ao grau de porosidade e a correlação com a cobertura vegetal existe.
- **Uso e cobertura das Terras/Socioeconomia.** Avaliação/análises do uso e cobertura das terras, da diversidade de formas e dos processos espaciais. Apresentação dos usos e cobertura vegetal característicos a partir de sua identificação, bem como o grau de proteção para cada tipo de cobertura. Neste caso, discorremos também sobre o processo histórico de apropriação do espaço na área de estudo, buscando contribuir para a compreensão da evolução temporal das mudanças na bacia e consequentemente para a investigação dos estados dos geossistemas ao longo do tempo.

A Figura 5 demonstra o percurso metodológico para o atendimento do primeiro objetivo, com base na caracterização do Complexo Geoambiental (Figura 5).

---

<sup>4</sup> Nesse estudo não foram trabalhados os aspectos da fauna, apenas do solo e da cobertura vegetal.

Figura 5 - Percurso metodológico para atender ao primeiro objetivo.



Fonte: Souza (2022). Produção do autor.

### ➤ Procedimentos para os aspectos Clímato-Hidrográficos

A concepção de clima de Monteiro (1978) embasou nosso entendimento nesse tópico. A partir disso, foram investigados os principais sistemas climáticos que influenciam a BHRC, buscando evidenciar os tipos de clima, bem como suas características de variabilidade de temperatura e pluviosidade ao longo do ano, no sentido de compreender a interação do clima local com as particularidades dos processos hidrográficos e hidrológicos, concorrentes à bacia, sem perder de vista a influência da ação humana, a exemplo dos barramentos, no comportamento das vazões na dimensão temporal analisada. Para verificar a morfometria, lançamos mão das características geométricas – bacia e sub-bacias – e da rede de drenagem da BHRC (Quadro 2).

Quadro 2 - Parâmetros morfométricos para os aspectos de clima e hidrografia.

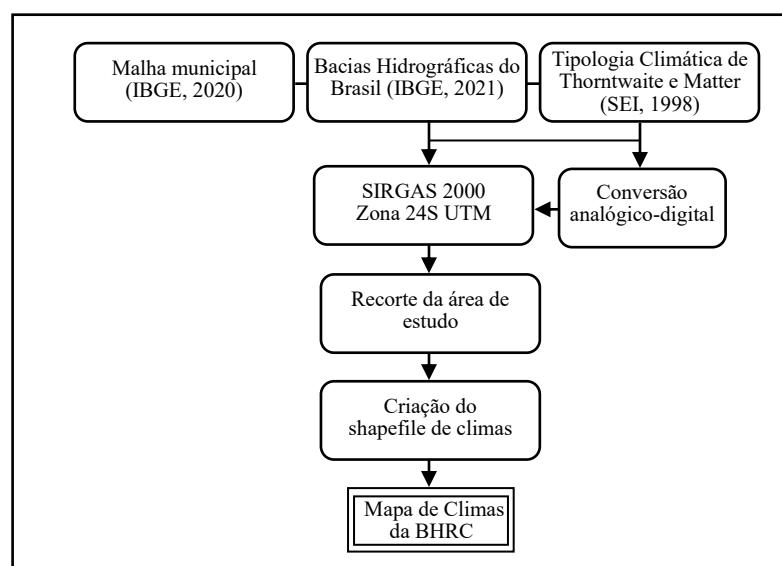
Parâmetros morfométricos	Parâmetros da drenagem
Área de drenagem (A)	Extensão do curso d'água mais longo (L)
Perímetro (P)	Comprimento do canal axial (comprimento da bacia) (L')
Coeficiente de Compacidade (Kc)	Comprimento total da drenagem (Lt)
Fator de Forma (K <sub>f</sub> )	Número de segmentos de rios (N <sub>t</sub> )
Índice de Circularidade (I <sub>c</sub> )	Densidade de Drenagem (D <sub>d</sub> )

Padrão de drenagem	Densidade Hidrográfica (Dh) Ordem dos cursos Índice de Sinuosidade (Is) Extensão Média do Escoamento Superficial (Lm)
--------------------	--

Fonte: Produção do autor.

O mapa de tipos de clima foi elaborado a partir dos dados vetoriais da Malha dos municípios do Brasil (IBGE, 2020), Bacias Hidrográficas do Brasil (IBGE, 2021) e da Tipologia Climática de Thorntwaite e Matter (SEI, 1998). Depois de construir uma camada máscara, delimitando a área de estudo (IBGE, 2021) e posteriormente transformando-a para o Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) adequado ao trabalho, foi realizado o recorte do vetor (SIRGAS 2000<sup>5</sup>) da classificação climática da Bahia, segundo Thorntwaite e Matter (SEI, 1998). Ressaltamos que a SEI disponibiliza a Tipologia Climática de Thorntwaite e Matter apenas no formato PDF. Sendo assim, foi necessário fazer a conversão analógico-digital, onde foram determinados quatro pontos de controle e posterior georreferenciamento. Após isso, foi criada uma camada vetorial dos climas da BHRC. O percurso metodológico está na Figura 6.

Figura 6 - Percurso metodológico para o mapa de tipos de clima da área de estudo.

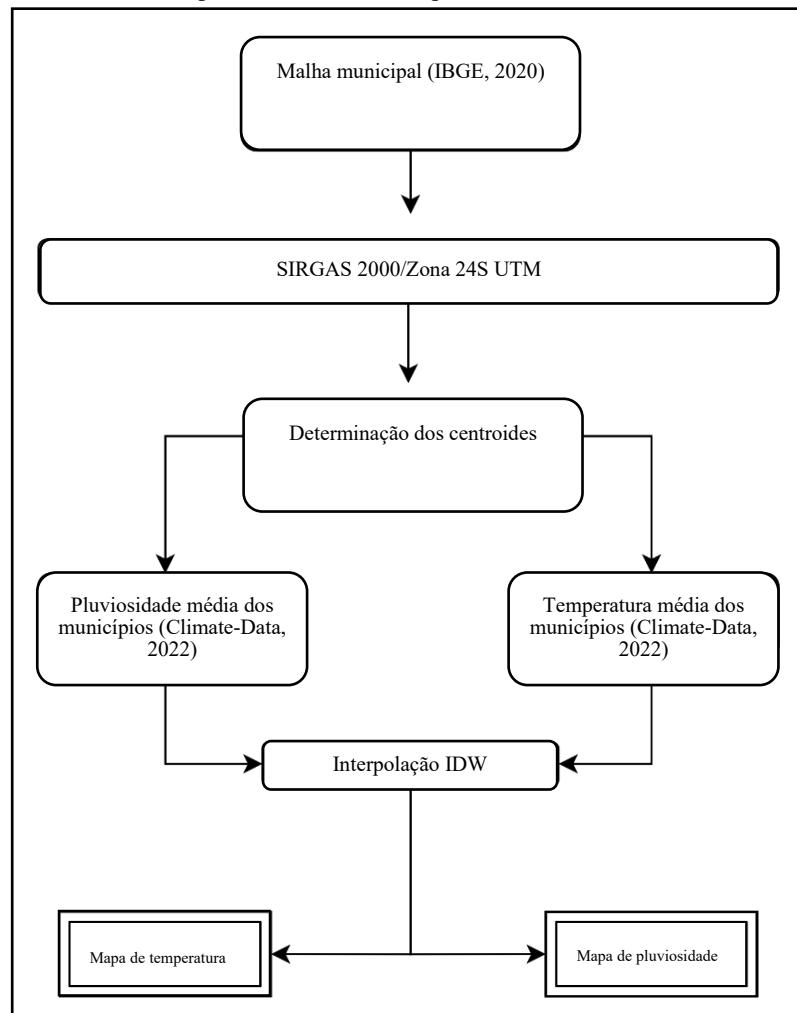


Fonte: Produção do autor.

<sup>5</sup> Sistema de referência geodésico adotado pelo Brasil.

Para os mapas, referentes à variação de pluviosidade e temperatura na BHR, foram realizadas três etapas: a) foram baixados os dados de 1991 a 2021 no banco de dados do *climate-data.org*, que se constitui em um banco de dados climáticos mundial, fornecendo informações sobre pluviosidade e temperatura, através da internet, para as cidades do mundo. Esses dados provêm de um modelo climático referenciado no projeto *OpenStreetMap* e são atualizados regularmente. Em estudo realizado por Lima e Oliveira (2021), buscando a validação estatística destes dados no estado do Ceará, comparando-os com dados das estações meteorológicas do INMET, foi constatada forte correlação entre os dados das estações e os estimados pelo *climate-data.org*; b) a partir do vetor (*shapefile*) da Malha dos municípios do Brasil (IBGE, 2020), foi feita a reprojeção para o SRC do trabalho e depois o recorte da área de estudo. Então, foram extraídos os centroides dos polígonos correspondentes aos municípios que compõem a BHRC, bem como aqueles municípios adjacentes, criando, dessa forma, um vetor de pontos, onde foram agregados os dados de pluviosidade e temperatura dos municípios para posterior interpolação. Então, procedeu-se com a edição da Tabela de Atributos, calculando as coordenadas de cada centroide, mediante a Calculadora de Campo; c) usando o método de Ponderação pelo Inverso da Distância (IDW), foi realizada a interpolação, utilizando o tamanho do pixel de 20 m (Figura 7).

Figura 7 - Percurso metodológico para identificar a variação da pluviosidade e da temperatura na BHR.

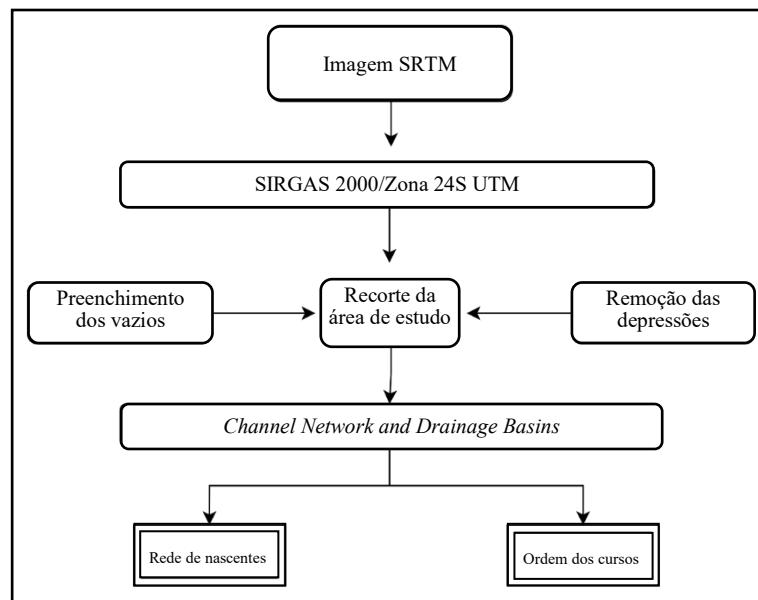


Fonte: Produção do autor.

A mensuração do comportamento da vazão na BHRC foi realizada de acordo com Gonçalves (2020). Já a identificação da rede de nascentes e a ordem dos canais pertencentes à bacia, foram realizadas de acordo com dados da ANA (2023a; 2012), assim como a rede de monitoramento pluviométrica e fluviométrica. Depois de acessar a imagem *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) (ASF, 2022), ela foi reprojetada para o SRC da pesquisa e, a partir da caixa de ferramentas do QGIS, foi realizado o preenchimento dos pixels sem dados e remoção das depressões. Então, foi empregada a ferramenta *Channel Network and Drainage Basins* para a identificação da ordem dos canais e da rede de nascentes existente na BHRC. A ordem da bacia foi definida com base na metodologia proposta por Strahler (1957), em que o autor afirma que os canais sem tributários são de primeira ordem, sendo

que a confluência de dois canais de primeira ordem origina um canal de segunda ordem, que recebem afluentes apenas dos canais de primeira ordem. Em consequência, a confluência de dois canais de segunda ordem origina um canal de terceira ordem, que pode receber afluentes das ordens anteriores, e assim por diante. Dessa forma, se define a ordem da bacia pela maior ordem dos canais da rede de drenagem. Quanto aos resultados referentes à morfometria, foram resultantes do uso da Calculadora de campo das respectivas Tabelas de atributos dos *shepfiles* utilizados para cada caso (Figura 8).

Figura 8 - Percurso metodológico para a identificação da rede de nascentes da ordem dos canais na BHRC.



Fonte: Produção do autor.

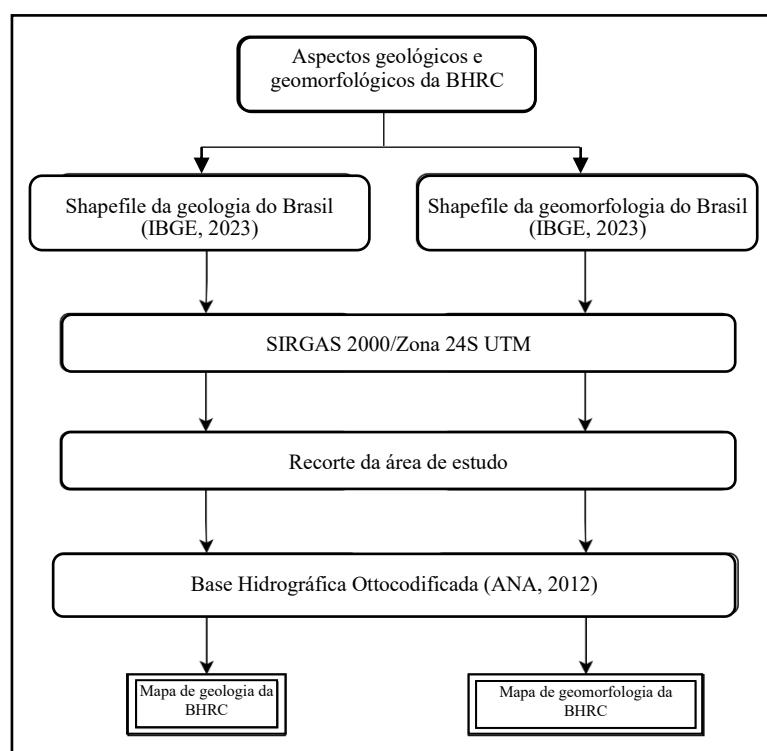
### ➤ Procedimentos para os aspectos da Geologia-Geomorfologia

Esse ponto confluui geologia, geomorfologia e hidrogeomorfologia da bacia. o intuito foi compreender a formação do embasamento (unidade geológicas) que compõe a área de estudo no tempo e no espaço, além dos processos endógenos e exógenos que permitiram a constituição de seu relevo (unidades geomorfológicas). Foi importante também identificar a característica do embasamento, isto é, se o tipo de estrutura era cristalina ou sedimentar, no intuito de entender de que forma a água infiltra e abastece o aquífero.

A identificação da orientação (iluminação) do relevo nos deu a possibilidade de perceber as áreas de maiores perdas de umidade na bacia por evaporação e a constatação das áreas de anomalias no leito do rio principal, foi providencial para percebermos o grau de equilíbrio do rio.

A construção dos mapas de geologia e geomorfologia foi realizada mediante dados do IBGE (2023). O primeiro passo foi acessar na página do IBGE os dados vetoriais (*shapefile*) do mapa de geologia do Brasil, na escala de 1:250.000 e posteriormente reprojetar para o SRC de interesse. Então, foi realizado o recorte da área pela camada máscara, onde foi associada a drenagem existente na bacia. No caso da geomorfologia, foi seguido o mesmo itinerário, obtendo dados do IBGE (2023a) também na escala 1:250.000 (Figura 9).

Figura 9 - Percurso metodológico para a identificação dos aspectos geológicos e geomorfológicos da BHRC



Fonte: Produção do autor.

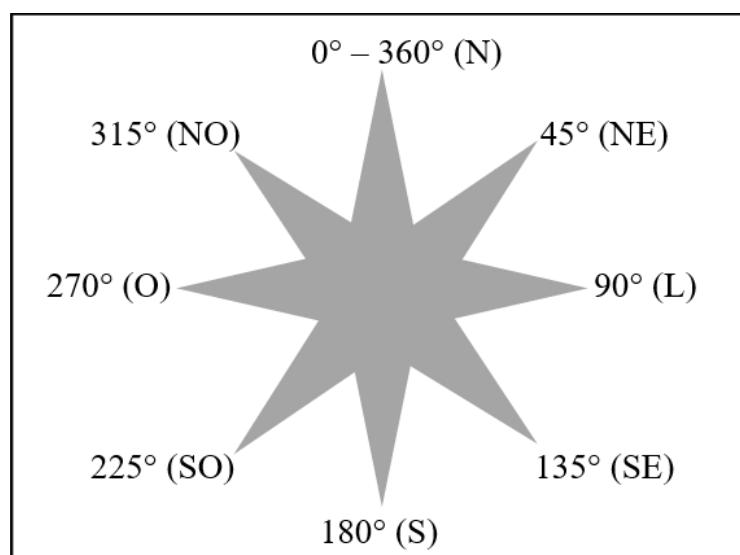
A hipsometria da área de estudo foi identificada mediante aquisição do arquivo no formato *raster* SRTM (ASF, 2022), na página do *Copernicus Browser*. Depois de reprojetar para o SRC de interesse, foi realizada uma Reclassificação por Tabela, classificando as altitudes de 100 m em 100 m, para posteriormente gerar uma

classificação de simbologia de banda simples falsa cor. O próximo passo foi recortar a área de estudo e gerar o *layout*. Já para a mensuração da declividade, foi utilizado o mesmo arquivo *raster* SRTM, no qual foi realizada a correção das depressões, utilizando a ferramenta *r.fill.direct*. Posteriormente, foi gerada uma Reclassificação por Tabela, considerando as faixas de declividade, conforme a Embrapa (1979). A partir daí, gerou-se uma classificação de simbologia de banda simples falsa cor. O próximo passo foi recortar a área de estudo e gerar o *layout*.

O mapa de iluminação do relevo é mais uma possibilidade de representação do relevo. A variável representada, pois, é uma simulação do nível de luz que o relevo reflete ao ser iluminado pelo sol, situado em uma posição geográfica determinada. Aquelas áreas com maior declividade expostas ao sol refletirão mais luz e serão, dessa forma, mais visíveis. Por outro lado, as áreas localizadas nas encostas não iluminadas diretamente pelo sol aparecerão escuras, já que não refletirão luz.

Assim, o mapa de orientação do relevo foi obtido a partir da ferramenta *Hillshade* (Caixa de Ferramentas de Processamento do QGIS), com imagem do tipo *raster* SRTM (ASF, 2022), ângulo azimutal de 315°, ângulo de elevação do sol de 45°. A grade de iluminação do terreno foi reclassificada para oito classes: N – NE (0° a 45°), NE – E (45° a 90°), E – SE (90° a 135°), SE – S (135° a 180°), S – SO (180° a 225°), SO – O (225° a 270°), O – NO (270° a 315°), NO – N (315° a 360°) (Figura 10).

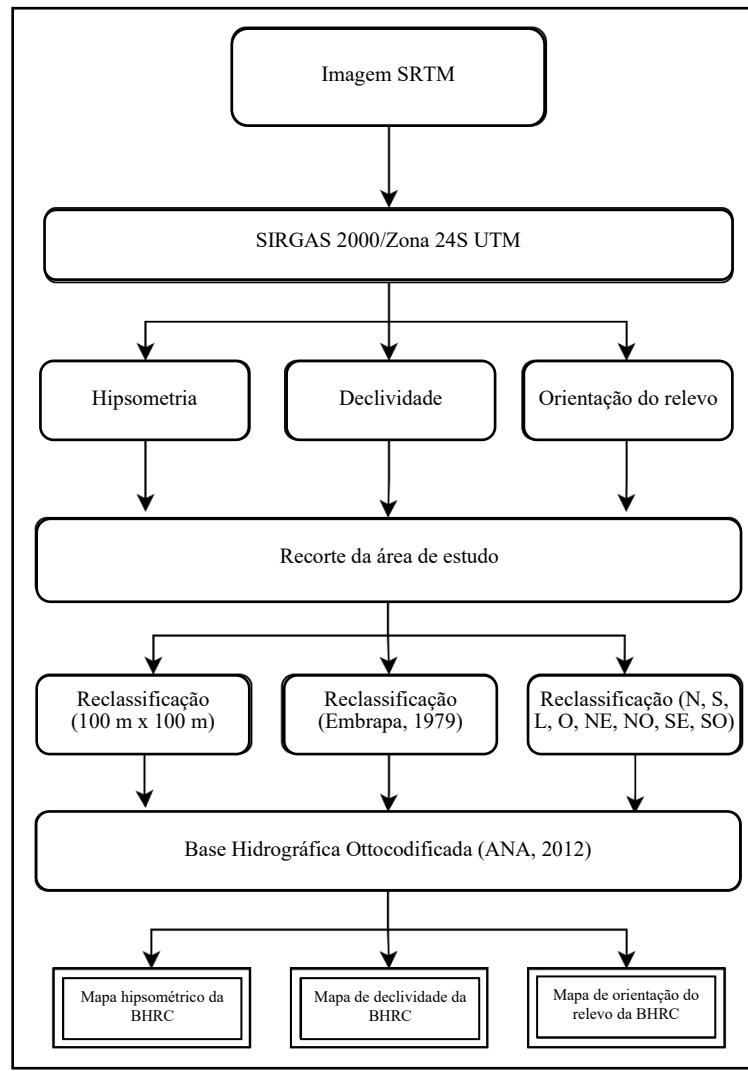
Figura 10 - Classes da grade de iluminação do terreno na BHRC.



Fonte: Produção do autor.

O percurso metodológico para o levantamento da hipsometria (altimetria), declividade, bem como orientação do relevo está esquematizado na Figura 11.

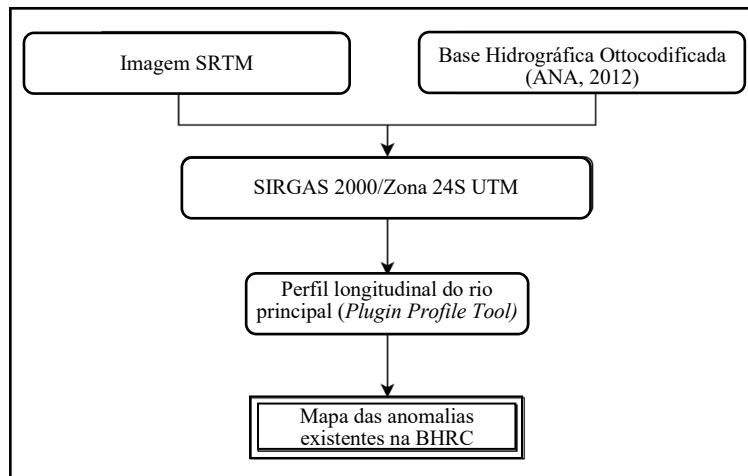
Figura 11 - Percurso metodológico para os mapas de hipsometria, declividade e orientação do relevo na BHRC.



Fonte: Produção do autor.

Com relação às anomalias existentes na bacia, foi utilizado como base a observação do perfil longitudinal do rio principal, com a curva de melhor ajuste, além do *raster* SRTM (ASF, 2022) e a Base Hidrográfica Ottocodificada, fornecida pela ANA (2012) (Figura 12).

Figura 12 - Percurso metodológico para o mapa de anomalias na BHRC.



Fonte: Produção do autor.

A variação da altitude em relação à distância, permite a construção do Perfil Longitudinal do rio, possibilitando a constatação do gradiente altimétrico. Assim, esse perfil está intimamente ligado ao relevo, pois corresponde à diferença de altitude entre a nascente e a foz ou confluência com outro rio. Por isso, ao analisar o perfil longitudinal, é possível constatar sua declividade ou gradiente altimétrico, pois se trata de uma relação visual entre a altitude e o comprimento de um determinado curso d'água (Souza; Souza; Goldfarb, 2011). De forma prática, o perfil longitudinal de um rio apresenta a relação existente entre a variação altimétrica e o comprimento do mesmo desde a nascente até a foz ou ponto de confluência (Souza; Souza; Goldfarb, 2011).

A curva resultante desse processo apresenta “conformação logarítmica, concavidade para cima e assíntotas longas” (Acklas; Etchebehere; Casado, 2003, p. 66). Também é possível identificar o alto curso, médio curso e baixo curso do rio, além de áreas de soerguimento e subsidência. Estas áreas denotam pontos de desequilíbrios no rio ou anomalias (Guedes *et al*, 2006), que estão associadas à confluência de rios tributários que possuem caudal expressivo, às alterações do nível de base (eustasia, por exemplo, a heterogeneidades no substrato rochoso ou processos neotectônicos deformacionais, como falhas, soerguimentos ou subsidências) (Acklas; Etchebehere; Casado, 2003).

Lembrando que os rios em equilíbrio apresentam a curva de seu perfil longitudinal mais ajustada a um modelo teórico (linha de melhor ajuste), não

apresentando nenhum processo de ascensão ou de subsidência, pois o rio em equilíbrio não entalha nem deposita, sendo mero agente de transporte (Fujita *et al*, 2011; Christofoletti, 1980).

A forma de identificar esses pontos de anomalias é mediante a plotagem da curva de melhor ajuste no gráfico do Perfil Longitudinal, sendo que as áreas que se localizam acima da linha de melhor ajuste estão em soerguimento, enquanto aquelas áreas situadas abaixo da linha estão em subsidência (Guedes *et al*, 2006; Souza; Souza; Goldfarb, 2011).

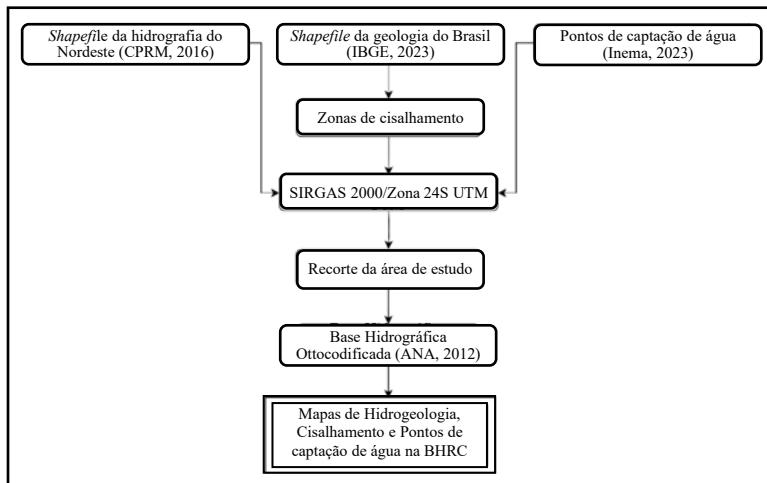
Sabe-se que os rios buscam permanentemente as condições de equilíbrio, através da eliminação das anomalias, seja por erosão do talvegue, por gradação, por migração do *nick point*<sup>6</sup> para montante ou mesmo por alterações no estilo do canal (Guedes, 2014; Guedes *et al*, 2006). Quando se fala em equilíbrio do rio, se refere à relativa estabilidade do comportamento hidráulico da corrente, onde apenas os processos inerentes ao fluxo de carga sedimentar são possibilidos, ocasionando a inexistência de agradação da planície aluvionar nem erosão do talvegue (Acklas; Etchebehere; Casado, 2003; Guedes *et al*, 2006).

Os dados vetoriais para o mapa de hidrogeologia foram adquiridos no banco de informações ambientais do Brasil do CPRM (2016). Tratou-se do *shapefile* do mapa de hidrogeologia do Nordeste brasileiro ao milionésimo, que foi adequado para a escala de trabalho. Após reprojetar para o RSC da pesquisa, foi recortada a área de estudo, pela camada máscara e, então, foi realizada a classificação por categorização e posteriormente associada à drenagem, gerando o mapa de hidrogeologia da bacia. Posteriormente, foram acessados os dados no formato vetorial, referentes às zonas de cisalhamentos do Brasil, na página do IBGE (2023), na escala de 1:250.000. Depois de reprojetar para o SRC de interesse, foi realizado recorte da área de estudo. O próximo passo foi inserir no *layer* os dados referentes à localização dos pontos de captação de água na bacia, fornecidos pelo Inema (2023) (Figura 13).

---

<sup>6</sup> Pontos de inflexão do perfil longitudinal do rio, que implicam mudanças no gradiente do talvegue (Guedes *et al*, 2006).

Figura 13 - Percorso metodológico para o mapa de hidrogeologia da BHRC.



Fonte: Produção do autor.

Os tipos de captação de água na bacia estão associados ao tipo de substrato, de forma que foi valioso destacar onde e de que forma a água é captada. Para isso, foram prospectados dados brutos de outorgas, junto ao INEMA, ainda em estado de tratamento, para posterior divulgação. Esses dados compunham também a destinação das outorgas quanto ao tipo de uso.

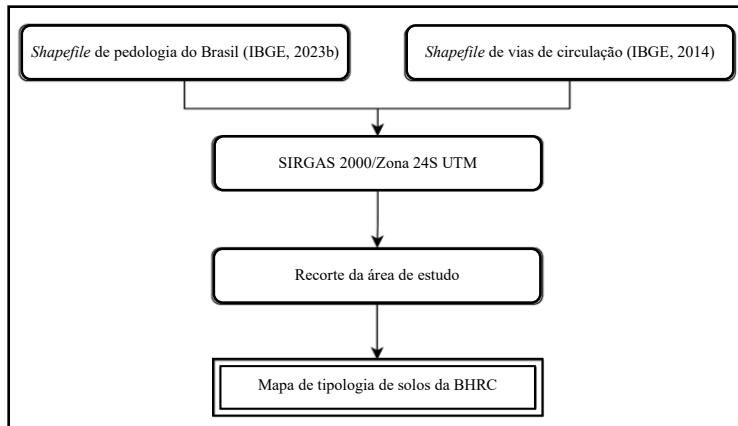
### ➤ Pedobiogeografia

Os solos e a cobertura vegetal são elementos de grande interação e de fundamental importância para a compreensão da paisagem em uma bacia hidrográfica, haja vista que os processos inerentes às drenagens superficial e subsuperficial dependem grandemente desses elementos.

Dessa forma, a identificação dos tipos e distribuição dos solos e da cobertura vegetal na área da bacia, possibilitou identificar e compreender a relação existente entre cobertura vegetal, solos, atuação da geomorfogênese e a drenagem, perspectivando, dessa forma, a evolução da paisagem da bacia.

O ponto de partida para a construção do mapa de tipologia de solos na bacia foi a aquisição do vetor (*shapefile*), referente à pedologia do Brasil (IBGE, 2023b), na escala 1:250.000, juntamente com o vetor (*shapefile*) da logística dos transportes no Brasil (IBGE, 2014), na escala 1:5.000.000. Ambos os dados foram reprojetados e adequados à escala do trabalho para então recortar a área de estudo e produzir o *layer* objetivado (Figura 14).

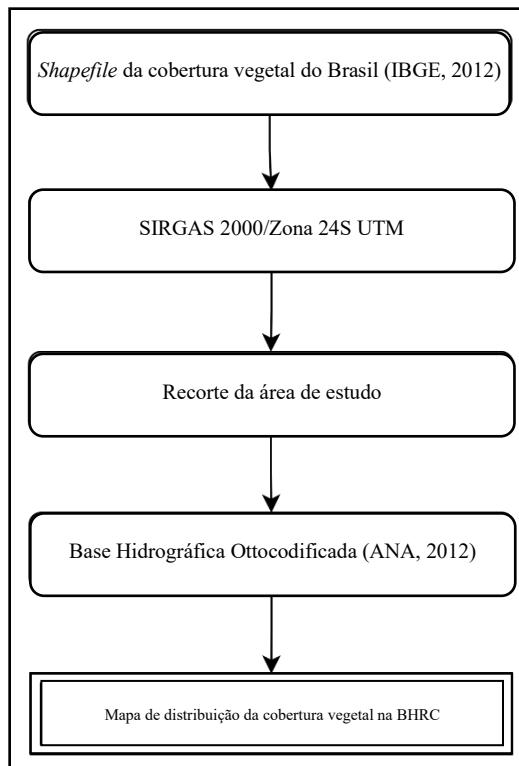
Figura 14 - Percurso metodológico para o mapa de tipologia dos solos da BHRC.



Fonte: Produção do autor.

Para identificar a cobertura vegetal da bacia, foi acessada a página do IBGE, de onde foi baixado o vetor (*shapefile*) da cobertura vegetal do Brasil (IBGE, 2012), na escala 1:250.000. Daí, procedeu-se com a reprojeção, recorte da área de estudo e finalmente a construção do *layer* (Figura 15).

Figura 15 - Percurso metodológico para o mapa de distribuição da cobertura vegetal na BHRC.



Fonte: Produção do autor.

## ➤ Uso e cobertura das Terras/Socioeconomia

A caracterização de uso e cobertura da terra da BHRC foi realizada com os dados fornecidos pelo projeto MapBiomass. Este projeto surgiu no ano de 2015, em São Paulo, a partir de um seminário, quando especialistas da área de sensoriamento remoto e mapeamento de vegetação foram convidados para discutirem como produzir mapas de uso e cobertura da terra para todo o Brasil, com periodicidade anual, de forma mais rápida, barata, atualizada e recuperando o histórico das últimas décadas.

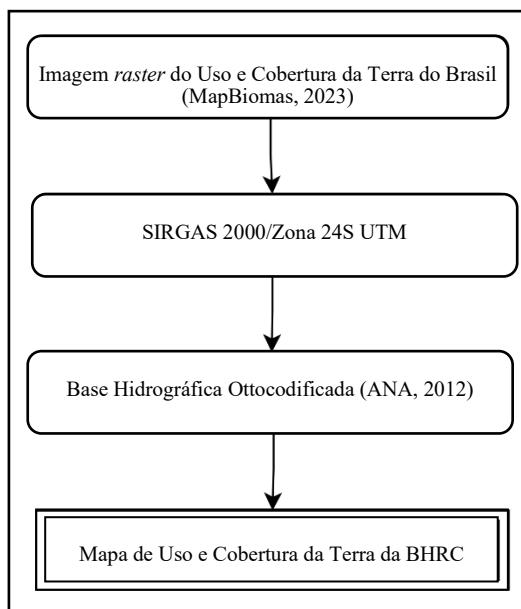
Devido à necessidade de alto processamento e automatização do processo, além de uma gama de especialistas em diversas áreas, foi implementada cooperação técnica com a *Google*, mediante a utilização da plataforma *Google Earth Engine* como fundamento. O treinamento foi realizado em *Mountain View*, na Califórnia.

O projeto envolve uma rede colaborativa, composta por ONGs, universidades, laboratórios e *startups* de tecnologia, que, além do mapeamento anual da cobertura e uso da terra, também realiza o monitoramento mensal da superfície de água e das cicatrizes de fogo, sendo que os dados contemplam a partir de 1985. Além disso, por meio do MapBiomass Alerta, relatórios são elaborados e validados para cada evento de desmatamento detectado no Brasil, a partir de janeiro de 2019.

O conjunto de dados de imagens de satélite utilizado no projeto MapBiomass é composto pelos sensores *Thematic Mapper* (TM), Enhanced *Thematic Mapper Plus* (ETM+) e *Operational Land Imager* (OLI) *Landsat*, a bordo do *Landsat 5*, *Landsat 7* e *Landsat 8*, respectivamente (Souza et al., 2020). O MapBiomass utiliza como fonte dos dados de superfície reflectância o *Tier 1* do *Landsat 8* fornecidos pelo USGS (*U.S. Geological Survey*).

Dessa forma, para a pesquisa em tela, o primeiro passo foi acessar a página do MapBiomass (Coleção 8), de onde fomos direcionados para o *Google Earth Engine*. Então, foi realizado o recorte da área de estudo sobre o mapa de uso e cobertura da terra do Brasil, no formato *Geo Tiff*, sendo que posteriormente, de forma automática, esse recorte foi exportado para o *Google Drive*. A próxima etapa foi trazer os arquivos para o QGIS, reprojetar o *raster* para o SRC da pesquisa, bem como sobrepor a rede hidrográficas e selecionar as classes para, enfim, construir o *layer* (Figura 16).

Figura 16 - Percurso metodológico para o mapa de Uso e Cobertura da Terra da BHRC.



Fonte: Produção do autor.

A evolução da ocupação na BHRC foi realizada também mediante os dados fornecidos pelo projeto MapBiomas. O percurso metodológico seguido para o mapa de Uso e Cobertura da Terra foi o mesmo utilizado para identificar a evolução do Uso e Cobertura da Terra na bacia, nos anos de 1985, 1991, 2000, 2010, 2022. O desejo foi respeitar, na medida do possível, o espaço temporal de 10 anos. No entanto, os dados fornecidos pelo MapBiomas iniciam em 1985 e os mais recentes, à época da pesquisa, foram de 2022, utilizando a Coleção 8. As classes utilizadas na pesquisa constam no Quadro 3.

Quadro 3 - Descrição das classes de Uso e Cobertura da Terra, utilizadas na pesquisa.

Classes	Descrição
Pastagem	Área de pastagem, predominantemente plantadas, vinculadas a atividade agropecuária. As áreas de pastagem natural são predominantemente classificadas como formação campestre que podem ou não ser pastejadas.
Formação Florestal	Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista e Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual e Formação Pioneira Arbórea.
Mosaico de Usos	Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.
Formação Savântica	Savanas, Savanas-Estépicas Florestadas e Arborizadas.
Área Urbanizada	Áreas com significativa densidade de edificações e vias, incluindo áreas livres de construções e infraestrutura.
Rio, Lago e Oceano	Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água.
Mangue	Formações florestais, densas, sempre-verdes, frequentemente inundadas pela maré e associadas ao ecossistema costeiro de Manguezal.

Outras Áreas não vegetadas	Áreas de superfícies não permeáveis (infraestrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes.
----------------------------	--

Fonte: MapBiomas, (2023). Produção do autor.

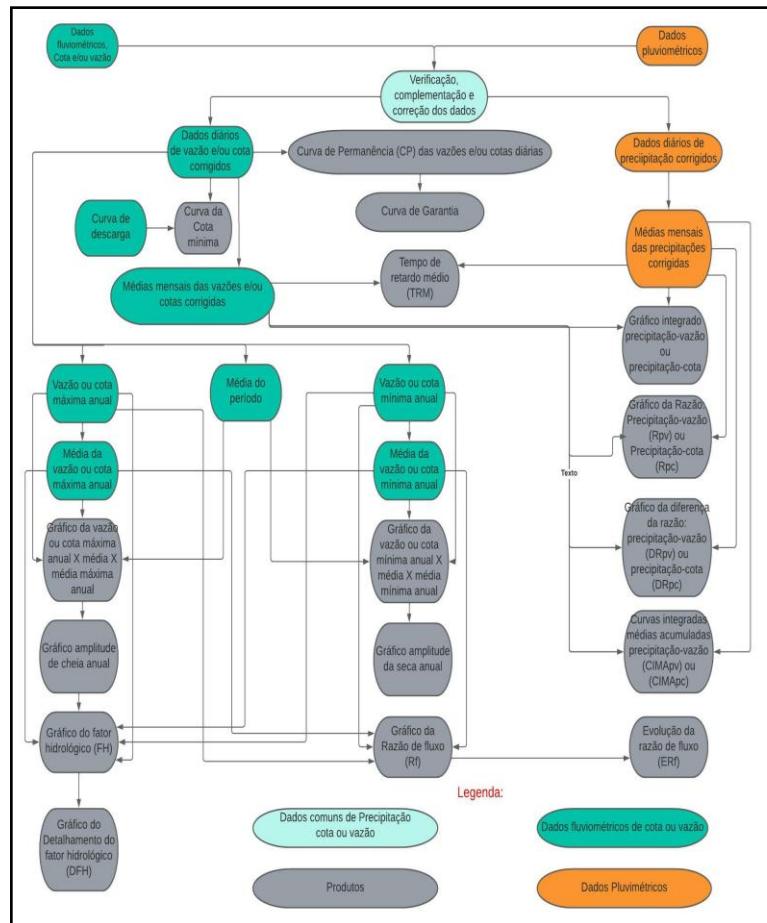
### 3.1.2.2 Caracterização hidrológica da BHRC.

Para a caracterização hidrológica da área de estudo foi utilizada o modelo analítico denominado de Hidrologia Avançada Experimental (HAE). Trata-se de uma metodologia relativamente nova nas análises geográficas, que busca analisar a dinâmica da interferência das precipitações nos processos de vazão, a partir da avaliação quantitativa das águas superficiais em interface com as águas subterrâneas em bacias hidrográficas. É importante ressaltar que o estudo se apropriou dos produtos oriundos da HAE, mediante as necessidades encontradas no decorrer da pesquisa.

Essa metodologia foi idealizada pelo geólogo e ambientalista baiano Mário Jorge de Souza Gonçalves, tendo produzido diversos trabalhos na perspectiva desta metodologia, a exemplo de Gonçalves (2020; 2019; 2019a; 2019b; 2019c; 2016; 2015a; 2015b; 2014).

A HAE possibilitou desvendar inúmeras nuances da área de estudo que se consubstanciaram como ineditismo para as pesquisas desenvolvidas com o mesmo objeto deste estudo. A dinâmica interacional dos elementos constituintes da bacia, proposta pela HAE, possibilitou a eclosão de um retrato profundo e fiel da evolução da bacia, bem como os possíveis desdobramentos das intervenções socioespaciais existentes (Figura 17).

Figura 17 - Fluxograma da Hidrologia Avançada Experimental.



Fonte: Gonçalves (2020), adaptado.

A aplicação da metodologia HAE se deu por meio dos seguintes procedimentos:

1. O primeiro passo foi a escolha das estações pluviométricas e fluviométricas. A estação pluviométrica selecionada foi a que existiam dados disponíveis que atendiam à dimensão temporal objetivada, localizada mais próxima da nascente da BHRC, enquanto a estação fluviométrica escolhida foi a situada mais à jusante, considerando também a disponibilidade de dados pela estação, de acordo com a necessidade da pesquisa. Os dados pluviométricos e fluviométricos foram acessados e baixados na página da ANA, na plataforma *Hidroweb*, verificando, como já dito, a existência de uma série histórica que abarcasse os objetivos da pesquisa, sendo que foram priorizadas as linhas com nível de consistência 2 (dados consistidos). Os dados com nível de consistência 1 foram utilizados no caso da não existência desses com nível de consistência 2. O segundo passo consistiu na organização dos dados e cotas em ordem crescente de data, preenchendo as lacunas e

as linhas ausentes, de forma que existisse todos os meses dos anos selecionados. As linhas repetidas, na planilha de cotas e de vazão, foram eliminadas. O preenchimento das lacunas dos dados de cotas foram os primeiros a serem realizados e os de vazão posteriormente. O tratamento dos dados foi a partir do Editor de Planilha *Microsoft Excel*.

O preenchimento das lacunas de cotas foi realizado mediante o cálculo da razão da progressão aritmética (P.A.) e média aritmética (M.A.). O primeiro caso agrupa as situações em que existam mais de um espaço vazio (carência de dados num período superior a um dia). O procedimento foi subtrair os valores das extremidades, dividindo-o pelo número de espaços vazios mais 1. O resultado da divisão se constituiu na razão de uma Progressão Aritmética (PA), que é crescente quando o valor inicial é menor do que o valor final e decrescente quando o valor inicial é maior do que o valor final. Exemplo: no dia 05/03/2010 o valor da cota foi 150 cm e no dia 14/03/2010 de 230 cm. O cálculo seria:  $230\text{ cm} - 150\text{ cm} = 80\text{ cm}$ . O número de lacunas serão então  $14 - 5 = 9 + 1 = 10$  (obs.: sempre é adicionado + 1 ao número de lacunas existentes). Então, a razão foi  $80/10 = 8$ . O valor da cota do dia 06/03/2010 seria  $150 + 8 = 158$ , no dia 07/03/2010 seria  $158 + 8 = 216$  e assim sucessivamente. O segundo caso se relaciona às situações em que exista apenas um espaço sem valor. Nesta situação, o espaço em branco pode ser preenchido utilizando a média aritmética entre os valores imediatamente anterior e posterior. Nos casos em que existiram cotas em branco nos dias em que a vazão tinha valor zero, foi utilizado o valor da cota mínima da curva de descarga, referente ao período correspondente para o preenchimento. Após a conclusão do preenchimento de todas as lacunas, os dados foram consolidados. É importante ressaltar que a consolidação dos dados de vazão ficou para um momento posterior. Ainda nessa etapa, organizamos os dados em três colunas – Data (mensal), Cota (média diária) e Vazão (média diária). Cada Data ocupou o espaço de 31 linhas, uma para cada dia do mês, adequando os meses que possuíam menos dias (Quadro 4).

Quadro 4 - Organização das Cotas e Vazões.

<b>Data</b>	<b>Cota (cm)</b>	<b>Vazão (m<sup>3</sup>/s)</b>
01/03/2021	84	11,87
02/03/2021	84	11,87
03/03/2021	84	11,87
04/03/2021	84	11,87

05/03/2021	84	11,87
06/03/2021	76	8,52

Fonte: Elaborado pelo autor.

2. Geração do Gráfico Geral de Dispersão Vazão X Cota (Curva-chave), abrangendo a dimensão temporal da pesquisa (de 1966 a 2019), com curva de tendência, equação polinomial do 3º grau e Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ), objetivando visualizar a condição geral da estação em análise. A linha de tendência polinomial é usada para representar grandes conjuntos de dados, onde existem oscilações de valores. O  $R^2$  determina o nível de confiabilidade da linha de tendência gerada, quanto mais próximo do 1, mais a linha de tendência está ajustada aos dados. Esse gráfico foi gerado com os dados não consolidados (sem correção) e posteriormente, com os dados consolidados, pois dessa forma, foi possível verificar a confiabilidade da geração de dados na estação.

3. Curva de Descarga. A princípio, foram determinados os períodos a serem analisados, mediante as informações disponibilizadas pela estação, coletadas na plataforma *Hidroweb*. Utilizando os dados da curva de descarga, fornecidos pela estação, foram definidos os períodos a serem analisados na pesquisa. Para os meses em que a delimitação do dia foi inferior a 16 (meses com 30 ou 31 dias), este foi enquadrado no período anterior e caso contrário, no período seguinte. Para o mês de fevereiro, foi considerado o valor de 15 (meses com 28 ou 29 dias) (Quadro 5).

Quadro 5 - Exemplo de dados mediante as informações da Curva de Descarga.

Períodos presentes na Curva de Descarga		Períodos selecionados para o trabalho
Data de início	Data de término	
21/12/1966	15/03/1969	01/1966 a 02/1969
16/03/1969	01/10/1974	03/1969 a 09/1974
02/10/1974	15/12/1978	10/1974 a 11/1978
16/12/1978	24/04/1979	12/1978 a 04/1979
25/04/1979	20/12/1988	05/1979 a 12/1988
21/12/1988	31/07/1994	01/1989 a 07/1994
01/08/1994	31/12/2014	08/1994 a 12/2014
01/01/2015	31/12/2021	01/2015 a 12/2019

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o conhecimento da Curva de Descarga, foi gerado um gráfico de dispersão (Curva-chave) para cada período sem a consolidação dos dados (estes gráficos dos períodos não foram apresentados no trabalho). Na continuação, foi feita a consolidação dos dados de vazão em função dos valores de cotas. É importante ressaltar que nessa etapa foi utilizado o bom senso, no sentido de observar que cotas iguais possuem vazões iguais e que as vazões seguem o sentido crescente ou decrescente, em consonância com as cotas, garantindo uma relação de proporcionalidade. Feita a consolidação da vazão, foi gerado um gráfico Geral de Dispersão Vazão X Cota, de acordo com a dimensão temporal da pesquisa, bem como um gráfico para cada período, destacando que nesse momento os dados estavam todos consolidados. Os gráficos tiveram a curva de tendência com equação polinomial do 3º grau e Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ). Assim, foi possível observar a evolução no tratamento dos dados da estação, mediante a comparação do  $R^2$ , período a período.

4. A partir desse momento foram gerados os produtos para a continuação das análises hidrológicas, tendo em vista que os dados estavam consolidados e sem lacunas.

**4.1. Gráfico da Curva de Cota Mínima:** Este gráfico foi construído relacionando Períodos X Cota Mínima da Régua X Cota Mínima da Água Medida na Régua. Ele nos permitiu verificar se o rio, considerando a estação fluviométrica analisada, estava estável, em processo erosivo ou de sedimentação (assoreamento).

A próxima etapa necessitou determinar o valor médio da série histórica e valores médios mensais de cada período. Também foram organizadas nesse momento as vazões máximas e mínimas anuais, além do cálculo das médias das vazões máximas, médias das vazões mínimas anuais e dos períodos.

**4.2. Gráfico da Vazão Máxima Anual X Média X Média Máxima Anual:** A partir dos valores determinados anteriormente, foi possível entender o comportamento da vazão em relação à média das maiores vazões e a média do período analisado.

**4.3. Gráfico da Vazão Mínima Anual X Média X Média Mínima Anual:** Nesse caso, foi possível entender o comportamento da vazão em relação à média das menores vazões e a média do período analisado.

**4.4. Gráfico da Dinâmica de Estabilidade da Estação Fluviométrica:** Este gráfico possibilitou verificar se na respectiva estação predominam os processos de erosão, de assoreamento ou de estabilidade. Para a construção deste gráfico, foi necessário utilizar os dados da Curva de Descarga da estação analisada, mais especificamente os dados referentes à variação da Cota Mínima da Base da Régua, no decorrer dos respectivos períodos, constates na Curva de Descarga, sabendo que o aumento da Cota Mínima da Base da Régua de um período para outro significa a existência de processo de assoreamento e o contrário significa processo de erosão, enquanto a manutenção da cota significa estabilidade.

**4.5. Gráfico do Fator Hidrológico (FH):** As vazões máximas anuais, mínimas anuais, médias máximas anuais e médias mínimas anuais serviram de subsídio para gerar o FH. Esse gráfico explicitou os momentos em que o rio se apresentou abaixo, acima ou dentro de seus parâmetros considerados normais, em relação às vazões. O Quadro 6 explica as regras utilizadas.

Quadro 6 - Regras para a geração do Fator Hidrológico (FH).

Condição	Valor
Vazão Máxima Anual < Vazão Média Máxima	0
Vazão Máxima Anual > Vazão Média Máxima	1
Vazão Mínima Anual < Vazão Média Mínima	0
Vazão Mínima Anual > Vazão Média Mínima	1

Fonte: Gonçalves, (2014), adaptado.

No Quadro 7 podemos observar um exemplo da aplicação da condição para o cálculo do FH.

Quadro 7 - Exemplo para a geração do Fator Hidrológico (FH).

Exemplo					
Ano	Vazão Máxima Anual (m <sup>3</sup> /s)	Vazão Média Máxima (m <sup>3</sup> /s)	Vazão Mínima Anual (m <sup>3</sup> /s)	Vazão Média Mínima (m <sup>3</sup> /s)	Resultado
2000	194,6	558,9	0,28	0,63	0 + 0 = 0
2001	1.639,8	558,9	0,33	0,63	1 + 0 = 1
2002	814,9	558,9	1,06	0,63	1 + 1 = 2
2003	463,0	558,9	1,83	0,63	0 + 1 = 1

Fonte: Adaptado de Gonçalves, (2014).

A classificação do ano hidrológico foi em Deficitário, Normal ou Excedente, de acordo com o resultado da soma dos valores, encontrados na relação entre as vazões máximas e mínimas, conforme o Quadro 8.

Quadro 8 - Classificação do Ano Hidrológico, segundo o Fator Hidrológico.

Classificação do Ano Hidrológico	Valor (FH)
Ano Excedente	2
Ano Normal	1
Ano Deficitário	0

Fonte: Gonçalves, (2014), adaptado.

**4.6. Gráfico do Detalhamento do Fator Hidrológico (DFH):** Os dados utilizados para cálculo do FH serviram de subsídio para gerar o DFH, observando uma especificidade, que ocorre apenas nos anos de Classificação Hidrológica Normal, ou seja, com valor 1 (um). Nesse caso, foi somado 0,5 (meio ponto) para a situação em que a Vazão Média Mínima seja maior do que a Vazão Mínima Anual e subtraindo 0,5 (meio ponto) em caso contrário. Dessa maneira, foi possível indicar se os anos com Classificação Hidrológica Normal tendem para a excedência ( $1+0,5=1,5$ ) ou se tende para o déficit ( $1-0,5=0,5$ ).

**4.7. Geração do Gráfico da Curva de Permanência (CP):** Os dados envolvidos nessa etapa foram as vazões diárias organizadas em ordem decrescente. Essas vazões foram percentualizadas, de forma que o gráfico resultante conteve no eixo y as vazões e em x os percentuais. Assim, o gráfico externou o percentual de dias da permanência anual de cada vazão demonstrada, dentro do período analisado. A curva de permanência pode ser entendida como um hidrograma onde as vazões são organizadas em ordem de magnitude, permitindo, dessa forma, observar a potencialidade natural do rio, com destaque para a vazão mínima, bem como o grau de permanência de qualquer valor de vazão (PINTO; HOLTZ; MARTINS, 1973). Assim, a curva de permanência é a “curva acumulativa de frequência da série temporal contínua dos valores das vazões” (PINTO; HOLTZ; MARTINS, 1973, p. 145.)

**4.8. Geração do Gráfico da Curva de Garantia:** Para isso, os dados de vazão foram organizados de forma decrescente e a garantia de forma crescente (0% a 100%). A cada dez pontos percentuais da garantia, foi associado o valor da vazão, de

forma que o maior valor da vazão ficou associado à garantia 0% e o menor valor à garantia 100%. Esse gráfico foi construído para a dimensão temporal da pesquisa e para cada período. O mesmo permitiu verificar o percentual de garantia das vazões analisadas na estação. Foi possível também identificar qual a vazão garantida para a concessão de outorgas, bem como para a diluição, transporte ou disposição final de efluentes pelo rio. Esses resultados foram confrontados com o Q<sub>90</sub> da Bahia.

O Q<sub>90</sub> significa as vazões que se mantém em determinado patamar, pelo menos, 90% do tempo analisado em uma dada estação. O Decreto Estadual Nº 6.296 DE 21 DE MARÇO DE 1997, que dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos, infração e penalidades e dá outras providências, além das Instruções Normativas 01 e 03 de 2007 (BAHIA, 2007a; BAHIA, 2007b), balizaram as análises. Importante ressaltar também que foram construídos, para a dimensão temporal e para os períodos, os gráficos da Evolução da Garantia, indicando se houve aumento ou diminuição das vazões garantidas.

**4.9. Tempo de Retardo Médio (TRM):** Essa variável permitiu conhecer o tempo necessário para que a água oriunda de uma precipitação leva para que toda a bacia contribua para o deflúvio no exutório. Gonçalves (2019c), aponta a existência de dois tipos de bacias hidrográficas: Tipo 1, bacias impermeáveis, se caracterizando como aquelas bacias em que o tempo de retardo médio é  $\leq 30$  dias; e Tipo 2, bacias permeáveis, que são aquelas bacias em que o tempo de retardo médio é  $\geq 30$  dias. Essa classificação está associada a fatores que interferem na dinâmica geoambiental da bacia, divididos em Climáticos e Fisiográficos. O primeiro considera a frequência, intensidade e duração das precipitações, bem como as condições antecedentes. O segundo está associado a área e forma da bacia, cobertura vegetal, permeabilidade, capacidade de infiltração, geologia, topografia e intervenções socioespaciais, como a construção de obras hidráulicas.

**4.10. Gráfico da Amplitude da Secas Anual:** Esse gráfico permitiu verificar em quais anos ocorreram secas hidrológicas de pequena, média e grande amplitudes (Quadro 09). Envolve Vazão Mínima Anual, Vazão Média Mínima, 2/3 da Vazão Média Mínima, 1/3 Vazão Média Mínima.

**4.11. Gráfico da Amplitude de Cheias Anual:** A partir da construção deste gráfico foi possível observar os anos em que ocorreram as cheias hidrológicas, bem

como se as mesmas foram de pequena, média ou grande amplitude (Quadro 9). As variáveis envolvidas são: Vazão Média e Vazão Média Máxima.

Quadro 9 - Procedimentos para a geração dos gráficos de Amplitude de Secas e Cheias.

AMPLITUDE	Limites da Seca Hidrológica	Limites da Cheia Hidrológica
<b>Pequena</b>	$VM_{min} - \geq 2/3 VM_{min}$	$VM_{max} - \leq 3/2 VM_{max}$
<b>Média</b>	$\leq 2/3 VM_{min} - \geq 1/3 VM_{min}$	$\geq 3/2 VM_{max} - \leq 2VM_{max}$
<b>Grande</b>	$< 1/3 VM_{min}$	$> 2VM_{max}$

Fonte: Gonçalves (2016; 2020), adaptado.

**4.12. Gráfico da Razão de fluxo (Rf):** A Razão de fluxo constitui-se em uma relação entre as vazões máximas anuais e médias máximas do período analisado, além das vazões mínimas anuais e médias mínimas do período analisado. Permite observar a permanência da água na calha do rio, possibilitando inferir quanto à perenidade ou intermitência deste. Deve-se analisar um período de pelo menos 30 anos.

$$1)$$

$$V_{max}-VM_{max} = X'$$

$$V_{max}-VM_{max} = Y'$$

$$2)$$

$$V_{min}-VM_{min} = X''$$

$$V_{min}-VM_{min} = Y''$$

3) Os valores maiores formam  $X'$  e  $X''$ , originando base e altura do triângulo retângulo no plano cartesiano. Então:  $(X' \cdot X'')/2 = S_0$

4) Os valores menores formam  $Y'$  e  $Y''$ , originando base e altura do triângulo retângulo no plano cartesiano. Então:  $(Y' \cdot Y'')/2 = S_1$

$$5) Rf = S_0/S_1$$

Onde:

$V_{max}$  = Vazão Máxima Anual

$VM_{max}$  = Vazão Média Máxima do Período

$V_{min}$  = Vazão Mínima Anual

$VM_{min}$  = Vazão Média Mínima do Período

$Rf$  = Razão do fluxo

Para Gonçalves (2015b), a partir da  $Rf$  os rios podem ser classificados de quatro formas, a saber: Excedentes, típico de cursos hídricos perenes; Deficitários,

característico de cursos hídricos temporários; e Normais Excedentes e Normais Deficitários, que são transições entre os dois primeiros tipos (Quadro 10).

Quadro 10 - Classificação do fluxo de um rio segundo a Razão do Fluxo (Rf).

RAZÃO DO FLUXO (Rf)	CLASSIFICAÇÃO DO FLUXO NO RIO
<2	Excedente
≥2 e <4	Normal Excedente
≥4 e <10	Normal Deficitário
≥10	Deficitário

Fonte: Gonçalves, (2015b).

**4.13. Evolução da Razão de fluxo (ERf):** Este gráfico comprehende a variação da razão do fluxo ao longo do tempo, permitindo observar o caráter perene e/ou temporário no período considerado. Dessa forma, o gráfico envolve os períodos e as razões de fluxo em cada um deles, sendo gerado para períodos com 30 (trinta) anos ou mais.

**4.14. Gráfico da Razão-Precipitação-Vazão (Rpv):** Esse gráfico associa Precipitação Média Mensal e Vazão Média Mensal, dentro de um período estudado. Indica a quantidade de precipitação necessária para gerar  $1m^3/s$  de vazão média, demonstrando o nível de água do aquífero e, dessa forma, se o aquífero está mais ou menos cheio.

**4.15. Gráfico da Diferença da Razão precipitação-vazão (DRpv):** A partir deste gráfico foi possível verificar a relação de influência entre o rio e o seu aquífero, classificando-o em efluente, quando recebe água do aquífero, influente, quando recarrega o aquífero, ou de transição, quando está entre as duas classificações anteriores. Assim, ficou evidente a existência de meses do ano em que o rio tem relação de reciprocidade com o aquífero, mas também os meses em que o rio cede água (influente) ou recebe água do aquífero (efluente), contribuindo para a identificação dos meses propícios a cheias e a secas hidrológicas.

**4.16. Curvas Integradas Médias Acumuladas precipitação-vazão (CIMApv):** Nessa etapa, a CIMApv explicitou a constância e a intensidade da contribuição das precipitações e do aquífero para a vazão do rio. Envolveu o percentual de precipitações e as vazões médias mensais acumuladas. O resultado da CIMApv suscita a investigação da participação do bioma existente nos processos

geoambientais da bacia. Gonçalves (2019) propõe classificação específica para CIMApv (Quadro 11).

Quadro 11 - Classificação de um rio quanto ao fator (precipitação ou aquífero) que mais contribui para a vazão.

Posição relativa e diferença de percentual da curva de precipitação em relação à curva de vazão	Curva do tipo	Grupos	Origem da contribuição principal na formação da vazão	Classificação por intensidade da contribuição da precipitação ou aquífero na formação da vazão
Muito acima $\geq 10\%$	C1, C8, C12, C16	G1	Precipitação	P+ (Maior dependência da Precipitação)
Pouco acima $> 1,5\% < 10\%$	C2, C7, C11, C17	G2		P- (Menor dependência da Precipitação)
Muito abaixo $\leq -10\%$	C3, C5, C10, C18	G3	Aquiáfero	A+ (Maior dependência do Aquífero)
Pouco abaixo $< -1,5\% > -10\%$	C4, C6, C9, C19	G4		A- (Menor dependência do Aquífero)
Muito próximas, quase paralelas ou coincidentes $\leq 1,5\% \geq -1,5\%$	C13, C14, C15	G5	Precipitação e Aquífero	N (Igual dependência da Precipitação e do Aquífero)

Fonte: Gonçalves (2019).

Para a determinação das CIMApv é necessário o conhecimento dos tipos de curvas, considerando o comportamento e a importância da precipitação e do aquífero para a formação da vazão, por isso, Gonçalves (2019c), propõe a classificação prevista no Apêndice C.

### 3.1.2.3 Operacionalização dos Geossistemas da BHRC.

A identificação dos geossistemas, foco do quarto objetivo, foi realizado mediante observações em campo, estudo do perfil longitudinal do rio principal, análise criteriosa do material cartográfico e imagens de satélite, bem como das correlações das demais informações levantadas na pesquisa. As imagens utilizadas foram do CBERS-4A, Sensor WPM (Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura), no nível L4 (imagens ortorretificadas, isto é, apresentam correção geométrica e radiométrica de sistema, refinada pelo uso de pontos de controle e de

um MDE), com resolução temporal de 31 dias e resolução espacial de 8 m (multiespectral) / 2 m (pancromática) fornecidas pelo INPE (Quadro 13).

Quadro 12 - Imagens utilizadas no estudo.

Satélite/Sensor	Data	Id
CBERS-4A/WPM	01/06/2020	324503
CBERS-4A/WPM	02/07/2020	255931
CBERS-4A/WPM	11/08/2020	387775
CBERS-4A/WPM	13/05/2021	518195

Fonte: INPE. Produção do autor.

Os geossistemas identificados na BHRC se consubstanciam em particularizações inscritas na paisagem da bacia. Estas particularizações são formadas por um conjunto de estruturas e de mecanismos, que são apreendidos globalmente e que expõem as consequências das intervenções impostas pela ação social sobre seus elementos e processos. As informações dos censos demográficos, realizados pelo IBGE, foram incorporados à pesquisa, objetivando caracterizar a população da bacia e, sobretudo, proceder com a integração da ação social aos geossistemas da área de estudo.

No caso deste trabalho, a modelização para análise centrou-se na divisão da bacia em Alto, Médio e Baixo cursos como os geossistemas da BHRC, haja vista que essa ótica é de grande disseminação entre os trabalhos que versam sobre a temática aqui trabalhada, contemplando, nesse sentido, os objetivos desta pesquisa.

Dessa forma, para a delimitação dos geossistemas, o primeiro passo foi identificar a localização do curso do rio principal da bacia. Isso foi realizado após a delimitação da bacia e identificação da drenagem, mediante a imagem *raster* SRTM (ASF, 2022), o que foi realizado nos objetivos anteriores. Para tanto, utilizamos os critérios propostos por Christofolletti (1980), quando afirma que o rio principal é formado pela soma dos segmentos que compõem o curso mais longo da bacia, da desembocadura até a nascente.

O próximo passo foi construir o perfil longitudinal do rio, tendo em vista que, como afirma Christofolletti (1980), o perfil longitudinal de um rio demonstra sua declividade ou gradiente, representando visualmente a relação entre a altimetria e o seu comprimento, sendo que o perfil se mostra côncavo para o céu, com declividades

maiores à montante e cada vez menores à jusante. Os cursos d'água que apresentam esse tipo de perfil são considerados como equilibrados (Christofoletti, 1980). O perfil longitudinal é resultado do trabalho executado pelo rio para manter o equilíbrio entre capacidade e competência, de um lado, com o calibre e a quantidade da carga detritica, de outro lado, por toda a sua extensão (Christofoletti, 1980).

Sobre a concavidade do perfil longitudinal do rio, Christofoletti (1980), discute que essa concavidade está relacionada com a diminuição da granulometria da carga detritica transportada pelo rio na direção da jusante, implicando num maior gradiente à montante, a fim de manter a velocidade e a competência suficientes para o transporte de detritos grosseiros. Como a granulometria dos sedimentos vão se afinando à jusante, a velocidade do rio também diminui e justifica uma declividade menor e mais suave, na medida em que o rio consegue transportar sua carga detritica. O autor afirma também que a concavidade do perfil longitudinal do rio decorre da existência de três diferentes regimes ao longo de sua extensão.

- Trecho superior (fase juvenil): área de erosão e coleta de água, o que decorre em maior entalhamento e regressão da cabeceira do rio.
- Trecho intermediário (fase madura): área de transição
- Trecho inferior (fase senil): área de deposição, onde predomina a sedimentação.

Nessa perspectiva, foram adotadas quatro diretrizes para a determinação dos cursos da BHRC, a saber:

- A declividade em cada local reflete as forças de entalhamento e deposição, configurando-se como o declive apto a transportar a carga que lhe é fornecida de montante.
- Na direção da jusante, o rio apresenta aumento da largura, da profundidade e da velocidade.
- O aumento da largura e da profundidade repercute no aumento do raio hidráulico do rio e, de forma concomitante, na redução relativa da resistência exercida pela rugosidade. “A rugosidade do canal representa a resistência ao fluxo, em função da granulometria dos sedimentos, da topografia do leito e do perfil transversal do canal” (Christofoletti, 1980, p. 97).

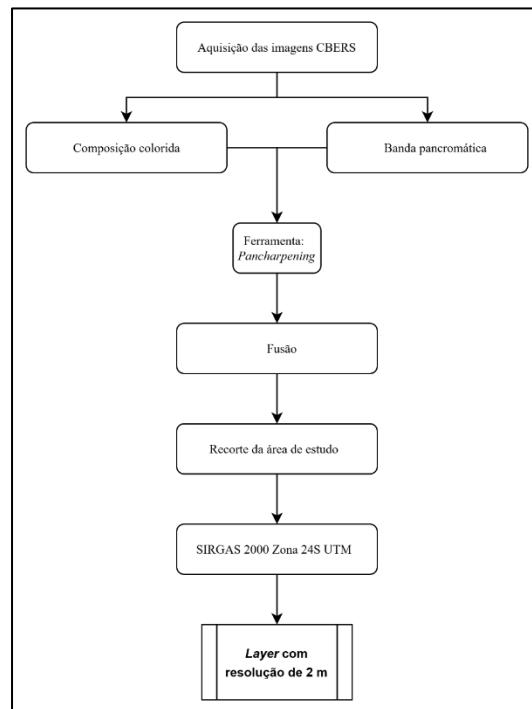
- Conforme a carga detritica, de acréscimo ou decréscimo de sedimentos, cada tributário pode ocasionar modificações e mudanças no perfil longitudinal do rio principal, evidenciando a possibilidade de segmentos diversos, com características diferentes.

Nessa ótica, os três trechos do rio Cachoeira, isto é, os cursos Alto, Médio e Baixo foram caracterizados da seguinte forma:

- Alto Curso: vale mais inclinado em forma de V, onde o rio tem forte poder de desgaste e transporte de sedimentos. Estágio em que a capacidade de transporte do rio excede o suprimento de detritos originados nas vertentes (estágio de juventude – predomínio da erosão linear).
- Médio Curso: vale com menor inclinação, onde o desgaste incide sobre as margens. O rio perde força e sua capacidade de transporte, começando a depositar materiais mais pesados. O vale se alarga à jusante e o canal se torna mais tortuoso, sendo que, e na época de cheias, o rio transborda, depositando nas margens grande quantidade de aluviões, o que provoca a formação de planícies sedimentares (estágio maduro).
- Baixo Curso: vale localizado em áreas planas, de inclinação quase nula, com baixa velocidade, pouca erosão e acúmulo de aluviões. Ocorre maior alargamento do rio. Nessa etapa, a quantidade de material oriundo das encostas é superior à capacidade de suporte do rio (estágio de senilidade).

A partir dessas diretrizes, bem como das caracterizações do Complexo Geoambiental e hidrológica, e das imagens de satélites, foram gerados os vetores em formato *shapefile* das delimitações dos geossistemas. Para a observação das imagens de satélite, foi realizado o melhoramento espacial (fusão), transformando a resolução espacial de 8 m para 2 m, a partir da Banda Pancromática, com o fim de possibilitar melhor visualização da paisagem (Figura 19).

Figura 18 - Percurso metodológico para a fusão das imagens CBERS.



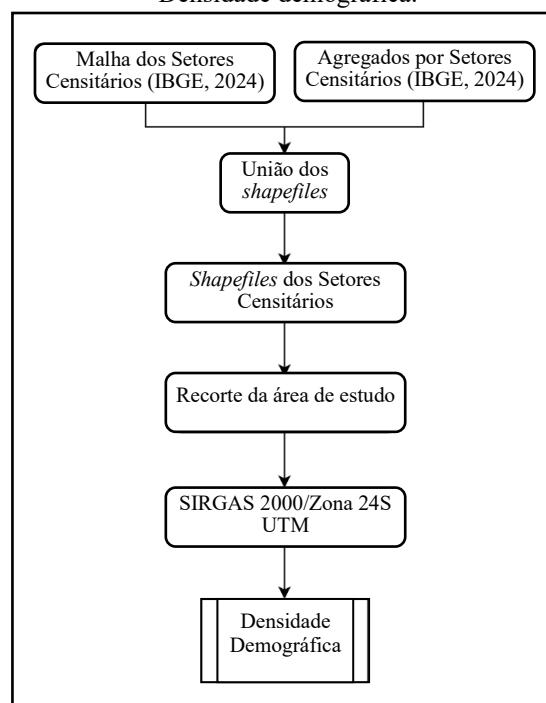
Fonte: Produção do autor.

Assim, os geossistemas foram identificados mediante a análise do perfil longitudinal do rio Cachoeira, delimitando os cursos do rio, e também das imagens orbitais e demais características naturais, entendendo que os geossistemas se caracterizam por uma morfologia, em que seu funcionamento engloba uma série de transformações dependentes da energia solar e gravitacional, dos ciclos da água, dos biogeociclos, além dos movimentos de massas de ar e da morfogênese (Bertrand; Bertrand, 2007).

Para dimensionar a ocupação nos geossistemas de forma mais próxima da realidade, o primeiro passo foi acessar os arquivos vetoriais da Malha de Setores Censitários por Unidade da Federação (IBGE, 2024), no formato *shapefile* e os dados Agregados por Setores Censitários por Unidade da Federação (IBGE, 2024), no formato csv, para posteriormente unir esses dados em ambiente QGIS. É importante ressaltar que o produto da união foi um *shapefile* em que cada Setor Censitário possui sua população absoluta. Então, a partir da edição da Tabela de Atributos do *shapefile* resultante da união, foi criado um campo denominado densidade demográfica, oriundo da divisão do campo população absoluta pelo campo área.

O próximo passo foi recortar a área de estudo deste *shapefile*, utilizando os polígonos da área de estudo como camada máscara. De posse desse recorte, foi realizada a atualização do campo área, para que o mesmo se adequasse às novas delimitações de áreas do recorte da área de estudo. Finalmente, foi realizada a atualização do campo população, realizando um cálculo proporcional do novo número de habitantes dos Setores Censitários que sofreram alteração da área após o recorte. Dessa forma, foi garantida a proporcionalidade da população em relação às áreas dos Setores Censitários abarcados pela delimitação da bacia. Os dados resultantes foram transferidos para o Excel, onde foram tabulados (Figura 20).

Figura 19 - Percurso metodológico para a Densidade demográfica.

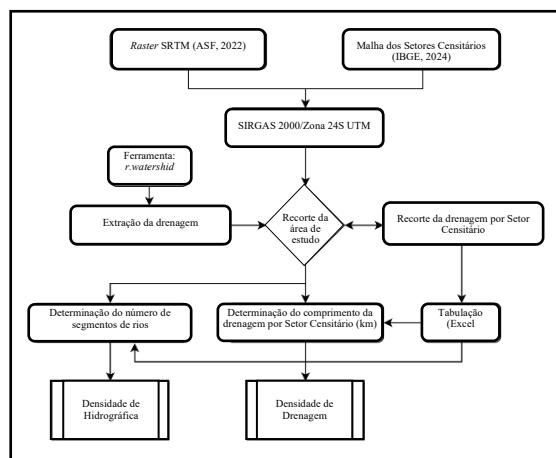


Fonte: Produção do autor.

Já para a determinação da Densidade de drenagem (Dd), o procedimento foi o seguinte: de posse da malha dos Setores Censitários do IBGE (2024) e da Base Ottocodificada da ANA (2012), foi realizado o recorte desta segunda, utilizando como camada máscara a malha dos Setores Censitários, criando uma saída separada para cada feição (Setor Censitário). Daí, foi quantificado em quilômetros e em número de segmentos, a drenagem da bacia por Setor Censitário. Esses dados foram transferidos para o Excel, onde foram tabulados. Com o comprimento total da

drenagem (Lt) em quilômetro, bem como o número total de segmentos de rios (Nt), foram inseridos dois campos na tabela de atributos do recorte da área de estudo por Setores Censitários, Lt e Nt, para posteriormente criar mais dois campos. O primeiro, denominado de Dd, foi o resultado da divisão do campo Lt/área e o segundo, o resultado da divisão do campo Nt/área. A Dd foi classificada como pobre, regular, boa, muito boa e excepcionalmente bem drenada (Carvalho e Silva, 2006; Christofolletti, 1980; Horton, 1945; Villela e Mattos, 1975). Já a Dh foi classificada em baixa, média, alta e extremamente Alta (Christofolletti, 1980; Horton, 1945; Strahler, 1952) (Figura 21).

Figura 20 - Percurso metodológico para as Densidades hidrográfica a de drenagem.



Fonte: Produção do autor.

A geofácie é uma estrutura interna ao geossistema, que varia ao longo do tempo, se definindo por certa fisionomia, massa e energia interna. A determinação das geofácies na pesquisa se deu a partir da observação dos mosaicos constituídos no interior dos geossistemas, destacando sobretudo, a cobertura vegetal e a pedologia. Decidimos classificá-las em estado de biostasia ou resistasia. A biostasia se refere à geofácie em que a geomorfogênese apresenta-se fraca, com domínio dos agentes e processos bioquímicos (pedogênese etc.). No caso da geofácie em resistasia, têm-se o domínio da geomorfogênese, isto é, a geomorfogênese contraria a pedogênese e a colonização vegetal (Bertrand; Bertrand, 2007).

Quanto às técnicas de pesquisa, recorremos à observação sistemática, conforme Lakatos e Marconi (2003). Compreendemos que a observação se constitui em uma técnica de coleta de dados que utiliza nossos sentidos para obter informações

sobre a realidade e, para além dos sentidos, envolve o exame de fatos e/ou fenômenos que desejamos estudar (Lakatos e Marconi, 2003). Os registros foram efetivados no instante em que ocorreram as observações, na forma de tomadas de notas por escrito, bem como por registros de imagens (Gil, 2008). Especificamente em relação ao registro fotográfico, foram subsidiados por Venturi (2009), no que coube.

As técnicas de pesquisa de campo foram subsidiadas principalmente por Embrapa (2018), Guerra (1996), Guerra e Cunha (2011), Gil (2002, 2008), Venturi (2009), Silveira; Córdova (2009) e Fonseca (2002). Estas obras propiciaram a apropriação das técnicas de campo necessárias para a presente pesquisa.

A técnica de entrevista também foi utilizada. Entre os dias 18 e 19 de dezembro de 2023, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com 18 pessoas, ao longo dos municípios drenados pelo rio Salgado (Itapé, Ibicaraí, Floresta Azul, Santa Cruz da Vitória e Firmino Alves), objetivando desvendar duas questões: existência de cheias nos respectivos municípios, já que a mídia dificilmente trata desse assunto na bacia do Salgado; verificar a existência de outras denominações para o rio Salgado, pois em alguns materiais cartográficos consultados, foi constatado outro nome para o rio Salgado.

A entrevista é compreendida aqui como uma técnica muito usual no trabalho de campo, que serve como meio de o pesquisador coletar informações sobre um determinado tema, relatadas pelos atores, enquanto sujeitos-objeto da pesquisa, que vivenciam uma realidade que está sendo focalizada (Netto, 1994). O tipo de entrevista utilizado foi o semi-estruturado, que envolve a articulação de perguntas previamente formuladas, aliadas a perguntas oriundas do contexto em que se estabeleça a entrevista, possibilitando também uma flexibilidade de abordagem livre do tema proposto (Netto, 1994).

### 3.1.2.4 Cenários futuros da BHRC.

O terceiro objetivo referiu-se à projeção de cenário da área de estudo. Esse tem sido um recurso de divulgação e uso crescente nas análises ambientais, como Soares-Filho (1998); Rodrigues; Soares-Filho; Costa (2007); Fitz *et al* (2004), pois o conhecimento das mudanças na cobertura e uso da terra é fundamental para subsidiar

o monitoramento ambiental, contribuindo para a preservação e uso racional do ambiente (Gama *et al.*, 2023; Jesus, 2023).

Assim, a análise da dinâmica do Uso e Cobertura da Terra, foi efetivada mediante a base de dados do projeto MapBiomas (coleção 8), acessada na plataforma do MapBiomas, onde encontram-se informações mais antigas relativas à Cobertura e Uso da Terra no Brasil.

Nesta etapa, foi utilizado o QGIS, versão 2.18, pois o *plugin* MOLUSCE (*Modules for Land Use Change Simulations*), necessário para realizar o tratamento das imagens, só está presente nesta versão. O MOLUSCE se constitui em um modelo aberto para o QGIS, desenvolvido pela *Asia Air Survey*, com o objetivo de analisar, modelar e simular mudanças no Uso e Cobertura da Terra, incorporando módulos de utilidade, técnica de tabulação cruzada e módulos algorítmicos (Muhammad *et al.*, 2022).

O modelo de algoritmo utilizado foi o *Multilayer Perceptrons* (MLP). Os modelos MLP são um tipo de *Artificial Neural Network* (ANN), se constituindo em modelos não lineares, organizado em várias camadas que mapeiam as entradas (variáveis) para as saídas desejadas, diminuindo o erro entre estas e as saídas calculadas.

A série temporal utilizada compreendeu de 1992 a 2052, com tamanho de pixel de 30 m, sendo adotado o intervalo de 10 anos entre as simulações. O ano de referência foi 2022 e o cenário prospectivo de Uso e Cobertura da Terra para os anos de 2032, 2042 e 2052. Destacamos que o período de simulação (2032 a 2052) decorre da diferença dos anos anteriores a 2022 (1992 e 2012) inseridos no modelo. As classes temáticas estudadas após a reclassificação foram: Floresta, Formação Natural não Florestal, Agropecuária, Pastagem, Agricultura, Área não Vegetada e Corpo D'água (Apêndice B).

Para viabilizar a compreensão das alterações ocorridas na área de estudo, inserimos as seguintes variáveis espaciais no *plugin* MOLUSCE: imagem *raster* SRTM (ASF, 2022), declividade, distância das rodovias e distância dos cursos d'água, além do *raster* disponibilizado pelo MapBiomas. Os dados do tipo *Geotiff* foram baixados e delimitados pelas poligonais que limitam a BHRC (Quadro 12).

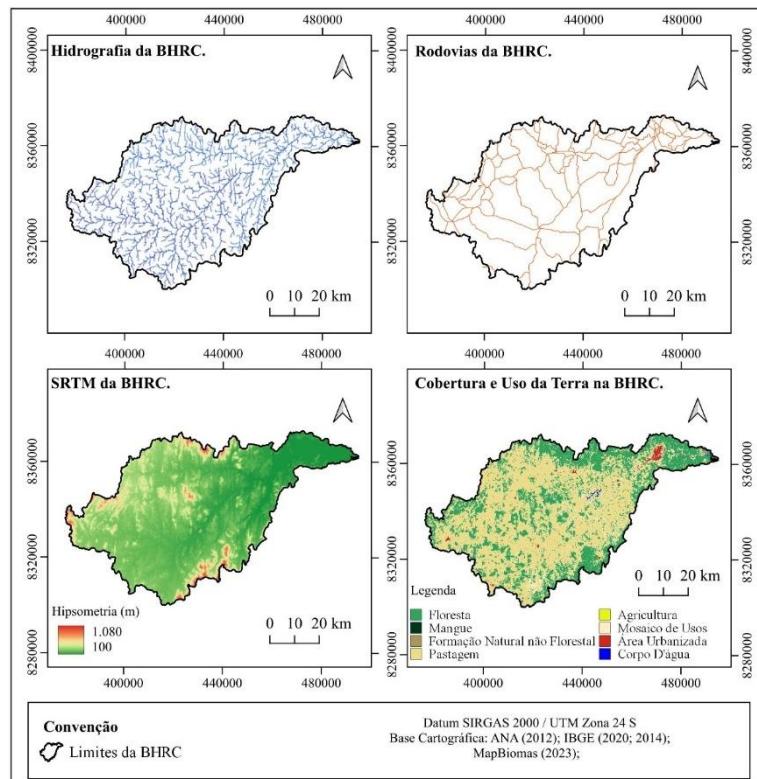
Quadro 13 - Características dos dados para a previsão de cenários na BHRC.

Dado	Fonte
Uso e cobertura do solo	MapBiomass
SRTM	Alaska Satellite Facility
Rodovias	SEI/BA
Hidrografia	Dados da pesquisa

Fonte: Produção do autor.

Dessa forma, a simulação do Uso e Cobertura da Terra da área de estudo envolveu dados topográficos (elevação), bem como dados socioambientais – distância da hidrografia e distância das rodovias. Quando falamos em distância da hidrografia ou das rodovias, estamos nos referindo ao significado da proximidade destas variáveis para o *plugin* elaborar o modelo de projeção, ou seja, a alteração de uma classe temática no decorrer do tempo pode ser maior ou menor a depender da proximidade de um rio ou de uma rodovia, por exemplo (Figura 18).

Figura 21 - Variáveis inseridas no plugin MOLUSCE para a análise da dinâmica de Uso e Cobertura da Terra, na BHRC.



Fonte: ANA (2012); IBGE (2014, 2020; MapBiomass (2023);  
Produção do autor.

## 4 CARACTERIZAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO COMPLEXO GEOAMBIENTAL

O presente capítulo apresentará a caracterização da área de estudo e o processo de ocupação (apropriação social do espaço) na bacia hidrográfica do rio Cachoeira (BHRC).

O desenvolvimento da pesquisa pautou-se no entendimento de que a complexidade dos fatores inerentes ao ambiente em uma bacia hidrográfica demanda uma abordagem integrada possibilitando, neste sentido, entender os processos que se desenvolvem nestes espaços, com menor distanciamento da realidade.

### 4.1 ASPECTOS CLÍMATO-HIDROGRÁFICOS

O clima pode ser entendido como os padrões de sequências, repetidos de forma assemelhada ou diferenciada, desencadeados pelo ritmo de sucessão do tempo em um determinado lugar (Monteiro, 1978). Ele “se manifesta através da percepção dos ‘regimes’, ou seja, a variações anuais” (Monteiro, 1978, p. 13). Se os regimes são observações feitas separadamente para os diferentes “elementos” (pressão, temperatura, umidade, precipitação, ventos etc.), a noção sintética de clima advém do ritmo de sucessão dos tipos de tempo, configurados em “cadeias” nas sucessões mais habituais (Monteiro, 1978, p. 13).

Na área de estudo, a circulação atmosférica está associada ao Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul, durante todo o ano, predominando os ventos alísios de Leste e Sudeste (Brasil, 1981). São esses sistemas semipermanentes de altas pressões subtropicais que originam a Massa de Ar Equatorial Atlântica (MEA) e a Massa de Ar Tropical Atlântica (MTA), ambas quentes e úmidas, devido à intensa evaporação marítima (Brasil, 1981).

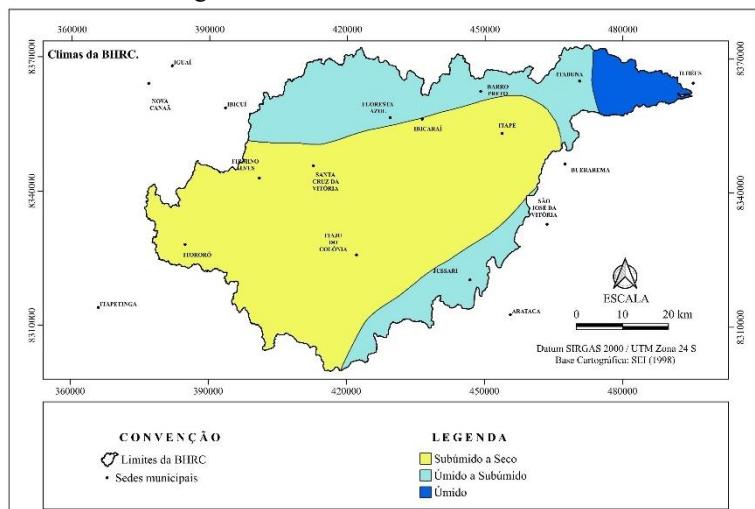
Outro sistema que atua na área são as ondas de Leste ou correntes perturbadas de Leste. Este sistema é mais comum no inverno e secundariamente no outono, sendo muito raros na primavera-verão. Atuam sob a forma de ondas, no sentido L–O e se constituem numa espécie de pseudofrentes, que provocam chuvas abundantes quando passam (Nimer, 1989).

Além das ondas de Leste, a corrente do Sul também é um sistema importante que atua na BHRC. Esse sistema, que é gerado pelo Anticiclone Migratório Polar, é

precedido por uma faixa, oriunda dos choques das massas polares e tropicais, denominada de Frente Polar Atlântica (FPA) (Brasil, 1981). A FPA tem grande mobilidade a partir das incipientes barreiras orográficas do litoral baiano, se deslocando com diferentes intensidades ao longo do ano, apresentando-se de forma mais forte no outono-inverno (Brasil, 1981).

Dessa forma, de acordo com o SEI (1998), existem na área os climas subúmido a seco, subúmido a úmido e úmido, ocasionando a redução da umidade no sentido L–O, devido à gradativa elevação do relevo, que se apresenta nesse sentido (L–O) e à consequente dinâmica climática da área, no que concerne à influência da maritimidade a Oeste e da maritimidade a Leste (Figura 22).

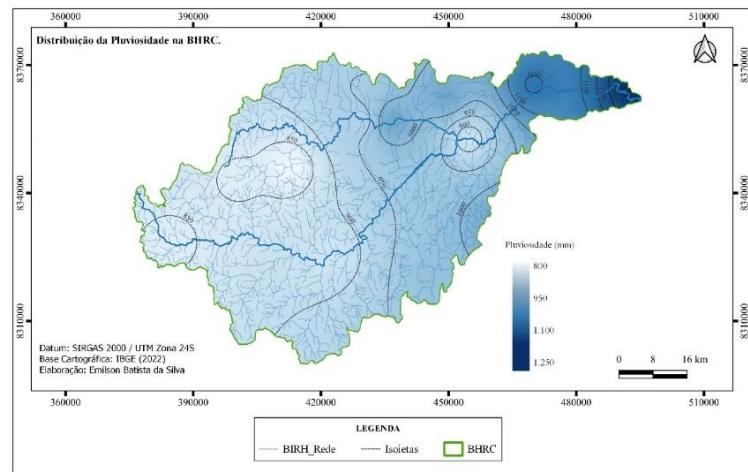
Figura 22 - Climas existentes na BHRC.



Fonte: IBGE (2020, 2021); SEI (1998). Produção do autor.

Assim, tendo o relevo como um fator condicionante para a oscilação pluviométrica ao longo da BHRC, se verifica que a pluviosidade varia de 800 mm a 2000 mm anuais, de Oeste para Leste, determinando a predominância do clima subúmido a seco, com pequeno ou nenhum excedente hídrico (SEI, 1998) no Centro-Oeste da bacia, com estação seca entre maio e outubro e períodos chuvosos de novembro a abril; nas porções Norte e Sul se estabelece Clima Úmido a Semiúmido, com pequeno excedente hídrico (SEI, 1998); na porção Leste, em que o período chuvoso vai de novembro a abril, está o clima úmido, com pequena ou nenhuma deficiência hídrica (Sei, 1998; Nacif, 2000; Engelbrecht *et al*, 2019) (Figura 23).

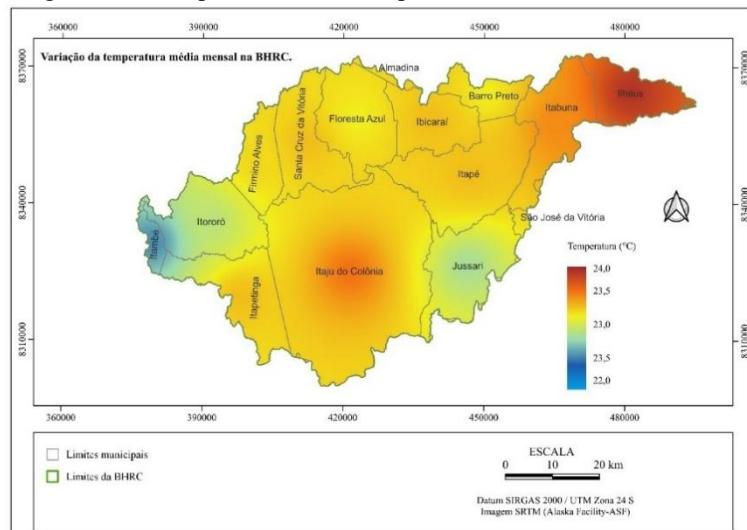
Figura 23 - Comportamento da pluviosidade ao longo da BHRC.



Fonte: [CLIMATE-DATA.ORG](https://CLIMATE-DATA.ORG) (2022). Produção do autor.

A variação de temperatura entre os municípios que compõem a BHRC é considerada baixa. Os dois extremos ficam com o município de Itambé, a Oeste, com temperatura média anual de 22,2 °C, e o município de Ilhéus, a Leste, com temperatura média anual de 23,9 °C. Dessa forma, as maiores médias térmicas são verificadas no Leste e no Sudoeste da área de estudo, enquanto no extremo Oeste, na fronteira entre Itambé, Itapetinga e Itororó se observam as menores médias. Em linhas gerais, a média térmica anual na bacia é de 23 °C, com o período mais quente se concentrando de fevereiro a abril, podendo chegar a 25,5 °C. O período com menores médias térmicas mensais ocorre nos meses de julho e agosto, quando atingem 19,3 °C (Figura 24).

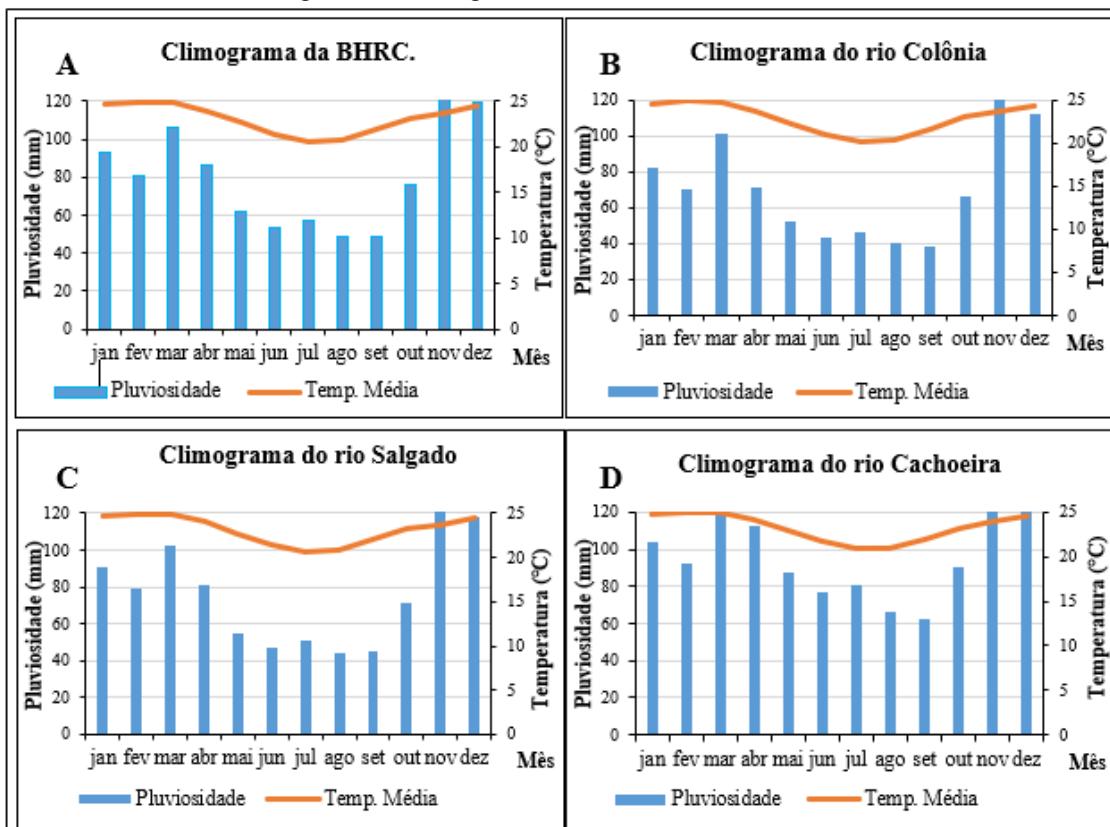
Figura 24 - Comportamento da temperatura média anual na BHRC.



Fonte: [CLIMATE-DATA.ORG](https://CLIMATE-DATA.ORG) (2022). Produção do autor.

A pluviosidade média anual na BHRC é de 80 mm, podendo ultrapassar os 120 mm nos meses de novembro e dezembro (Figura 25A). Os climogramas das sub-bacias, que compõem a BHRC, permitem verificar que as menores médias pluviométricas ocorrem na sub-bacia do rio Colônia, em torno de 71 mm de média anual, com as chuvas concentradas entre novembro e março (Figura 25B). Nesta área, a média de temperatura anual é de 22,9 °C. A sub-bacia do rio Salgado, com pluviosidade anual média de 76 mm e chuvas concentradas de novembro e abril, apresenta 23,1°C de média térmica anual (Figura 25C). Já o rio Cachoeira, com média pluviométrica anual de 96 mm e chuvas concentradas de novembro a abril, tem a maior média térmica anual, de 23,2°C (Figura 25D).

Figura 25 - Climogramas da BHRC e suas sub-bacias.



Fonte: Climate-Data.Org (2022). Produção do autor.

A concentração das maiores pluviosidades acontece nos meses de novembro a abril, principalmente em novembro e dezembro, quando podem chegar a 120 mm, esse volume precipitado determina a ocorrência de cheias nas três sub-bacias,

sobretudo na sub-bacia do rio Cachoeira, à jusante, que recebe as contribuições dos rios Colônia e Salgado.

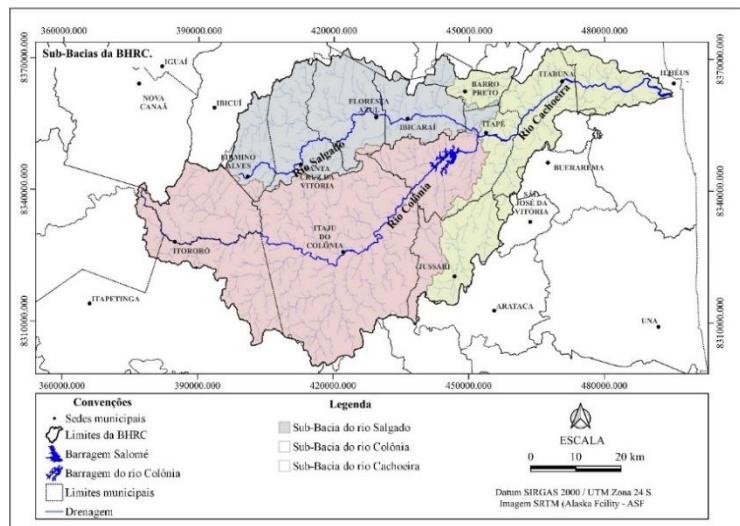
Em relação a algumas características morfométricas, as análises da pesquisa permitiram encontrar valores destoantes dos trabalhos realizados na área, no que se refere a desnível, altitude da nascente, extensão do rio principal, área e perímetro. Isso se deve, provavelmente, às especificidades da origem dos dados, que foi um *raster* SRTM (ASF, 2022). Ressalta-se que os índices dependentes dessas variáveis também sofreram alterações, se comparados aos valores encontrados por outros trabalhos realizados na área. Ressalta-se também que, para efeito de estudo, a BHRC foi subdividida em três sub-bacias: as sub-bacias do rio Colônia, do rio Salgado e do rio Cachoeira.

A sub-bacia do rio Colônia, se origina no município de Itororó, na Serra do Ouricana, à 648 m de altitude, com desnível de 551 m e perímetro de 458,8 km. A sub-bacia está localizada entre as coordenadas - 14°53'S e - 15°23'S de latitude; e - 39°25' O e - 40°09' O de longitude, drenando uma área de 2.300 km<sup>2</sup> e percorrendo uma distância de 132 km até a confluência com o rio Salgado, no distrito de Estiva, município de Itapé, onde passa a ser denominado de rio Cachoeira (Silva *et al*, 2009). Este rio banha os municípios de Itambé, Itapetinga, Itororó, Itajú do Colônia e Itapé.

A sub-bacia do rio Salgado nasce no município de Firmino Alves, na Serra do Salgado, a 2 km do povoado de Ipiranga, a 398 m de altitude, com desnível de 301 m e perímetro de 336,5 km. Localiza-se entre as coordenadas - 14°43' S e - 15°01' S de latitude e - 39°23' O e - 39°58' O de longitude, drenando uma área de 1.037 km<sup>2</sup> e percorrendo uma distância de 92 km até a confluência com o rio Colônia, no distrito de Estiva, município de Itapé. O rio Salgado banha os municípios de Firmino Alves, Santa Cruz da Vitória, Floresta Azul, Ibicaraí e Itapé.

Já a sub-bacia do rio Cachoeira, tem sua origem no município de Itapé, na confluência dos rios Colônia e Salgado, a 97 m de altitude. Possui área de 946 km<sup>2</sup> e perímetro de 327,7 km, sendo que o rio principal percorre uma distância de 60 km até a sua foz, na Baía do Pontal, em Ilhéus. Localiza-se entre as coordenadas - 14°42' S e - 15°15' S de latitude e - 39°01' O e - 39°33' O de longitude, banhando os municípios de Jussari, Itapé, Barro Preto, Itabuna e Ilhéus. A delimitação das três sub-bacias pode ser observada na Figura 26.

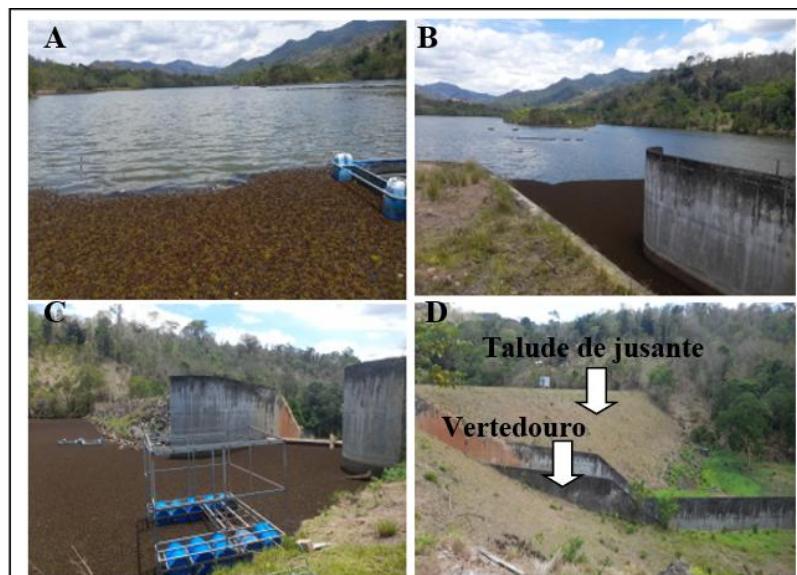
Figura 26 - Sub-bacias da BHRC.



Fonte: IBGE (2022). Produção do autor.

Na BHRC existem dois barramentos principais. O primeiro, denominado de Barragem Salomé, é monitorado pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento S. A. (Embasa) e foi implantado em 1999. Está localizado no rio de mesmo nome, tributário da margem esquerda do rio Salgado, entre os municípios de Ibicaraí e Floresta Azul, nas coordenadas - 14°40'12" S e - 39°38'39" O (Figura 27).

Figura 27 - Barragem Salomé, localizada na margem esquerda do rio Salgado.



A: Presença de macrofitas; B: Vertedouro; C: Captação de água; D: Vertedouro e Talude de jusante bem preservado.

Fonte: Acervo do autor, dez/2023.

A barragem Salomé possui capacidade de armazenamento total de 1,75 hm<sup>3</sup> (CERB, 2023) e é destinada, especialmente, para o abastecimento de água dos municípios de Floresta Azul, Firmino Alves, Santa Cruz da Vitória e o povoado de Água Doce (município de Ibicuí/BA) (Tabela 1).

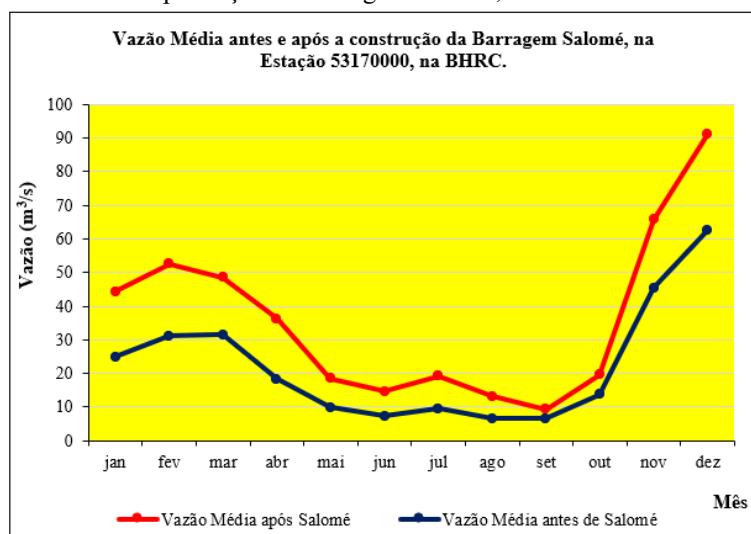
Tabela 1 - Características da Barragem Salomé.

Características	
Altura da barragem	19 m
Extensão total	145 m
Tipo de material	Terra
Volume total	1,75 hm <sup>3</sup>

Fonte: Embasa (2014); CERB (2023). Produção do autor.

Ao analisar os dados referentes ao momento anterior (1966 a 1998) e posterior (1999 a 2019) à construção da barragem Salomé, foi possível observar o aumento da média da vazão mensal na bacia, na Estação 53170000. Nos meses de novembro e dezembro, período de maiores volumes, a barragem vem propiciando o aumento relativo mais significativo da vazão, caracterizando uma regularização de vazão (Gráfico 7).

Gráfico 7 - Comportamento da Vazão Média Anual antes e após a implantação da Barragem Salomé, na BHRC.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Outro importante barramento existente na bacia é denominado de Barragem Horácio Sodré. Essa denominação ocorreu a partir da Lei Estadual nº13.826, de 26

de dezembro de 2017. No entanto, este estudo utiliza a denominação de Barragem do rio Colônia, por ser a mais difundida. Este barramento está localizado no município de Itapé, a - 14°55'55" S e - 39°29'03" O. Das 330 barragens cadastradas pelo Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), a Barragem do rio Colônia é considerada a sétima em capacidade de reserva de água no estado da Bahia (Bahia, 2023). A construção dessa barragem foi iniciada sob a tutela da Companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia (CERB) no ano de 2012. Devido a problemas relacionados ao descumprimento do contrato inicial, a obra foi interrompida e a Secretaria de Desenvolvimento Urbano (SEDUR) conferiu à Embasa a responsabilidade para continuar o processo, que reiniciou em 2014, com a licitação da obra e finalizou em julho de 2018, com sua inauguração.

Esta barragem vem se constituindo em um ambiente de reprodução de macrófitas (*Eichhornia crassipes*), principalmente no período de estiagem, o que causa transtornos nos municípios à jusante, no período de cheias, em especial Itabuna e Ilhéus (Figura 28).

Figura 28 - Barragem do rio Colônia, localizada no rio principal da BHRC.



A: Vista frontal da barragem; B: Vista superior da barragem; C: Grande quantidade de macrófitas no lago da barragem; D: Em primeiro plano observa-se o leito do rio após a barragem e em segundo plano o barramento.

Fonte: Acervo do autor, abr/2024.

As características estruturais e hidrológicas da barragem do Rio Colônia estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Características da barragem do Rio Colônia.

<b>Características estruturais</b>	
Altura da barragem	21,4 m
Extensão total pelo coroamento	195 m
Comprimento do vertedouro (ao longo da soleira vertente)	80 m
Tipo de soleira do vertedouro	Creager
Tipo de material	Concreto compactado a rolo (CCR)
Largura da crista	4,44 m
Cota da Crista	124 m
Cota da soleira	119 m
Volume de Concreto Convencional (CCV)	4.237,4 m <sup>3</sup>
Volume de Concreto Compactado com Rolo (CCR)	30.106,2 m <sup>3</sup>
<b>Características hidrológicas</b>	
Área da Bacia hidrográfica	2.307 km <sup>2</sup>
Área alagada (correspondente à soleira do Vertedor (cota 119 m)	16,21 km <sup>2</sup>
Vazão regularizada 100% de garantia	1,259 m <sup>3</sup> /s (1.259 L/s)
Vazão regularizada 95% de garantia	2,61 m <sup>3</sup> /s (2.610 L/s)
Vazão de cheia decamilenar (TR=10.000 anos)	4.129 m <sup>3</sup> /s
Vazão de cheia milenar (TR=1.000 anos)	2.857 m <sup>3</sup> /s
Vazão ecológica	0,146 m <sup>3</sup> /s (146 L/s)
Volume total (cota 119 m)	62,670 hm <sup>3</sup>
Volume Útil (entre as cotas 119 m e 112 m)	56,580 hm <sup>3</sup>
Volume Morto (cota 112 m)	6,089 hm <sup>3</sup>

Fonte: Embasa (2014); Agersa, (2023). Produção do autor.

<sup>1</sup>São vertedouros projetados de maneira a permitir o assentamento da lâmina vertente sobre toda a soleira, objetivando gerar um coeficiente máximo de descarga ao vertedouro e prevenir o aparecimento de zonas de pressão negativas (sub pressão), que podem causar danos futuros ao concreto devido ao processo de cavitação (Turella, 2010).

Objetivos da construção da barragem do Rio Colônia (Embasa, 2014):

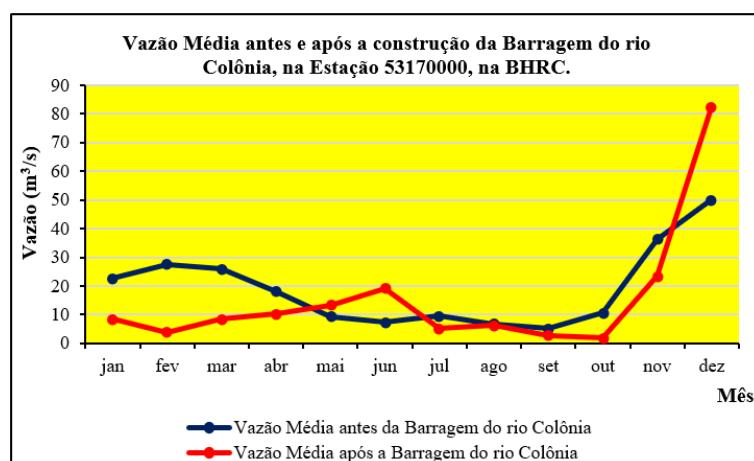
- Complementar o abastecimento de água do município de Itabuna;
- Atender ao Sistema de Abastecimento de Água (SAA) do bairro de Ferradas;
- Contribuir para controlar as enchentes no município de Itabuna;
- Melhorar as condições sanitárias do rio Cachoeira, elevando a diluição dos efluentes sanitários não tratados das áreas urbanas marginais do rio;
- Reduzir a proliferação de plantas aquáticas que se acentua nos períodos de longa estiagens, principalmente na área urbana de Itabuna;

- Melhorar a qualidade da água do rio Cachoeira, pois a água do rio Colônia possui melhor qualidade em relação à água do rio Salgado, ou outro afluente, principalmente no tocante ao teor de sais dissolvidos;
- Perenização dos rios Colônia e Cachoeira a jusante do barramento, cujo impacto positivo recai na permanente garantia de oferta de água à captação do SAA de Itapé, na diluição de efluentes de esgotos urbanos de Itabuna, Itapé e outras localidades ribeirinhas de jusante.

Os dados disponíveis só permitiram avaliar a interferência da barragem na dinâmica da bacia de 2018 a 2019. Mesmo assim, nesse pouco tempo, já é possível verificar que a instalação da barragem vem provocando alterações no fluxo do rio à jusante do barramento.

Antes da construção (1966 a 2017), se verifica maior disparate entre a média mensal de janeiro a abril, junho e dezembro. Nesse último, quando geralmente ocorre a maior vazão, se observa maior diferença entre o antes e o depois da construção da barragem. Além disso, é possível perceber que antes da construção da barragem as vazões eram mais bem distribuídas ao longo do ano e que, de uma maneira geral, excetuando-se os meses de junho e dezembro, as vazões médias sofreram redução após a implantação da barragem (Gráfico 8).

Gráfico 8 - Distribuição da Vazão Média Mensal, na Estação 53170000, antes e após a construção da Barragem do Rio Colônia, na BHRC.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Dessa forma, os dados apontam que a construção da barragem, no curto tempo analisado, não cumpre alguns de seus objetivos iniciais, como o controle das

enchentes em Itabuna e a redução da quantidade de plantas aquáticas nos períodos de estiagem, haja vista que as baronesas se multiplicam no próprio lago da barragem. Essa reprodução e propagação se estendem à jusante da barragem.

Em Itabuna, o acúmulo de macrófitas em pleno centro da cidade, além de incomodar com o forte odor, coloca em risco as estruturas das pontes instaladas no local (Figura 29A). Nesta cidade, as macrófitas se favorecem da disponibilidade de matéria orgânica na água, oriunda do depósito de esgotos sem tratamento. Em períodos que essa situação se assevera é necessário que o poder público faça intervenções emergenciais. (Figura 29B).

Figura 29 - Problemática das baronesas no leito do rio Cachoeira, em Itabuna.



Fonte: Itabuna (2024); Mascarenhas (2019).

Nas cheias da bacia, as baronesas são transportadas até o município de Ilhéus, se depositando nas praias. Na zona Sul, local de maior atividade turística, as praias ficam intransitáveis, além do risco de animais peçonhentos, que são arrastados pela correnteza, e contaminação (Figura 30).

Figura 30 - Baronesas depositadas nas praias da zona Sul de Ilhéus.



Fonte: Ilhéus (2024).

O rio Cachoeira é navegável por canoas até o bairro do Banco da Vitória, a 5 km da foz, onde inicia o aparecimento de afloramentos de granito e gnaisse, se estendendo por grande parte da bacia (Figura 31).

Figura 31 - Afloramento rochoso no leito do rio Cachoeira no município de Itabuna.



Fonte: Acervo do autor (out/2023).

A BHRC possui padrão de drenagem dendrítico, ou seja, os canais são de calibres variados, se originando de todas as direções, semelhante à forma de árvore. Esses canais se unem formando ângulos agudos até constituírem o canal principal (Christofoletti, 1980). Além disso, o sistema de drenagem é exorréico, isto é, deságua diretamente no oceano.

Ao observar os padrões geométricos da BHRC, verifica-se que ela apresenta uma forma mais voltada para alongada do que circular. Esse fato se comprova mediante o Coeficiente de Compacidade ( $K_c$ ) = 2,41, o Fator de Forma ( $K_f$ ) = 0,12 e o Índice de Circularidade ( $I_c$ ) = 0,17. Isso sugere que a bacia possui maior tempo de concentração de água da chuva e menor concentração de deflúvio, fazendo com que a bacia tenha menor suscetibilidade a eventos de cheias sazonais. Essa mesma característica é comum às sub-bacias, quando observadas separadamente. As incompatibilidades dos resultados morfométricos com a realidade caracterizada na bacia será discutida na seção da Caracterização Hidrológica. Os dados morfométricos podem ser observados no Quadro 14.

Quadro 14 - Características geométricas da BHRC e suas sub-bacias.

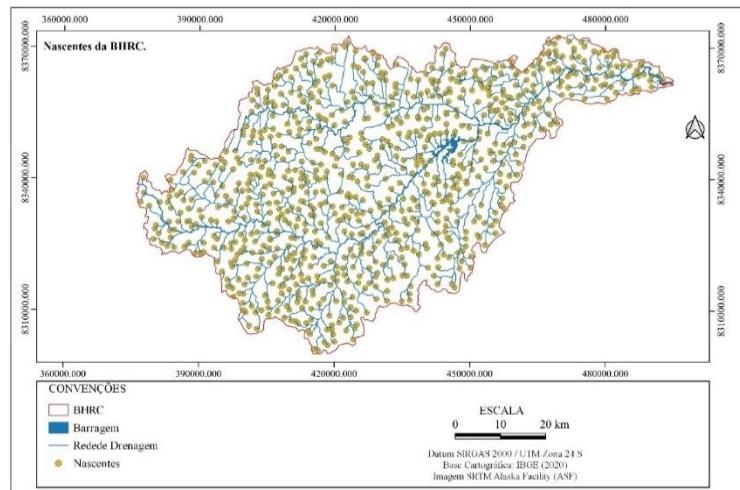
Parâmetro morfométrico	Fórmula	Rio Colônia	Rio Salgado	Rio Cachoeira	BHRC
------------------------	---------	-------------	-------------	---------------	------

Área de drenagem (A)	-	2.300 km <sup>2</sup>	1.037 km <sup>2</sup>	946 km <sup>2</sup>	4.283 km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	-	459 km	337 km	328 km	562 km
Coeficiente de Compacidade (Kc)	$Kc=0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$	2,68	2,93	2,98	2,41
Fator de Forma (Kf)	$Kf= \frac{A}{L^2}$	0,13	0,12	0,26	0,12
Índice de Circularidade (Ic)	$Ic=12,57 \frac{(A/P^2)}{(A/P^2)}$	0,14	0,12	0,11	0,17
Padrão de drenagem	-	Dendrítico	Dendrítico	Dendrítico	Dendrítico

Fonte: IBGE (2020); ANA (2012). Produção do autor.

O rio Cachoeira apresentou extensão total de 192 km e comprimento axial de 120 km. Com relação ao comprimento total da drenagem, foi encontrado o valor de 7.159 km, distribuídos em 1.681 segmentos de rios existentes na bacia, além de uma Extensão Média do Escoamento Superficial (Lm) de 0,15 km e, segundo o IBGE (2020), 854 nascentes (Figura 32).

Figura 32 - Rede de nascentes na BHRC.



Fonte: IBGE (2020); ANA (2023a; 2012). Produção do autor.

Foi possível verificar que a conformação às características do relevo faz com que o rio Cachoeira apresente um vale estreito em algumas áreas, devido à presença de colinas, e largo em outras localidades, principalmente no baixo curso. Assim, é possível observar a presença de meandros estruturais ao longo do rio.

A Densidade de drenagem (Dd) apresenta o grau de desenvolvimento de um sistema de drenagem. De acordo com Villela e Mattos (1975), a Dd pode indicar

desde uma bacia com drenagem pobre, quando a Dd é menor do que 0,5, até uma bacia excepcionalmente bem drenada, quando a Dd é igual ou superior a 3,5. No caso da BHRC, considerando os canais a partir de 30 metros de comprimento, a Dd foi de 0,63 km/km<sup>2</sup>, ou seja, existem 0,63 km de rios para cada km<sup>2</sup> da bacia, significando que a drenagem é caracterizada como sendo regular a pobre. As drenagens caracterizadas como pobres ou regulares, geralmente ocorrem em áreas porosas que apresentam menor fluência da drenagem. No caso da BHRC, se observa uma insubordinação litológica da drenagem e, mesmo com uma Dd regular, a baixa declividade justifica a ocorrência de cheias, uma vez que as rochas impermeáveis predominam na bacia.

O Índice de sinuosidade (Is) da BHRC foi de 1,61. Esta variável está associada ao fator de velocidade do escoamento, sendo que quanto maior a sinuosidade, mais lentamente ocorre o escoamento superficial. Nesse caso, a BHRC apresentou valor intermediário (entre 1 e 2), o que significa um valor de transição entre um canal sinuoso e um retilíneo, apresentando, dessa forma, velocidade de transição (Teodoro *et al*, 2007; Villela & Mattos, 1975). A respeito do escoamento superficial, Tricart (1977, p. 26) afirma que “o escoamento superficial ocorre quando a água não pode mais infiltrar. Em alguns casos, isto se deve ao fato do solo já está saturado, com todos os poros cheios de água, e se verifica principalmente em solos argilosos, com poros muito pequenos”.

A BHRC é de 5<sup>a</sup> ordem e a frequência de rios, também denominada de Densidade Hidrográfica (Dh), reflete a extensão da rede hidrográfica e a capacidade da bacia de gerar novos canais. Considerando os segmentos de rios a partir de 30 metros de comprimento, a BHRC apresenta Dh=0,39 un/km<sup>2</sup>, isto é, 0,39 km de segmentos de rios por km<sup>2</sup>, que é classificada como baixa, segundo Strahler (1952), ou seja, existe baixa frequência da ocorrência de rios na área (com 30 m ou mais de extensão). Esse fato pode ser evidenciado mediante a observação da ramificação da rede de drenagem. No Quadro 15 é possível observar vários parâmetros morfométricos da BHRC, bem como suas respectivas fórmulas.

Quadro 15 - Características da rede de drenagem na BHRC.

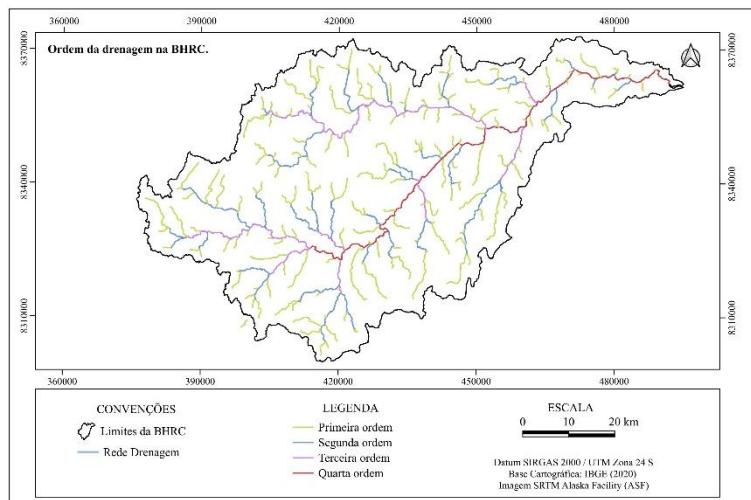
Parâmetros morfométricos	Fórmula	BHRC
Extensão do curso d'água mais longo (L)	-	192 km
Comprimento do canal axial (comprimento da bacia) (L')	-	120 km
Comprimento total da drenagem (Lt)	-	2.688 km

Número de segmentos de rios (Nt)	-	1.681
Densidade de Drenagem (Dd)	$D_d = Lt/A$	0,63
Densidade Hidrográfica (Dh)	$Dh = Nt/A$	0,39
Ordem dos cursos	Hierarquia fluvial	5 <sup>a</sup>
Índice de Sinuosidade (Is)	$Is = L/L'$	1,61
Extensão Média do Escoamento Superficial (Lm)	$Lm = A/(4*Lt)$	0,40 km

Fonte: IBGE (2020); ANA (2012). Produção do autor.

Na Figura 33 é possível verificar a espacialização a drenagem da bacia. É importante observar que a baixa Dh foi constatada considerando canais com, no mínimo, 30 metros de extensão, mas se considerarmos a quantidade expressiva de canais de 1<sup>a</sup> ordem existentes na bacia, independentemente de sua extensão, pode-se verificar a capacidade da drenagem de formar novos canais, o que é característico de ambientes com embasamento cristalino, pois este tipo de embasamento dificulta a infiltração da água e potencializa a drenagem. Ressaltamos que neste estudo o rio Cachoeira foi caracterizado com uma drenagem de ordem 4.

Figura 33 - Classificação da ordem da drenagem na BHRC.



Fonte: IBGE (2020); ANA (2012). Produção do autor.

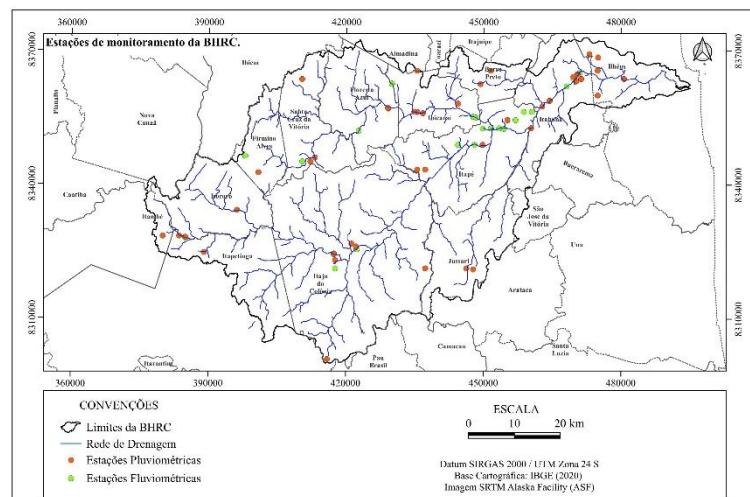
Entre os principais rios da BHRC, se destacam os rios Colônia, ao Sul, com aproximadamente 132 km e Salgado ao Norte, com aproximadamente 92 km de extensão. Estes dois rios se confluem e originam o rio Cachoeira, que apresenta extensão de 60 km, até desaguar no município de Ilhéus.

O sistema de monitoramento da BHRC é formado por 73 estações. Dessas, 29 são fluviométricas, com 27,6% delas em funcionamento, e 44 são pluviométricas,

com 54,5% em funcionamento. As estações fluviométricas estão dispostas no Apêndice D e as estações pluviométricas no Apêndice E.

A rede de monitoramento existente na BHRC mostra-se aquém da necessidade, tendo em vista que 56% das estações estão desativadas. À medida que se desloca para o Leste a densidade de estações aumenta, com predominância das estações pluviométricas. Dessa forma, existe uma carência de monitoramento na área, sobretudo com relação aos dados fluviométricos, dificultando, nessa ótica, maior aproximação da realidade dos sistemas ambientais na bacia (Figura 34).

Figura 34 - Sistema de monitoramento pluviométrico e fluviométrico na BHRC.



Fonte: ANA (2023a); IBGE (2020). Produção do autor.

#### 4.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS, GEOMORFOLÓGICOS E HIDROGEOLÓGICOS

A BHRC está localizada na borda Sudeste do Cráton São Francisco, se estendendo de Oeste para Leste, no Cinturão Itabuna, (Arqueano/Proterozóico Inferior), desde o contato deste com o Bloco Jequié, até o Oceano Atlântico (Nacif, 2000). O Cinturão Itabuna, que fica ao sul do Orógeno Itabuna-Salvador-Curaçá, constitui-se em associações de paragnaisse, ortognaisse TTG (tonalítico-trondhjemítico-granodioríticos), rochas maficas e ultramáficas, bem como intrusões de charnockito, granito, tonalito, monzonito (Delgado *et al*, 2003). Também

encontramos faixas de rochas metassedimentares intercaladas, além de gabros/basaltos de fundo oceânico (Barbosa; Sabaté, 2003).

No caso da BHRC, possui um território bastante antigo, com a maior parte datando do Arqueano e Proterozóico. A exceção fica a leste, em sua foz, onde encontra-se uma pequena área datada do Holoceno (Cenozóico). Para melhor entendimento, detalhamos a composição estratigráfica da bacia, organizando-a em 13 (treze) unidades geológicas, de forma cronológica.

### ➤ Mesoarqueano

- Complexo Ibicuí/Ipiaú

Este complexo caracteriza-se como uma unidade gnáissica, formada a 2.580 Ma, localizada a Oeste da bacia, apresentando, dessa forma, contato tectônico com o Complexo Itapetinga (HASSUI *et al*, 2012). A Leste encontramos uma zona de cisalhamento transpressional sinistral, do tipo compressional e originada no Ciclo Transamazônico. Essa zona é a fronteira entre o Complexo Ibicuí/Ipiaú e o Complexo Ibicaraí.

Internamente, esse complexo é dividido pela Zona de Cisalhamento de Itororó em duas porções, sendo que sua parte Leste se caracteriza como uma fácie ortognaisse granodiorítico milonítico. A respectiva zona de cisalhamento é transcorrente sinistral do tipo compressional. Na porção Oeste deste complexo, encontramos uma litologia predominante de ortognaisses, graníticos a tonalíticos, cinza com granulação variando de média a fina, podendo ser encontrados fenoclastos estirados, com fino bandamento (HASSUI *et al*, 2012). Na sua porção leste, encontramos fácies ortognaisse granodiorítico milonítico, em que existem rochas metamórficas de médio e alto grau.

A composição deste complexo varia de sienogranítica a tonalítica, com fácies metamórficas anfibolitos e granulitos básicos também com fino bandamento, com composição gabronorítica, cortados por diques básicos. É frequente a presença do processo de milonitização (Moraes Filho; Lima, 2007; Brasil, 2009).

- Complexo Almadina

Esse Complexo organiza-se em estreitas faixas, orientadas do centro para o Norte da bacia. Em alguns lugares essas faixas são bem demarcadas por uma zona de

cisalhamento transpressional sinistral. É formado por granulitos paraderivados, dispersamente distribuídos em faixas localizadas no Centro e no Centro-Norte da área de estudo. Se constitui em “megaenclaves tectônicos, paralelizados com o *trend* regional dos granulitos metatonalíticos e metatrondhjemíticos” (CBPRM, 2012, p. 157). As rochas desse Complexo são formadas principalmente por quartzitos (CBPRM, 2012).

- Complexo Ibicaraí

Formado em 2.850-2.800 Ma, este complexo compõe a maior parte da bacia, se estendendo desde seu contato com o Complexo Ibicuí-Ipiaú, a Oeste da bacia, até o Complexo São José, a Leste da bacia. Esse complexo separa-se de suas três outras fácies através da Zona de Cisalhamento de Itabuna - Itaju do Colônia, que é transcorrente dextral, do tipo compressional e originada no Ciclo Brasiliano.

Em sua composição, encontramos rochas ortoderivadas plutônicas, deformadas e granulitizadas tonalísticas e trondhjemíticas, de granulação fina a média (CBPRM, 2012; Moraes Filho; Lima, 2007).

Os granulitos são constituídos por plagioclásio antípertoítico e quartzo. Feldspato potássico pertítico, ortopiroxênio, clinopiroxênio e minerais opacos ocorrem em menores quantidades (Brasil, 2009).

➤ **Neoarqueano**

- Corpos Máficos e Ultramáficos Indiferenciados

No Complexo Ibicaraí podemos observar a ocorrência de alguns corpos de pequenas dimensões, localizados no Centro-Sul da bacia. São os Corpos Máficos e Ultramáficos Indiferenciados, originados em 2.580 Ma, que são compostos por rochas básicas e ultrabásicas, bastante foliadas, deformadas pela tectogênese transamazônica (metanoritos, metagabronoritos, metagabros, metapiroxenitos, metaperidotitos) (Hassui et al, 2012).

➤ **Paleoproterozóico (Período Sideriano)**

- Granitóide Ibirapitanga/Ubaitaba

Essa área foi formada no início do Proterozóico (PaleoProterozóico), período Sideriano (2.450 Ma), durante o Ciclo Transamazônico. Localiza-se no Sul e Centro-Leste da bacia e é composta por granitóides granulitizados, constituídos de monzonito, quartzo-monzonito, sienito, monzo-diorito e grabronorito granulíticos, foliados, calcialcalinos de alto K a shoshoníticos, metaluminosos. (Brasil, 1981; Chagas, 2015; Hassui, 2012).

### ➤ **PaleoProterozóico (Período Riaciano)**

As unidades do período Riaciano foram formadas durante o Ciclo Transamazônico.

- **Complexo Buerarema**

Possui uma pequena parte no Sudeste da bacia, mas a maior concentração desse complexo está no extremo Leste da bacia. Nesses dois locais, o Complexo Buerarema é delimitado pela Zona de Cisalhamento de Buerarema, caracterizada como transcorrente dextral, do tipo compressional e com origem durante o Ciclo Transamazônico.

A formação deste complexo data do Proterozóico (PaleoProterozóico), período Riaciano (2.080 Ma). Este Complexo é formado por ortognaisses granulíticos homogêneos, cinza-esverdeado com fino bandamento composicional e por ortognaisses na fácie anfibolito. As características litológicas deste complexo representam um segmento de acreção crustal riaciana (período da Era Paleoproterozóica), tectonicamente encaixados em ortognaisses TTG (tonalítico-trondjemítico-granodioríticos) neoarqueanos (Delgado *et al*, 2003; Moraes Filho; Lima, 2007; Silva *et al*, 2002; Hassui *et al*, 2012).

- **Complexo São José**

As rochas deste complexo se formaram sob altas pressões e temperaturas, a 2.130 Ma. Localizado a Leste, no baixo curso da bacia, em contato com o Complexo Ibicaraí, é formado por granulitos básicos, granulitos com granada e granulitos intermediários, com a presença de rochas maficas e ultramáficas (Bazzi, 2003; CPRM, 2012; Hassui *et al*, 2012). Segundo CBPRM (2012), o material encontrado nessa área pode ser correlacionado com material proveniente de fundo oceânico ou arco de ilhas.

- Granitóide Itajibá-Teolândia

Os granitóides são rochas plutônicas que possuem em sua composição, principalmente os minerais quartzo e feldspato (IBGE, 1999). Assim, essa unidade é composta por copos de gnaisses granitóides, concentrados em três locais a oeste da bacia, intrudidos em ortognaisses tonalíticos-granodioríticos.

A intensa granitogênese ocorrida no Ciclo Transamazônico é responsável pela presença de um grande número de granitóides, formados por rochas graníticas alcalinas, compostas sobretudo por quartzo e feldspato (Brasil, 1981). Apresenta coloração rosa, com a granulometria considerada grossa com gnaissificação nas bordas (Barbosa *et al*, 2007; Hassui *et al*, 2012).

- Granitóide Pau-Brasil

Também localizado no Centro-Sul da bacia, esses Granitóides de Pau Brasil datam de 2.090-2.080 Ma e afloram na forma de maciços, com dimensões variadas (Moraes Filho; Lima, 2007; Hassui *et al*, 2012). Nessas áreas são encontrados granulitos de tipos variados. Estas rochas se caracterizam pelo alto grau metamórfico, isto é, sua formação ocorreu sob altas temperaturas e pressão. De acordo com CPRM (2012, p. 161) “a petrografia permitiu classificar essas rochas em dois principais tipos: granulitos monzoníticos e granulitos monzodioríticos”.

- Sienitos Santanápolis/São Félix/Anuri

Estes corpos sienitos estão orientados no sentido NS, em formas de diques, o que indica que o magma se conformou em espaços estruturados por ação tectônica capaz de gerar grandes condutos retilíneos (Conceição *et al*, 2007). Formados a  $2.095 \pm 4$  Ma (Conceição *et al*, 2007), encontra-se no Sudeste da bacia, sendo constituídos por ortognaisses sienilíticos, com granulação grossa. Na porção Oeste deste local, devido ao aumento do percentual de quartzo, podemos encontrar rochas de composição quartzossienítica (Moraes Filho; Lima, 2007). Esses maciços apresentam-se com esfoliação gnáissico-milonílita e com intrusão de corpos sieníticos alcalinos ultrapotássicos (Delgado *et al*, 2003).

➤ **Neoproterozóico (Período Criogeniano)**

- Suíte Alcalina de Itabuna/Floresta Azul

Essa unidade data de 730 Ma e localiza-se no Centro-Norte e Leste da bacia. Agrega batólitos e diques alcalinos, constituídos principalmente de nefelina sienito e sienito, granitos, dioritos e monzonitos (Menezes, 2012; Hassui, *et al*, 2012). O embasamento dessa área apresenta rochas alcalinas plutônicas, principalmente ortognaisses plutônicos (Brasil, 1981; Bizzi, 2003).

#### ➤ **Tempo de Posicionamento Duvidoso**

- Rochas Máficas e Ultramáficas de posicionamento duvidoso

Essa unidade situa-se em uma reduzida área ao norte da bacia e é composta por rochas metomórficas ultrabásicas compostas essencialmente por ferro e magnésio, rochas compostas por cálcio, ferro e magnésio e rochas não alteradas, além de rochas ultrabásicas carbonatadas e rochas ultrabásicas enriquecidas em ferro (CPRM, 2010; Brasil, 1981).

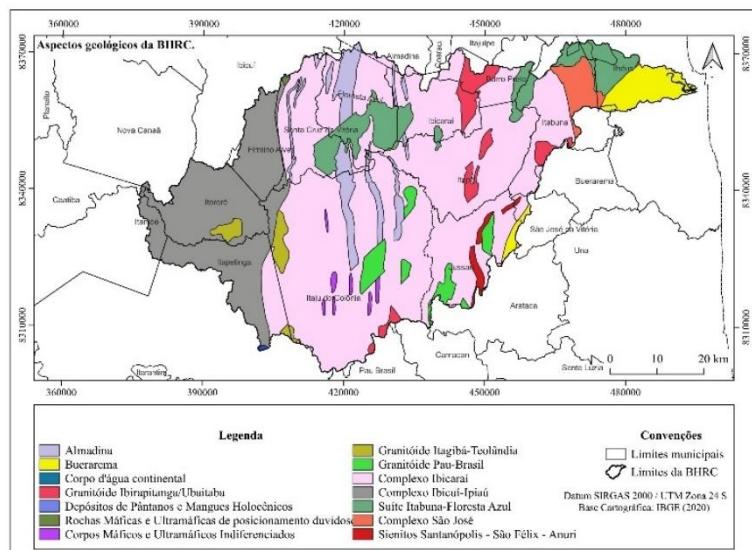
#### ➤ **Quaternário (Período Holoceno)**

- Depósitos de Pântanos e Mangues Holocênicos

Essa unidade data de aproximadamente 11 mil anos e ocupa uma pequena área no extremo Leste da bacia. É constituída por sedimentos inconsolidados, compostos por argila e silte, onde se encontra uma grande quantidade de matéria orgânica e turfa (CPRM, 2010; Brasil, 2009).

A Figura 35 apresenta a espacialização das unidades geológicas existentes na bacia.

Figura 35 - Geologia da BHRC.



Fonte: IBGE (2023). Produção do autor.

O Quadro 16 demonstra, de forma decrescente, os percentuais ocupados pelas unidades geológicas aflorantes na BHRC.

Quadro 16 - Unidades geológicas da BHRC.

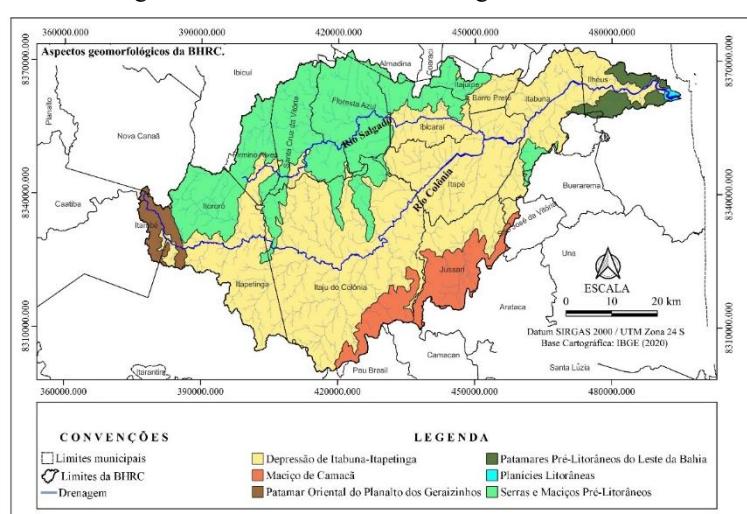
Nome da unidade	Período de formação	Percentual (%)
Complexo Ibicaraí	Mesoarqueano	39,52
Complexo Ibicuí-Ipiaú	Mesoarqueano	33,68
Complexo Buerarema	PaleoProterozóico (Período Riaciano)	11,86
Suíte Alcalina Itabuna-Floresta Azul	NeoProterozóico (Período Criogeniano)	6,53
Granitóide Ibirapitanga/Ubaitaba	PaleoProterozóico (Período Sideriano)	3,85
Complexo Almadina	Mesoarqueano	1,22
Granitóide Pau-Brasil	PaleoProterozóico (Período Riaciano)	1,12
Complexo São José	PaleoProterozóico (Período Riaciano)	1,04
Sienitos Santanópolis - São Félix - Anuri	PaleoProterozóico (Período Riaciano)	0,39
Granitóide Itagibá-Teolândia	PaleoProterozóico (Período Riaciano)	0,86
Corpos Máficos e Ultramáficos Indiferenciados	Neoarqueano	0,13
Depósitos de Pântanos e Mangues Holocênicos	Quaternário (Período Holoceno)	0,08
Rochas Máficas e Ultramáficas de posicionamento duvidoso	Neoarqueana	0,02

Fonte: IBGE (2020). Produção do autor.

A área da bacia é composta predominantemente por rochas plutônicas e metamórficas, como gnaisses e sienitos, que apresentam baixa porosidade e, consequentemente, baixa capacidade de acumular água, provocando, dessa forma, a dependência exclusivamente de sua rede de fraturas e falhas existentes. Assim, o processo de infiltração, necessário para a recarga do aquífero, ocorre sobre uma superfície de porosidade secundária, isto é, o solo foi formado através de processos geológicos químicos ou mecânicos, como precipitação de cimentos, compactação, desenvolvimento de fraturas, entre outros (processos pedogenéticos). Isso significa baixa infiltração, baixa recarga do aquífero e instabilidade nos níveis de vazão durante o ano.

O levantamento geomorfológico da pesquisa foi realizado de acordo com o IBGE (2019), em que o ordenamento geomorfológico foi realizado de acordo com uma classificação temporal e espacial, na qual se distinguem os modelados como unidade básica e seus grupamentos hierarquicamente relacionados. Nessa ótica, definiu-se o conjunto de Unidades Geomorfológicas que abrange a área da BHRC. Na verdade, essas unidades compõem um terceiro nível de uma classificação taxonômica que possui em seu nível mais alto os Domínios Geomorfológicos. Esses domínios são divididos em Regiões Geomorfológicas, que, por sua vez, constituem o segundo nível taxonômico (Figura 36).

Figura 36 - Unidades Geomorfológicas da BHRC.



Fonte: Ana (2012); IBGE (2023a). Produção do autor.

A Tabela 3 apresenta as Unidades Geomorfológicas da BHRC, bem como suas respectivas áreas absolutas e relativas, onde se verifica a predominância da

Depressão Itabuna-Itapetinga, com 59,83% da área da bacia e da Serras e Maciços Pré-litorâneos, com 28,64%.

Tabela 3 - Unidades Geomorfológicas da BHRC.

Unidade Geomorfológica	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Depressão de Itabuna - Itapetinga	2.564,13	59,83
Serras e Maciços Pré-Litorâneos	1.227,37	28,64
Maciço de Camacã	306,65	7,15
Patamares Pré-Litorâneos do Leste da Bahia	94,02	2,19
Patamar Oriental do Planalto dos Geraizinhos	88,06	2,05
Planícies Litorâneas	5,70	0,13
<b>Total</b>	<b>4.285,93</b>	<b>100,00</b>

Fonte: IBGE (2023a). Produção do autor.

A BHRC envolve três domínios geomorfológicos: os Depósitos Sedimentares Quaternários, os Cinturões Móveis NeoProterozóicos e os Cráttons NeoProterozóicos (IBGE, 2009).

Os Depósitos Sedimentares Quaternários formam um domínio constituído pelas áreas de acumulação, como as planícies e terraços de baixa declividade, podendo também, eventualmente abranger alguns tipos de depressões. Nesse domínio, existem uma Região Geomorfológica, denominada de Planícies Deltaicas, Estuarinas e Praias, onde localiza-se a Unidade Geomorfológica das Planícies Litorâneas. Esta Unidade é uma planície fluviomarinha resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e marinho, sujeito a inundações periódicas, que está exclusivamente a Leste da área de estudo, na desembocadura do rio Cachoeira, sendo representada por praias, mangues e restingas. Nesta localidade existem sedimentos, decorrentes de depósitos quaternários fluviais, como areia e argila, além de sedimentos eólicos. Abrangem cordões litorâneos, praias, mangues, deltas, terraços (Arcanjo, 1993).

Os Cinturões Móveis NeoProterozóicos é um Domínio formado por áreas extensas, compostas por planaltos, alinhamentos serranos e depressões interplanálticas constituídos em terrenos dobrados e falhados, principalmente metamorfismo e granitóides associados (IBGE, 2009). Neste Domínio estão as Regiões Geomorfológicas Depressão de Itabuna-Itapetinga, Serras do Médio Rio Jequitinhonha e Serranias Orientais do Planalto dos Geraizinhos.

Na Depressão de Itabuna-Itapetinga existe uma Unidade Geomorfológica denominada de Depressão de Itabuna-Itapetinga. Esta unidade corresponde a 59,83%

da área da bacia e se estende em uma longa faixa de Oeste para Leste. É composta por uma porção do relevo rebaixada, possuindo modelados de aplainamento e residuais dissecados, com altitudes entre 100 e 400 m, sendo que a Leste as altitudes são inferiores a 100 m. Os topos apresentam feições convexas e a Densidade de Drenagem é classificada como média (IBGE, 2022a). Esta área está sob o domínio de climas tropical semiúmido e úmido, possuindo uma cobertura vegetal de Floresta Estacional e Floresta Ombrófila Densa esparsadas, que estão sendo progressivamente degradadas, dando lugar a pastagens (Figura 37).

Figura 37 - Depressão de Itabuna-Itapetinga e, ao fundo, o Patamar Oriental do Planalto dos Geraizinhos, município de Itapetinga.



Fonte: Acervo do autor (out/2023).

Nas Serras do Médio Rio Jequitinhonha, se destaca o Maciço de Camacã, que se estende de Sul para Sudeste e representa 7,15% da área da BHRC. Se trata de um maciço montanhoso elaborado em gnaisses granulíticos, com vales profundos em “V” adaptados a falhas ortogonais ou transversais, onde predominam modelados de dissecação estrutural com topos aguçados em que o desnível da base ao topo pode ultrapassar os 200 m. Em geral, as vertentes apresentam formas convexo-côncavas, podendo ser encontradas formas mistas e mais complexas, em que a concavidade dá lugar a planos rampeados e afloramentos rochosos, resultando em escarpas (IBGE, 2022a). O escoamento superficial é do tipo concentrado, o que potencializa a existência a ocorrência de sulcos e ravinas, com a ocorrência de cicatrizes, oriundas de deslizamentos e desmoronamentos (IBGE, 2022a).

Nas Serranias Orientais do Planalto dos Geraizinhos, observa-se o Patamar Oriental do Planalto dos Geraizinhos. Esta Unidade abriga a nascente do rio Colônia

e está localizada no extremo Oeste, ocupando 2,05% da área da bacia. O relevo neste local apresenta-se muito movimentado e a intensa dissecação, responsável por esculpir a vertente oriental do planalto, resulta na presença de colinas e morros de topos convexos. Nesta área, a Dd é classificada como alta (IBGE, 2022a).

Os Cráttons NeoProterozóicos são as áreas constituídas por planaltos residuais, chapadas e depressões interplanálticas, onde o embasamento é composto por metamorfitos e granitóides associados, cobertos por rochas sedimentares e/ou Vulcano-plutônismo, deformados ou não (IBGE, 2019).

Nesse domínio, a área de estudo se insere na Região Geomorfológica Serras do Leste Baiano, que abriga as Unidades Geomorfológicas Patamares Pré-Litorâneos do Leste da Bahia e as Serras e Maciços Pré-Litorâneos.

Os Patamares Pré-Litorâneos do Leste da Bahia. Localiza-se no Leste da bacia em duas porções ao Norte e ao Sul, divididas pela Unidade Depressão de Itapetinga-Itabuna, ocupando 2,19% da BHRC. Os processos erosivos atuantes nesta Unidade determinam a existência de relevos bastante dissecados, instalados sobre a dorsal ocidental da Fossa do Recôncavo e também em setores descontínuos do Hurst Oriental. As formas oriundas desses processos constituem modelado de dissecação homogênea, com o predomínio de outeiros e morros de vertentes convexo-côncavas e topos abaulados, compondo uma paisagem de “mares de morros”. As altitudes variam de 100 m a 200 m e a drenagem, classificada como muito alta, é marcada principalmente por rios menores de drenagem exorréica (IBGE, 2022a).

As Serras e Maciços Pré-Litorâneos localiza-se predominantemente na porção Norte da bacia, mas possui um pequeno fragmento a Leste, no Sul do município de Itabuna. Ocupa 28,64% da área da bacia e comporta grandes altimetrias, desde 100 m nas áreas mais rebaixadas até 1.000 m nos topos residuais. São modelados de influência fluvial e estrutural, além de serras estruturadas e morros e colinas esculpidos nos gnaisses e charnockitos. Os trechos mais baixos ficam ao longo do rio Salgado e, de modo geral, as vertentes são convexo-côncavas, sendo que nas áreas de serras as vertentes são quase sempre íngremes, podendo ter altura de 200 m, com topos aguçados. É relevante destacar que esta Unidade se comporta como uma barreira orográfica, formada por alinhamentos de cristas, que determinam o surgimento de zonas climáticas bem diferenciadas na direção Leste-Oeste da BHRC e, consequentemente influindo fortemente na distribuição das chuvas na área.

A altitude média na BHRC é de 249 m, variando de 0 a 1.094 m. As cotas altimétricas são relativamente baixas, com cerca de 89,4% da área possuindo no máximo 400 m de altitude (Tabela 4). As nascentes dos rios Colônia e Salgado ficam a 648 e 398 m, respectivamente. Na confluência entre esses dois rios, onde o rio ganha a denominação de Cachoeira, temos 97 m de altitude. Assim, em linhas gerais a BHRC é constituída por um relevo composto por colinas, áreas rebaixadas em torno dos 150 m de altitude e topos residuais acima dos 1000 m.

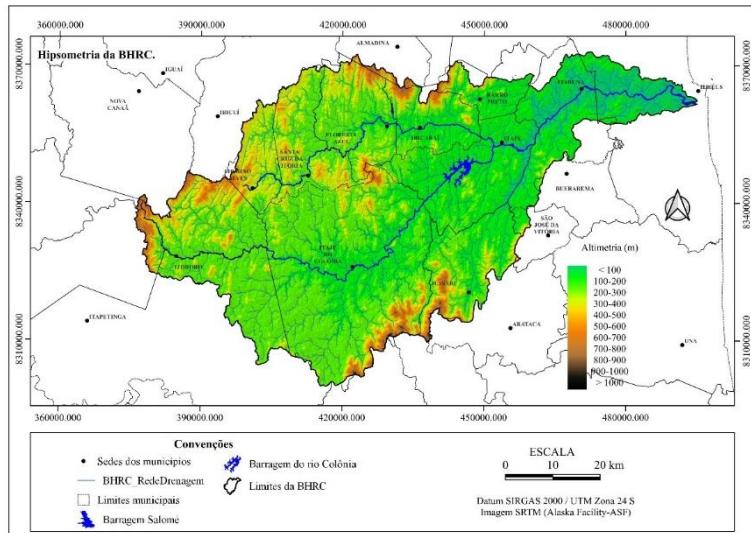
Tabela 4 - Distribuição da altitude na BHRC.

Altitude (m)	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
000-100	305,67	7,05
100-200	1.303,09	30,06
200-300	1.731,84	39,95
300-400	535,69	12,36
400-500	220,16	5,08
500-600	109,29	2,52
600-700	65,28	1,51
700-800	39,13	0,90
800-900	18,98	0,44
900-1.000	4,93	0,11
> 1.000	0,44	0,01

Fonte: ASF (2022). Produção do autor.

Os interflúvios apresentam geralmente forma convexa, indo de colinas até grandes elevações, com as maiores altitudes predominando nos extremos Norte, Sul e Oeste da bacia. As áreas com menores cotas estão ao longo dos vales dos rios, principalmente a partir do médio curso da bacia, com cotas abaixo de 100 m. Na porção Centro-Norte da bacia, encontramos pontos mais individualizados acima dos 400 m de altitude (Figura 38).

Figura 38 - Variação altimétrica na BHRC.



Fonte: ASF (2022); IBGE (2020); ANA (2012). Produção do autor.

A declividade se consubstancia em um elemento fundamental para a bacia, haja vista que a velocidade do escoamento superficial é controlada por ela. Sabe-se que a suscetibilidade à erosão, bem como as magnitudes dos picos de enchentes e maior ou menor taxa de infiltração, são influenciadas pela velocidade do escoamento superficial na bacia. Os percentuais referentes à declividade na bacia encontram-se na Tabela 5, conforme classificação da Embrapa (1979), onde é possível observar que 60,14% da área da bacia possui terrenos que variam de ondulados a forte-montanhoso.

Tabela 5 - Distribuição da declividade na BHRC.

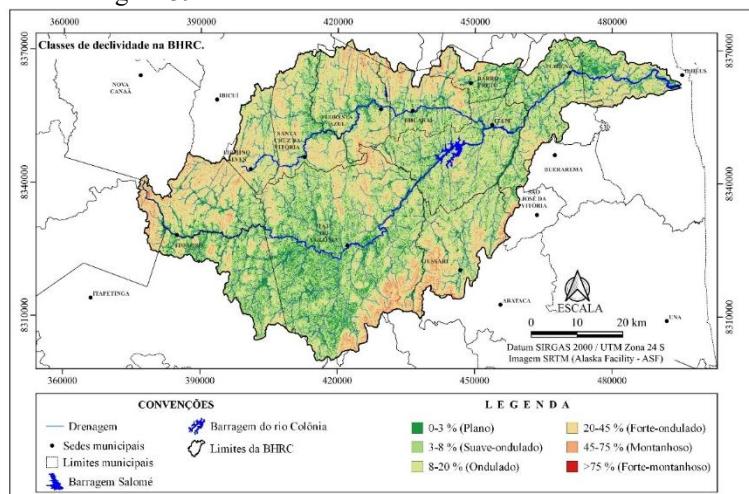
Inclinação	Classificação	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
0-3%	Plano	660,52	15,30
3-8%	Suave-Ondulado	1.060,43	24,56
8-20%	Ondulado	1.426,55	33,05
20-45%	Forte-Ondulado	981,67	22,74
45-75%	Montanhoso	180,46	4,18
>75%	Forte-Montanhoso	7,26	0,17

Fonte: ASF (2022); Embrapa (1979). Produção do autor.

A BHRC apresenta declividade média de 17%, sendo que prevalece o relevo ondulado, ocupando 33,05% da área da bacia. As inclinações classificadas como planas e suave-onduladas ocupam 39,86%. Estas áreas menos declivosas estão localizadas ao longo das planícies fluviais, bem como, em sua maior parte, na

Depressão de Itabuna-Itapetinga, favorecendo a ocorrência de cheias. As zonas com maiores inclinações estão a Norte e Sul da bacia, em locais onde afloram a estrutura geológica, que apresenta maior resistência aos processos erosivos (Figura 39).

Figura 39 - Faixas de declividade do relevo na BHRC.



Fonte: ASF (2022); Embrapa (1979). Produção do autor.

A mensuração da variação da declividade na bacia foi realizada também a partir de dois índices morfométricos, denominados de Razão de Relevo (Rr) e Índice de Rugosidade (Ir). O primeiro relaciona a diferença altimétrica (diferença das altitudes da foz e da nascente) com o comprimento axial do rio principal. A Rr da BHRC é de 0,0054. Isso significa que a cada 1 (um) quilômetro o relevo rebaixa 5,4 m, indicando, dessa forma, baixa declividade (Piedade, 1980 Apud Maciel, Silva e França, 2021; Romero, Formiga e Marcuzzo, 2017; Strahler, 1957). O segundo envolve a Diferença Altimétrica com a Densidade de Drenagem (Dd). A BHRC apresentou Ir = 1,03, indicando que a bacia possui um relevo plano, prevalecendo uma declividade até 3% (Christofeletti, 1980; Sousa e Rodrigues, 2012). Esses resultados estão na Tabela 6.

Tabela 6 - Características do relevo da BHRC.

Parâmetro morfométrico	Fórmula	Colônia	Salgado	Cachoeira	BHRC
Orientação	-	Leste	Leste	Leste	Leste
Altitude Máxima – Nascente (m)	-	648	398	97	648 m
Altitude Média (m)	-	264 m	301 m	146 m	249 m
Altitude Mínima – Foz (m)	-	97 m	97 m	0,0 m	0,0 m
Diferença altimétrica ( $\Delta H$ ) (m)	-	551 m	301 m	97 m	648 m

Razão de Relevo (Rr)	$Rr = \Delta H / L'$	0,0073	0,0055	0,0022	0,0054
Índice de Rugosidade (Ir)	$Ir = \Delta H * Dd$	0,88	0,49	0,15	1,03

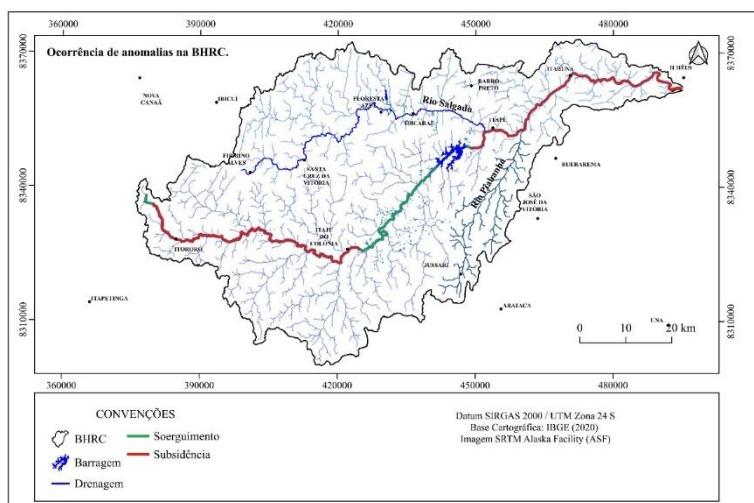
Fonte: ASF (2022); Dados da pesquisa.

Entretanto, como se verificou com as análises realizadas no Modelo Digital de Elevação, 72,9% da declividade na bacia possui até 20% de inclinação, considerando a classificação de Embrapa (1979). Em linhas gerais, a baixa declividade da bacia contribui para diminuir a capacidade de transporte dos rios e consequentemente, o carreamento de solos.

A baixa Rr contribui fortemente para a existência de cheias na bacia, principalmente na sub-bacia do rio Cachoeira, que além de receber aporte de água dos rios Colônia e Salgado, possui uma  $Rr = 0,0022$ , significando rebaixamento do relevo de apenas 2,2 m a cada quilômetro. Assim, a maior vazão e a baixa Rr potencializa os eventos de cheias hidrológicas no âmbito da sub-bacia do rio Cachoeira, em contraponto à morfometria apresentada.

Dessa forma, o rio principal da BHRC apresenta altitude máxima (nascente) de 648 m, altitude mínima de 0,0 m (foz) e distância de 192 km entre a nascente e a foz. A partir da Figura 40, é possível verificar que o leito do rio principal da bacia apresenta quatro áreas com anomalias bem evidenciadas na paisagem, sendo duas áreas em soerguimento e duas em subsidência (Figura 40).

Figura 40 - Anomalias existentes na BHRC.



Fonte: IBGE (2020); ANA (2012). Produção do autor.

A primeira área corresponde a um soerguimento de 3,6 km de extensão (do quilômetro 2,8 até o quilômetro 6,4), 182 m de diferença altimétrica (entre 498 m e

316 m de altitude) e desnível de 50,6 m/km. Essa anomalia pode ser associada à Zona de Cisalhamento Planalto-Potiraguá, tendo em vista que o curso do rio, desde sua nascente, percorre um traçado curvilíneo, em conformação com a geomorfologia local, até 6,4 km, quando se depara com a faixa de rochas deformadas, que formam a referida zona de cisalhamento e, dessa forma, tendencia a soerguer. A partir desta zona de cisalhamento, se estende a primeira área de subsidênciia (entre os quilômetros 80,4 e 6,4), de 74 km de extensão, entre as altitudes 316 m e 144 m, correspondendo a 172 m de diferença altimétrica e desnível de 2,3 m/km. A intensidade do fluxo de água do rio, possibilitada pela maior movimentação do relevo, potencializa o transporte de sedimentos nessa área, provocando a subsidênciia do leito. Esta subsidênciia se estende até o 80,4 km, onde encontra a Zona de Cisalhamento de Itajú do Colônia, quando o acúmulo de sedimento provocado por este cisalhamento origina o segundo soerguimento do leito (Quadro 17).

Quadro 17 - Características das anomalias existentes na BHRC.

	Início (km)	Fim (km)	Comprimento (km)	Alt. Max (m)	Alt. Min (m)	Dif. Alt. (m)	Desnível (m/km)
<b>1º Soerguimento</b>	2,8	6,4	3,6	498	316	182	50,6
<b>1ª Subsidênciia</b>	6,4	80,4	74	316	144	172	2,3
<b>2º Soerguimento</b>	80,4	125,5	45,1	144	103	41	0,9
<b>2ª Subsidênciia</b>	125,5	192	66,5	103	0	103	1,5

Fonte: Produção do autor.

Este segundo soerguimento encontra-se entre os quilômetros 80,4 e 125,5, com altitude máxima de 144 m e altitude mínima de 103 m, respectivamente, correspondendo a 45,1 km de leito soerguido. O baixo desnível de 0,9 m/km contribui para o acúmulo de sedimentos, tendo em vista que um desnível baixo provoca menor velocidade no fluxo do rio e, em consequência, menor capacidade de transporte de material. Esta anomalia percorre seus 36 km em concordância com a Zona de Cisalhamento de Itajú do Colônia, até encontrar uma Zona de Cisalhamento Transpressional Sinistral.

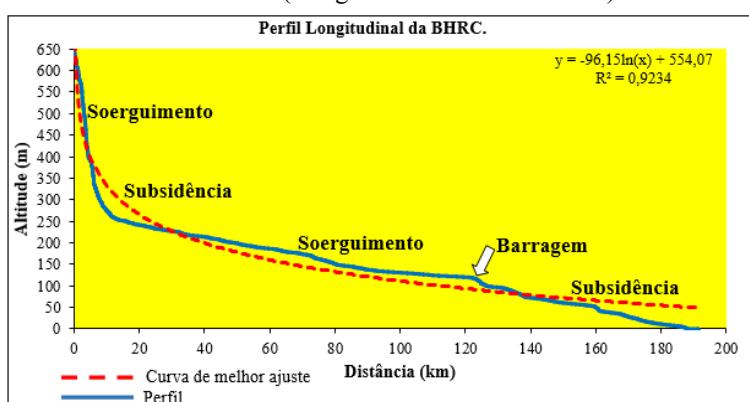
É importante destacar que a barragem do rio Colônia, que entrou em operação no ano de 2018, a 122 km da nascente, tem a possibilidade de estar exercendo

influência no leito do rio, pois a instalação desse novo nível de base pode estar provocando o soerguimento do leito à montante, devido à diminuição da velocidade das águas e o consequente aumento da deposição de carga sólida

A partir daí, temos a ocorrência de outra área de subsidência, com 66,5 km de extensão, entre as altitudes de 103 m e 0 m, ocasionando um desnível de 1,5 m/km e se estendendo até a foz do rio. Essa anomalia demonstra a intervenção do rio Piabanha no leito do Cachoeira, pois o rio Piabanha deságua no Km 141,4, contribuindo para o aumento no transporte de sedimentos e o consequente rebaixamento do leito.

Em relação a esta subsidência, apesar da presença da barragem do rio Colônia ser recente (2018), em relação à temporalidade dos dados desta pesquisa, ela pode também estar contribuindo para o rebaixamento do leito à jusante, pois além de reter água, a barragem também retém sedimentos, o que, mediante a continuidade de transporte do rio, provoca a retirada de sedimentos sem o aporte de outrora (Gráfico 9).

Gráfico 9 - Perfil Longitudinal do rio principal da BHRC, mostrando as anomalias (soerguimentos e subsidências).



Fonte: ASF (2022). Produção do autor.

Destacamos, dessa forma, que essas anomalias demonstram que, de acordo com o perfil longitudinal, o rio está em desequilíbrio, haja vista que os rios em equilíbrio não apresentam anomalias em seu leito, ou seja, esses rios apresentam seu perfil longitudinal mais ajustado à linha de melhor ajuste.

Outro fator importante para caracterizar a bacia é a sua orientação. “Corresponde à sua exposição aos raios solares, tomando-se como referência os pontos cardinais” (Tonello, 2005, p. 32). Verifica-se que, no caso da BHRC, 15,8%

da área tem orientação Leste (maior parte da área da bacia), fazendo com que esta seja a orientação da bacia. Ao analisar as sub-bacias também se observa que a orientação principal é Leste, sendo que essa característica é mais marcante na sub-bacia do rio Salgado, com 17,6% do terreno de orientação Leste (Tabela 7).

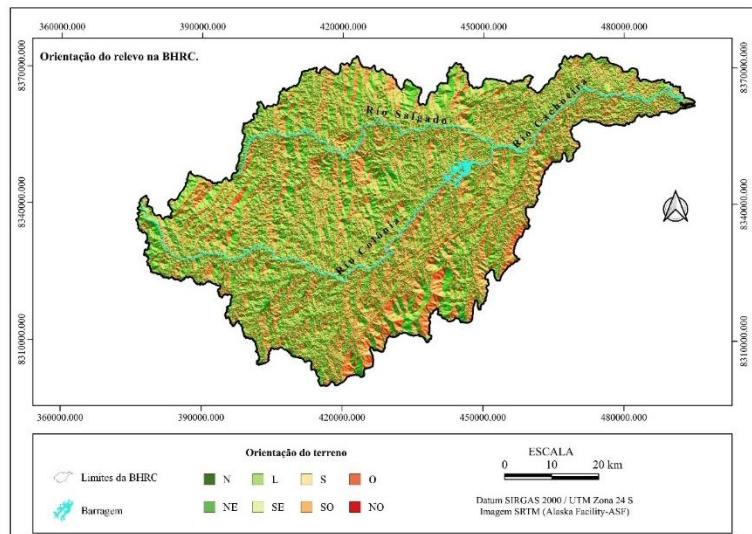
Tabela 7 - Orientação do relevo na BHRC e suas sub-bacias (%).

Exposição	Cachoeira	Colônia	Salgado	BHRC
Norte	11,50	10,10	8,90	10,82
Nordeste	11,40	12,10	11,10	13,80
Leste	14,40	16,10	17,60	15,80
Sudeste	13,95	13,16	14,31	11,33
Sul	10,47	9,71	10,29	10,51
Sudoeste	10,15	10,92	11,87	13,03
Oeste	13,83	14,69	14,97	14,53
Noroeste	14,23	13,26	11,01	10,20

Fonte: ASF (2022). Produção do autor.

A orientação da bacia determina a sua exposição geográfica aos raios solares e à quantidade de radiação solar que receberá, determinando, dessa maneira, os valores da evapotranspiração da bacia. No hemisfério sul, as bacias com orientação norte percebem maiores quantidades de calor do que as que tem orientação sul. No caso da BHRC, apenas 10,82% de sua área está orientada para Norte, decorrendo disso que existe relativamente menor perda de água pela Evapotranspiração. Verificamos também que a bacia possui orientação para Leste (15,8% do terreno), Oeste (14,53% do terreno), Nordeste (13,8% do terreno) e Sudoeste (13,03% do terreno). A Figura 41 demonstra a orientação do terreno da bacia em valores agrupados com as oito principais direções da rosa dos ventos.

Figura 41 - Orientação do relevo na BHR.



Fonte: ASF (2022). Produção do autor.

Nas porções mais elevadas, a Norte e a Sul da bacia, prevalecem exposições para Oeste e Noroeste, enquanto nas demais áreas o Leste e o Nordeste possuem maior exposição.

Quanto aos aspectos hidrogeológicos, a pesquisa centrou-se no conceito de Domínios Hidrogeológicos (Bonfim, 2010). Para este autor, os domínios hidrogeológicos se constituem em entidades que resultam da conjunção das unidades geológicas com afinidades hidrogeológicas, onde a base principal são as características litológicas das rochas (Bonfim, 2010). O referido autor propôs 7 (sete) Domínios Hidrogeológicos para o Brasil, sendo que na área de estudo existem três desses domínios: Formações Cenozóicas (áquifero poroso), Metassedimentos/Metavulcânicos (áquifero fissural) e Domínio Cristalino (áquifero fissural).

- **Formações Cenozóicas** (áquifero poroso). Os aquíferos porosos ou granulares possuem uma porosidade primária e a água fica armazenada nos espaços entre os grãos de rocha ou solo. Predominam as rochas sedimentares e sedimentos não consolidados, como arenitos, siltitos, areias e cascalho (Bonfim, 2010).

Os aquíferos porosos ou granulares são compostos por rochas sedimentares de diversos tipos e espessuras, que recobrem as rochas mais antigas. Possuem uma porosidade primária e a água fica armazenada nos espaços entre os grãos de rocha ou

solo, sendo que nos terrenos arenosos existe uma alta permeabilidade (Brasil, 1999; Bonfim, 2010).

Na BHRC, esse domínio corresponde a 0,1% do território e se apresenta no baixo curso da bacia, no município de Ilhéus e é composto por depósitos arenosos e argilo-arenosos fluviais, depósitos fluviolagunares, com materiais argilo-siltosos ricos em matéria orgânica (mangues). Esse local apresenta relevo plano, onde as cotas variam de 5 a 20 m e a vegetação sofre influência marinha e fluviomarinha (mangues e restingas).

Nessa área temos um sistema de aquífero livre de nível estático e bastante raso. A poro-permeabilidade nas áreas de recarga é considerada excelente, sobretudo devido à alta pluviosidade e infiltração lateral das águas oriundas das chuvas, com a taxa de infiltração de 7% e permeabilidade de  $1,10 \times 10^{-3}$  m/s (BRASIL, 1999). No entanto, existe grande variabilidade da permeabilidade em decorrência da diversidade litológica dos depósitos. Dessa forma, o potencial hidrológico dessa área é considerado bom, pois existe um relevo plano, um ambiente bastante arenoso em relação a litologia e aos solos e alta pluviosidade, com excedente hídrico elevado durante a maior parte do ano.

- **Metassedimentos/Metavulcânicas** (áquifero fissural). Os aquíferos fissurais ou fraturados possuem porosidade secundária e a água fica armazenada nas fraturas interconectadas da rocha, com predomínio de rochas maciças e compactas, como as rochas ígneas e metamórficas. Devido às características de seus litótipos, a água apresenta-se salinizada na maior parte das vezes e sua ocorrência subterrânea tem origem numa porosidade secundária, representada pelas fendas e fraturas existentes, o que justifica sua distribuição descontínua e de pequena extensão. Na BHRC, este domínio equivale a 4,45% do território e está representado em estreitas faixas, no Centro e no Centro-Norte (Brasil, 1999; Bonfim, 2010).

- **Domínio Cristalino** (áquifero fissural). A porosidade primária nesse tipo de aquífero é quase inexistente, predominando rochas máficas e ultramáficas, granitóides, gnaisses granulitos e magmatitos. Este domínio compõe a quase totalidade da área da bacia, correspondendo a 95,45% do território. Seu meio aquífero é composto por uma trama de fraturas e fendas abertas e interconectadas. Possui uma permeabilidade secundária, o que determina dificuldades na circulação e realimentação do aquífero, sendo que a recarga acontece sobretudo através da água

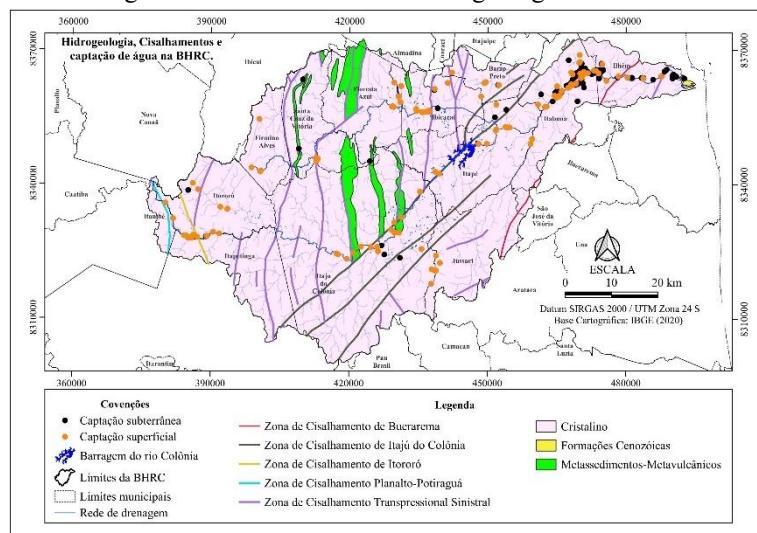
das chuvas, que infiltram substancialmente pelas zonas onde se associam às fraturas e à drenagem, em especial no período chuvoso.

Os gradientes topográficos determinam, dessa forma, a movimentação desses fluxos subterrâneos para os níveis de base existentes na área. O lento mecanismo de circulação, associado a fatores climáticos diversos, bem como a acumulação da água em reservatórios pequenos e descontínuos, pode conduzir a poços com vazões irrigadoras e águas com alto teor em sais dissolvidos (Brasil, 1999; Bonfim, 2010).

Na BHRC, os pontos de captação de água oficializados são mais densos no baixo curso, sobretudo no município de Itabuna e na direção de Ilhéus e, nesse caso, prevalecem os poços (captação subterrânea). Nas outras áreas, ao longo das zonas de cisalhamentos e consequentemente dos rios, a captação superficial é mais presente. A predominância da captação superficial de água ao longo dos rios denuncia mais uma vez as características estruturais que não favorecem a permeabilidade.

A classificação dos domínios da BHRC, segundo Bonfim (2010), bem como os cisalhamentos e o quantitativo de pontos de captação de água (outorgas formalizadas), podem ser observados na Figura 42.

Figura 42 - Detalhamento da hidrogeologia da BHRC.

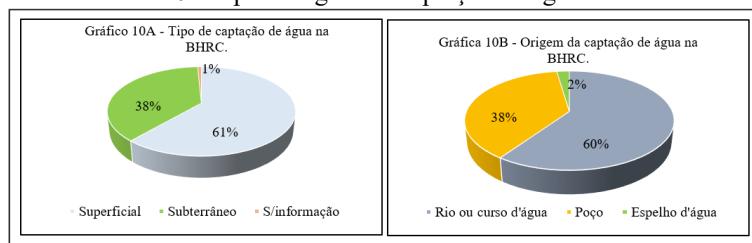


Fonte: CPRM (2016); Inema (2023). Produção do autor.

Dessa forma, predomina a captação de água de forma superficial, perfazendo 61% e 1% em espelho d'água. Em seguida vem a captação subterrânea, com 38%, retratando a menor captação por poços, devido ao baixo custo-benefício e a

disponibilidade deste recurso nas rochas da bacia (Gráfico 10A). Quanto à origem da captação, prevalece a captação de rios ou cursos d'água, com 60%, sendo que os poços, como captação subterrânea, mantiveram o percentual de 38%. Os espelhos d'água, mesmo com um percentual menor, de 2%, se mostra como uma opção de captação de água na bacia (Gráfico 10B).

Gráfico 10 - Tipo e origem da captação de água na BHRC.



Fonte: Banco de dados Inema (2023). Produção do autor.

Os espelhos d'água se distribuem em uma parte considerável da bacia, pois existem diversos barramento de pequeno porte construídos ao longo dos rios, alguns de maior porte (43A), mas a maioria são de pequeno porte (43B). A Figura 43A, mostra um barramento construído no rio Salgado, voltado principalmente para atender a visitantes da região e ciclistas, que acessam o local para desfrutarem do banho de rio. Na Figura 43B, se observa um exemplo de um barramento instalado em um afluente da margem esquerda do rio Salgado, para atender demandas da propriedade.

Figura 43 - Barramentos na sub-bacia do rio Salgado.



Fonte: Acervo do autor, dez/2023.

Quando se observa a distribuição das outorgas na BHRC, verifica-se que 99,9% delas é destinada para o abastecimento público e, principalmente para a irrigação, cerca de 33,6% e 66,3%, respectivamente. O consumo humano perfaz um valor muito pequeno e representa o quinto lugar entre as dez classes analisadas, embora seja a classe com maior número de outorgas (Tabela 8).

Tabela 8 - Quantitativo de outorgas, quanto à finalidade, na BHRC.

Finalidade	Quantidade de outorgas (%)	hm <sup>3</sup> /ano (%)
Abastecimento Público	8,85	33,6518243633
Consumo Humano	23,46	0,0000000018
Criação Animal	5,77	0,0000000002
Esgotamento Sanitário	18,85	0,0000000048
Indústria	15,38	0,0000000028
Irrigação	7,31	66,3481756269
Outras	8,46	0,0000000003
Obras Hidráulicas	1,54	0
Reservatório/Barramento/Regularização de Vazões para Usos Múltiplos	9,23	0
Sem Finalidade	1,15	0
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,000000000000</b>

Fonte: Banco de dados Inema (2023). Produção do autor.

#### 4.3 ASPECTOS PEDOBIOGEOGRÁFICOS

Os solos e cobertura vegetal estão em permanente interação entre si e com o ambiente onde estão inseridos, determinando, em muitos casos, a intensidade de processos erosivos e/ou de infiltração da água. Na bacia, os ritmos de recarga superficial e subsuperficial, balanço hídrico, cheias, além da elaboração de programas de irrigação e preservação ambiental, estão inter-relacionados com as características dos solos e da cobertura vegetal existentes.

Na BHRC foram encontrados 11 (onze) tipos de solos, conforme o IBGE (2015), com destaque para os Chernossolos, Luvissolos e Argissolos, que juntos ocupam mais de 90% da área da bacia. Os tipos de solos na bacia estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Distribuição dos tipos de solos na BHRC.

Tipos de solos	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Chernossolo Argilúvico Órtico	2.075,04	48,42
Luvissolo Crômico Pálico	1.267,9	29,59
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	474,77	11,08
Luvissolo Crômico Órtico	203,63	4,75
Latossolo Amarelo Distroférrico	95,06	2,22
Luvissolo Háplico Pálico	66,59	1,55
Argissolo Vermelho Eutrófico	47,22	1,10
Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	38,59	0,90
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	8,42	0,20
Latossolo Amarelo Distrocoeso	5,75	0,13
Gleissolo Tiomórfico Órtico	2,3	0,05
<b>Total</b>	<b>4.285,27</b>	<b>100,00</b>

Fonte: IBGE (2015). Produção do autor.

Os Chernossolos Argilúvicos Órticos são os mais frequentes na bacia, ocupando 48,42% de sua área. Se estende em sua porção central, de Oeste para Leste, sobre o relevo suave-ondulado e ondulado da Depressão de Itabuna-Itapetinga, sendo que um fragmento menor está ao Norte, sobre as Serras e Maciços Pré-Litorâneos.

São solos que possuem pequena e mediana espessura, com textura média/argilosa, ricos em matéria orgânica, com coloração escura, horizonte A chernozêmico (horizonte mineral de cor escura, relativamente espesso e com alta saturação por base) (IBGE, 2015). Apresentam aumento da quantidade de argila em uma pequena distância vertical entre os horizontes A e B ou E e B (solo abrup्तico) e se originam na desagregação e decomposição de rochas por influência das intempéries, mantendo nitidamente a estrutura da rocha que lhe originou (solo saprolítico) (IBGE, 2015).

Dessa forma, os Chernossolos Argilúvicos Órticos podem apresentar resistência à infiltração no horizonte B, devido a maior concentração de argila, provocando aumento do fluxo lateral de água e contribuindo para a sua suscetibilidade aos processos erosivos (Zaroni; Santos, 2021). Como ocupa a maior parte da bacia, este tipo de solo se constitui em uma representativa resistência à infiltração da água e, nessa ótica, contribui para a ocorrência das cheias hidrológicas.

Outro tipo de solo existente na área de estudo é o Luvissolo. São solos que apresentam razoável diferenciação entre horizontes superficiais e os subsuperficiais, com profundidade mediana e cores que variam do vermelho ao acinzentado, com horizonte A fraco moderado ou horizonte E e horizonte Bt ou nítico. Possuem boa permeabilidade, alta saturação por bases (eutróficos) e argila de atividade alta, sendo ligeiramente alcalinos e moderadamente ácidos. Nos relevos com maiores declividades, os Luvissolos com menores profundidades apresentam limitações para o uso agrícola relacionadas à restrição a mecanização e suscetibilidade aos processos erosivos (IBGE, 2015).

Esses solos ocupam 35,89% da área da bacia, se estendendo em uma faixa que se estende de Oeste para Leste, na porção Norte da bacia (Noroeste para Nordeste), desde os Patamares Pré-Litorâneos dos Geraizinhos, passando pelas Serras e Maciços Pré-Litorâneos, Depressão de Itabuna-Itapetinga, até os Patamares

Pré-Litorâneos do Leste da Bahia. Os Luvissolos presentes na bacia são: Luvissolo Crômico Pálico, Luvissolo Crômico Órtico e Luvissolo Háplico Pálico.

Os Luvissolos Crônicos Pálicos têm representação mais significativa entre os Luvissolos existentes na área de estudo. Ocupam 29,59% da área da bacia, se estendendo em uma faixa ao norte, sobre o relevo Forte-Ondulado e Montanhoso dos Patamares Pré-Litorâneos dos Geraizinhos até o extremo Leste até o relevo Suave-Ondulado da Depressão de Itabuna-Itapetinga. Esses solos são saprolíticos e abrúpticos, com textura média/argilosa, não possuindo restrição ao uso, mas com manejo dificultado, devido ao relevo acidentado (IBGE, 2015; Santos; Zaroni; Clemente, 2021).

É comum a formação de bolsões superficiais de água nesse tipo de solo, nas áreas onde ocorre muita variação do relevo. Essa acumulação de água propicia a salinização do solo, devido ao contato da água com os minerais primários existentes. Dessa forma, verifica-se que esse fator, aliado déficit hídrico de alguns períodos do ano (Santos; Paula; Rego, 2008), é determinante para a salinidade do rio Salgado, haja vista que na área drenada por este rio predominam os Luvissolos Crônicos Pálicos.

Em relação aos Argissolos, sua principal característica é o aumento de argila do horizonte superficial para A para o subsuperficial B, do tipo textural (Bt). Geralmente existe boa diferenciação de cores e outras características, sendo que as cores do horizonte A sempre são escurecidas e as do horizonte Bt variam de acinzentadas a avermelhadas. São solos com profundidades variadas, sendo em sua maioria pouco profundos e profundos (IBGE, 2015). Na BHRC, esses solos ocupam 13,08% da bacia, ao Norte, Sul e três fragmentos menores a Oeste, Leste e Centro-Leste. Os Argissolos existentes na bacia são o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, o Argissolo Vermelho Eutrófico e o Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (IBGE, 2015).

Os Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico representa 11,08% do território da bacia. Localiza-se nos relevos Forte Ondulados e Montanhosos da Serra e Maciços Pré-Litorâneos, ao Norte e ao Leste, sobre o Maciço de Camacã, ao Sul, além de um fragmento bastante reduzido também ao Leste, sobre a Depressão de Itabuna-Itapetinga. São solos de baixa fertilidade, abrúpticos, com textura média/argilosa e argilosa (IBGE, 2015).

Os Argissolos Vermelhos Eutróficos ocupam 1,1% da área da bacia, no extrema Oeste, em território do município de Itambé, sobre o relevo Forte-Ondulado e Montanhoso dos Patamares Pré-Litorâneos dos Geraizinhos. São solos abrúpticos, com textura média/argilosa.

Já os Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, são os menos representativos deste tipo de solo, perfazendo 0,9% da área da bacia. Estão localizados ao Sul, sobre o relevo Ondulado do Maciço de Camacã. São solos saprolíticos e abrúpticos, que apresentam textura média/argilosa e argilosa, com horizonte Bt.

Quanto aos Latossolos, sabe-se que são solos com boa drenagem e profundos. Ao longo de seu perfil, esses solos apresentam grande homogeneidade de características e possuem mineralogia da fração de argila predominantemente caulinítica ou caulinítica-oxídica. Se diferenciam entre si principalmente pela coloração e teores de óxido de ferro (IBGE, 2015). Na BHRC, esses solos estão localizados a Leste, quase totalmente no município de Ilhéus, sobre os relevos ondulado e forte ondulado dos Patamares Pré-Litorâneos do Leste da Bahia, ocupando 2,55% da área de estudo, sendo que na bacia existem Latossolos Amarelos Distrocoesos, Latossolos Amarelos Distroféricos e Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos.

Do grupo dos latossolos, os Latossolos Amarelos Distroféricos são os mais representativos, ocupando 2,22% da área da bacia. Os Latossolos Amarelos Distroféricos são solos húmicos e apresentam textura argilosa e muito argilosa.

Já os Latossolos Amarelos Distrocoesos ocupam 0,13 da área da bacia. Também são solos húmicos, com textura argilosa e muito argilosa, além de possuírem baixa fertilidade e serem adensados.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos são os menos representativos na BHRC, ocupando 0,2% da área. Apresentam uniformidade nas características de cor, textura e estrutura em profundidade. Esses solos ocorrem em ambiente bem drenado e são porosos e muito porosos, com baixa fertilidade, apresentando limitações químicas em profundidade (Almeida; Santos; Zaroni, 2021).

Já os Gleissolos Tiomórficos Órticos, ocupam 0,05% da área da bacia. Está localizado no extremo leste, no relevo plano da Planície Litorânea. São solos com textura indiscriminada, acinzentados, fortemente influenciado pelo excesso de água

(horizonte glei). Devido às condições nas quais se formaram, de abundância de enxofre e seus derivados, esses solos possuem acidez extremamente elevada. Sua maior limitação de uso está nas condições de má drenagem (Figura 44).

Figura 44 – Luvissolo Crômico Pálico na BHRC.



A) Luvissolo Crômico Pálico, out/2023; B) Depósito de sal no rio Salgado, abr/2024. Fonte: Acervo do autor.

Na porção Norte, mais a Nordeste, encontram-se dois fragmentos dos Luvissolos Crônicos Órticos. Representam 4,75% da área da bacia e estão sobre o relevo Suave-Ondulado e Ondulado da Depressão de Itabuna-Itapetinga e os Patamares Pré-Litorâneos do Leste da Bahia. Apresentam textura média/argilosa.

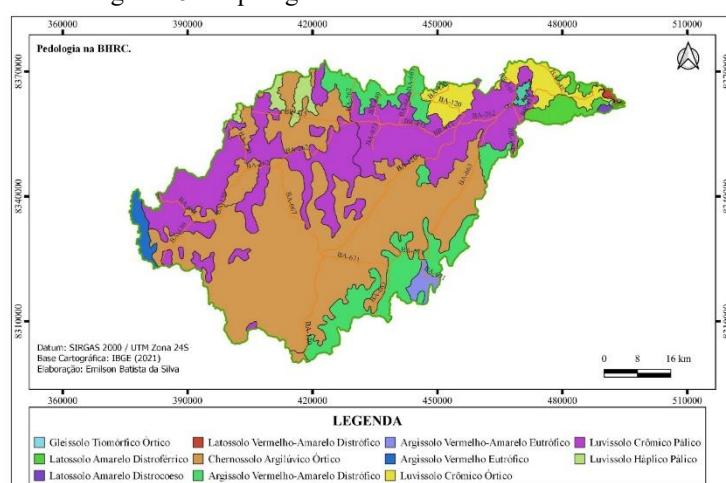
Ao Norte, existem três pequenos fragmentos dos Luvissolos Háplicos Pálicos. Estão sobre um relevo ondulado e suave ondulado das Serras e Maciços Pré-Litorâneos. São solos rasos, abrúpticos, com alta saturação por bases nos horizontes subsuperficiais, apresentando assim, caráter eutrófico. Têm textura média/argilosa, são sujeitos à compactação e possuem reserva nutricional, pois existem minerais primários facilmente intemperizáveis (Santos; Zaroni; Clemente, 2021).

Em estudo realizado na área da bacia, utilizando o permeâmetro de *Guelph*, Nacif (2000) identificou a condutividade hidráulica saturada de campo (Kfs) dos solos existentes na BHRC. Ressalta-se que quanto menor a Kfs, maior será a limitação do fluxo através do solo, isto é, menor será a porosidade do solo.

Os Chernossolos, que compõem 48,42% da área da bacia, apresentou uma Kfs=0,042 (horizonte A) e Kfs=0,004 (horizonte B). Esta variação de permeabilidade entre os horizontes denota menor redistribuição interna da água no solo e maior suscetibilidade aos processos erosivos, haja vista que ocorre o aumento do escoamento superficial, que favorece a formação de grandes vazões nas calhas dos rios da bacia. Para os Luvissolos, que compõem 35,89%, da área da bacia, Nacif (2000) obteve uma Kfs=0,032 (horizonte A) e Kfs=0,003 (horizonte B), implicando

na mesma problemática dos Chernossolos. Quanto aos Argissolos, que compõem 13,08% da área da bacia, obteve-se uma  $K_{fs}=0,213$  (horizonte A) e  $K_{fs}=0,090$  (horizonte B). Apesar de apresentar maiores valores, a redistribuição da água no perfil dos Argissolos apresenta-se muito lenta, devido à mudança textural existente entre os horizontes A e B (Nacif, 2000). O alto teor de argila dos solos da bacia proporciona a retenção de umidade, entretanto dificulta a infiltração da água para os aquíferos (Figura 45).

Figura 45 - Tipologia dos solos existentes na BHRC.



Fonte: IBGE (2023b; 2014). Produção do autor.

Quanto à cobertura vegetal, como já dito, possui grande importância para os sistemas hídricos, podendo influenciar no equilíbrio térmico da água, na redução da lixiviação para o interior dos rios, evitando acentuar o processo de assoreamento. Além disso, a cobertura vegetal influencia nas condições climáticas ambientais, protege os solos dos processos erosivos e contribui para a distribuição, infiltração e acúmulo das águas pluviais (Almeida; Cunha, 2012). Portanto, a cobertura vegetal pode intervir na erosão pluvial e, por consequência, no regime hídrico, pela interceptação das chuvas e fornecimento de detritos vegetais à superfície do solo, que desempenha papel amortecedor (Tricart, 1977).

No caso da BHRC, se observa que a apropriação do espaço vem provocando a retirada vegetação original. De acordo com o IBGE (2012), existem seis tipologias de cobertura vegetal na bacia, a saber: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional, Vegetação com influência fluvial, Manguezal, Restinga e Brejo Litorâneo (Tabela 10).

Tabela 10 - Distribuição da cobertura vegetal na BHRC.

Tipo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Floresta Ombrófila Densa	1.298,70	63,58
Áreas Antropizadas	655,20	32,07
Floresta Estacional	56,45	2,76
Vegetação com influência fluvial e/ou lacustre	17,96	0,88
Corpos D'água	10,50	0,51
Manguezal	2,94	0,14
Restinga	0,75	0,04
Brejo Litorâneo	0,27	0,01
<b>Total</b>	<b>2.042,77</b>	<b>100,00</b>

Fonte: IBGE (2012). Produção do autor.

A Floresta Ombrófila Densa ocupa 63,58% da área da bacia e se divide em Floresta Ombrófila Densa Submontana/Montana (Figura 46A e 46B, respectivamente), Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Figura 46C) e Floresta Ombrófila Densa Aluvial ou Mata Ciliar (Figura 46D). Essas quatro tipificações se distribuem sobretudo à jusante da bacia, em pequenos fragmentos no Centro e em maior concentração nos limites Norte e Sul da bacia. É uma vegetação de dossel uniforme, composta por lianas lenhosas e epífitas em abundância, que por sua vez favorece a redução das águas meteóricas, favorecendo a infiltração e reduzindo os impactos das cheias. Entretanto, o desmatamento desta vegetação na bacia, no viés contrário, vem dificultando a infiltração e permitindo o aumento da velocidade das águas meteóricas, que contribui para o aumento dos impactos das cheias (Figura 46).

Figura 46 - Floresta Ombrófila Densa, na BHRC.



A) Floresta Ombrófila Densa Montana, abr/2024; B) Floresta Ombrófila Densa Submontana, abr/2024; C) Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, abr/2024; d) Floresta Ombrófila Densa Aluvial, out/2023. Fonte: Produção do autor.

As Áreas Antropizadas se distribuem por toda a bacia, preenchendo um total de 655,2 km<sup>2</sup> ou 32,07%. Essas áreas são aquelas onde existe a manifestação da ocupação humana, mediante a presença de elementos característico do estabelecimento de atividades sociais, culturais e econômicas. Essas rugosidades denunciam a substituição da vegetação original em favor da implementação de atividades econômicas e alocação populacional, sem o adequado planejamento ambiental. Na direção Oeste, a partir do município de Itapé, onde ocorre a confluência do rio Salgado com o rio Colônia, a ocupação predatória mostra-se paulatinamente mais acentuada, em decorrência do estabelecimento das pastagens (Figura 47).

Figura 47 - Rugosidades na paisagem da BHRC.



A) Queimada em Ibicaraí, out/2023; B) Instalações para a pecuária, Floresta Azul, abr/2024; C) Supressão da vegetação, Itapetinga, out/2023; d) Ocupação nas margens do rio Colônia, Itapé, abr/2024. Fonte: Acervo do autor.

No sentido Oeste, a partir do litoral, nas adjacências do médio curso, distante da influência oceânica, está a Floresta Estacional, onde o clima é mais sazonal (Bahia, 2017). O estabelecimento desta vegetação é possibilitado pela alternância de períodos frio/seco e quente/úmido nesta parte da bacia, à montante do município de Itapé. Também se faz presente, principalmente nas margens do rio Colônia, nos municípios de Ibicaraí, Santa Cruz da Vitória e Itororó (Bahia, 2017). A Floresta Estacional também é denominada de Floresta Tropical Caducifólia (IBGE, 2012) e possui estrato superior formado de macro e mesofanerófitos, predominantemente caducifólio, que ocupa 2,76% da área da bacia (Figura 48).

Figura 48 - Floresta Estacional na BHRC, município de Itapé,



Fonte: Acervo do autor.

A Vegetação com Influência Fluvial é composta por comunidades vegetais presentes nas planícies aluviais e depressões alagáveis, que estão submetidas aos processos de cheias nos períodos chuvosos (IBGE, 2012). Essa vegetação ocupa 0,88% da área da bacia e se distribui ao longo das margens dos corpos hídricos na sub-bacia do rio Colônia (municípios de Itapetinga, Itororó, Itajú do Colônia, Itapé e Jussari) e no alto curso do rio Piabanha, na sub-bacia do Cachoeira, município de São José da Vitória (Figura 49).

Figura 49 - A Vegetação com Influência Fluvial no período de cheias na BHRC, jan/2024.

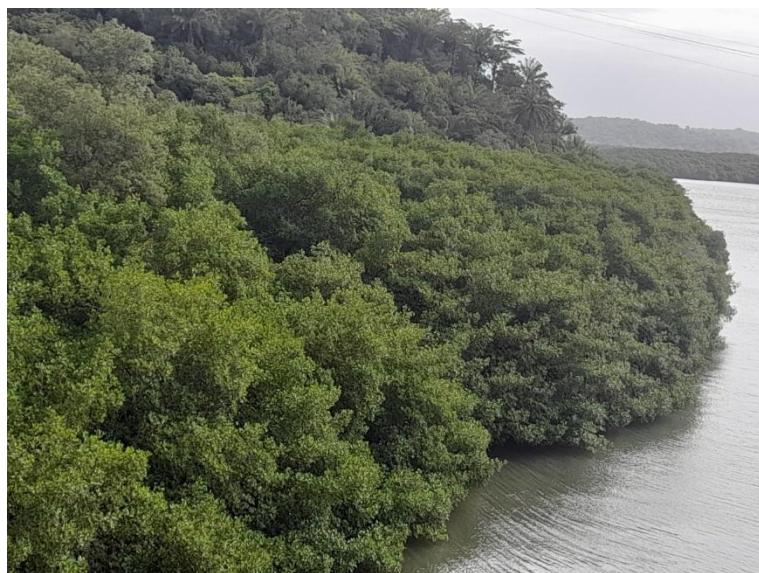


Fonte: Acervo do autor.

O Manguezal é um sistema costeiro de transição entre os ambientes terrestres e marinho, dominado por espécies vegetais lenhosas e animais típicos. É composto

por uma vegetação especializada, adaptada à água salina e solo limoso, localizada na foz dos rios (IBGE, 2012; Ucha; Hadlich; Carvalho, 2011). Perfaz 0,14% do território da bacia e está localizado inteiramente no município de Ilhéus, na foz do rio Cachoeira (Figura 50).

Figura 50 - Manguezal, município de Ilhéus, nov/2024.

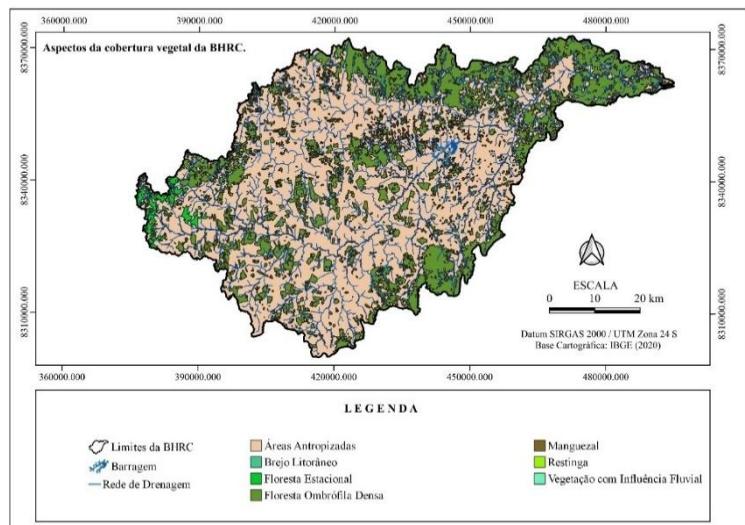


Fonte: Acervo do autor.

A Restinga geralmente se desenvolve em sedimento arenoso que compõe a baixada litorânea (IBGE, 2012). Na bacia, esta vegetação ocupa 0,04% da área e se constitui em cinco fragmentos localizados no município de Ilhéus. Apresenta perfil pouco denso, um caráter herbáceo e arbustivo e, mais à jusante, próximo da foz, com característica de gramíneas.

Os Brejos Litorâneos são formações vegetais características de ambientes abertos ao longo dos corpos hídricos da planície costeira, em que geralmente a paisagem é caracterizada por espécies herbáceas cespitosas (Silva, 1999). Na bacia, eles estão em uma pequena porção, cerca de 0,01% da área da bacia, no extremo Leste, nas proximidades da foz. A distribuição da cobertura vegetal na BHRC está representada na Figura 51.

Figura 51 - Distribuição da cobertura vegetal na BHRC.



Fonte: IBGE, (2012). Produção do autor.

#### 4.4 PROCESSO HISTÓRICO DE APROPRIAÇÃO DO ESPAÇO E O DELINEAMENTO DO USO E COBERTURA DAS TERRAS NA BHRC.

O território brasileiro abriga seis biomas terrestres, a saber: Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga, Cerrado, Pantanal e Pampa (IBGE, 2023, 2004). A BHRC localiza-se inteiramente no bioma Mata Atlântica, que originalmente era preenchida por floresta (Floresta Ombrófila e Floresta Estacional).

Esse bioma apresenta uma paisagem com grande diferenciação em relação ao seu estado original. Segundo Bahia (2017), restam apenas 33% da área com cobertura vegetal remanescentes de Mata Atlântica e vegetação pioneira. Os outros 66% estão ocupados pela agricultura, pecuária e área de influência urbana (Bahia, 2004).

No caso da BHRC, as intervenções socioespaciais são oriundas do processo de apropriação do espaço, que iniciou no século XVI. Em 1534, através da Carta Régia, D. João III, rei de Portugal, doou a Capitania de São Jorge dos Ilhéus ao fidalgo português Jorge de Figueiredo Corrêa, na ocasião em que o Brasil foi dividido em 15 capitâncias hereditárias. Em 1535, por não poder vir ao Brasil, Jorge de Figueiredo Corrêa enviou o espanhol Francisco Romero, juntamente com os primeiros colonos, para representá-lo e efetivar a posse da área (Andrade, 2003; Filho, 1978).

A princípio, Francisco Romero se instalou no território que hoje se localiza o município de Valença e posteriormente se deslocou para Ilhéus, aportando na foz do rio Cachoeira, que ele denominou de rio dos Ilhéos, por existirem 5 ilhéos nas suas proximidades (Andrade, 2003; Filho, 1978). A capitania possuía 50 léguas de costa e se entendia para o interior até a linha do Tratado de Tordesilhas (Andrade, 2003; Filho, 1978).

A primeira atividade econômica desenvolvida na capitania foi a extração de pau-brasil e mais tarde, com a expansão do cultivo de cana, a capitania arregimentou grupos de indígenas para trabalho escravo na lavoura canavieira, o que gerou grandes revoltas e ataques aos colonos, deflagrando, dessa forma, a contratação dos sertanistas pelo Governo Geral. Os sertanistas objetivavam contrapor os ataques indígenas e cometiam todo tipo de atrocidade à medida que se deslocavam para o interior. Uma parte desses sertanistas se estabeleceram em grandes fazendas de gado na Capitania de Ilhéus (Filho, 1978; Nacif, 2000).

As barreiras enfrentadas pela lavoura canavieira fizeram florescer na BHRC áreas voltadas para a pequena produção, o que rapidamente declinou, pois as altas pluviosidades, sem período de estiagem existentes no litoral, não favoreciam a produção de cereais (Nacif, 2000).

As recorrentes formações de vilas, a partir do deslocamento de pessoas para o interior, deu origem a uma gama de desmembramentos territoriais e o surgimento de diversos municípios na área da bacia. Em 1890 foi criado o município de Ilhéus, que possuía na época um território de 8.000 Km<sup>2</sup>, abarcando 11 municípios dos 13 que hoje compõem a BHRC (Andrade, 2003).

A partir de 1900, surgiu muitos municípios na Bahia, sendo que em 1906 foi estabelecido o município de Itabuna, mediante desmembramento de Ilhéus. A partir da década de 1950 a porção Oeste de Itabuna foi desmembrada, dando origem aos municípios de Ibicaraí (1952), Itororó (1958, desmembrado de Ibicaraí), Buerarema (1959), Itapé (1961), Itajú do Colônia (1962), Santa Cruz da Vitória (1962, desmembrado de Ibicaraí), Firmino Alves (1962), Floresta Azul (1962, desmembrado de Ibicaraí), Lomanto Júnior (1962, desmembrado de Itajuípe. A denominação anterior deste município era Barro Preto) e Jussari (1986). Os outros municípios não pertencentes a Itabuna originalmente e que fazem parte da BHRC são

Itambé (1927, desmembrado de Vitória da Conquista) e Itapetinga (1952, desmembrando de Itambé).

Tendo o município de Itapé como limítrofe, paulatinamente, em sintonia com as características ambientais da BHRC, se estabeleceram duas áreas distintas. Uma, a Leste de Itapé, se estabeleceu no litoral em torno da cultura do cacau e a outra, a Oeste de Itapé, se formou no interior com centralidade na bovinocultura.

O cacau (*Theobroma cacao*) surgiu em 1746, às margens do rio Pardo, na Fazenda Cubículo e se propagou lentamente no sombreamento da mata (sistema de cabruca) pelas áreas ribeirinhas, que se consubstanciavam como vias de penetração nas terras mais distantes (Filho, 1978).

O processo de estabelecimento do cacau teve como grande financiador o capital comercial e como destaque a figura do desbravador – “que conquistam a selva a fogo, pólvora e machado” (Filho, 1978, p. 28) –, que era quem efetivava a expropriação das terras indígenas para o plantio do cacau. O desbravador era originalmente extrator de madeira e se utilizava do trabalho assalariado para implementar expedições, que objetivavam consolidar a ocupação e implantar os cacauais (Andrade, 2003; Filho, 1978).

Geralmente, era o desbravador que mais tarde se tornava a figura do coronel (o coronel também tinha origem no comerciante próspero), que necessariamente vivia na vila ou na cidade, ao contrário do senhor-de-engenho ou fazendeiros fluminenses e paulistas (Filho, 1978). Dessa forma, as vilas e cidades surgiam à medida que o cacau se expandia no Sul da Bahia (Filho, 1978).

É realmente extraordinário o que esse *coronel* conseguiu e, sem temer a selva tropical – índios, doenças, a falta de estradas, o banditismo –, fez do cacau, em um século, grande lavoura de exportação. Desbravador de matas, plantador de cacau, fundador de cidades. E por tudo isso será impossível negar ter sido ele, o *coronel*, o principal agente da civilização regional do cacau assim como o desbravador o foi do povoamento no sul da Bahia (Filho, 1978, p. 91).

É importante destacar que os coronéis exerciam grande poder político e econômico local e, por extensão, também esse poder era exercido sobre a população, “tornando-a refém de seus caprichos, e fazendo da política local o meio de impor suas vontades e realizar seus interesses, e para impor sua força, cercaram-se de jagunços” (Andrade; Rocha, 2005, p. 14).

A grande seca ocorrida em 1877-1880 deu origem a correntes demográficas fortes, oriundas de áreas que iam do interior do Ceará até a Bahia, em busca de melhores condições de vida (Prado Júnior, 1987). Um dos destinos dessas correntes foi o Sul da Bahia (Prado Júnior, 1987). Com a chegadas desses imigrantes, o cacau se colocou entre as principais atividades econômicas da Bahia e despertou o interesse do capital comercial (Prado Júnior, 1987). De acordo com Filho (1978), no Sul da Bahia, se formou a “civilização do cacau”, sendo que a unidade ecológica, aliada às estruturas econômica e social, consubstanciaram os componentes que refletem a civilização do cacau como um modelo regional de complexo cultural caracterizado.

Para Andrade e Rocha (2005), o crescimento da produção de cacau provocou o aumento do fluxo monetário na região, sendo responsável também pelo crescimento da urbanização, bem como das atividades urbanas de comercialização e exportação do cacau. As autoras afirmam que o ano de 1834 marcou o fornecimento regular de amêndoas para o exterior, além de marcar também o aumento do número de pessoas interessadas aderindo ao cultivo do cacau.

Para Nacif (2000), os fatores naturais determinaram os limites de expansão do cacau na BHRC. Para o autor, as condições pedológicas encontradas nos Tabuleiros Costeiros, no litoral Sul da bacia não favoreceram a implantação da lavoura e, dessa forma, contribuíram para reprodução social dos pequenos produtores (Nacif, 2000). Na direção do interior, as baixas precipitações funcionaram como os limites para a expansão (Nacif, 2000). Na verdade, o interior da bacia só foi de fato ocupado três séculos depois, mesmo tendo se constituído em um corredor de passagem para os desbravadores no início da colonização.

É importante ressaltar que a partir da crise instaurada em 1929, devido especialmente ao esgotamento das terras férteis, bem como ao cultivo do cacau em áreas de solos pobres e distantes dos centros de comercialização (Andrade; Rocha, 2005), deu origem ao ICB (Instituto do Cacau da Bahia), criado em 1931 e à Ceplac (Comissão Executiva do Plano de Recuperação da Lavoura Cacaueira), criada em 1957.

Entre os anos de 1951 e 1957 a área de cacau cultivada cresceu mais do que as taxas de exportação e ocorreu grande oscilação do preço no mercado externo. Esse cenário levou a uma grave crise e fez com que grande parte dos produtores se desfizessem de suas terras, chegando à redução de 10.000 cacauicultores na época

(Andrade; Rocha, 2005). A partir da década de 1980 outra crise assolou a região, entre outras coisas, causada por um fungo hemibiotrófico, denominado de vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) (Andrade; Rocha, 2005).

Na entrada do século XXI, após o advento da vassoura de bruxa e a consequente ruína dos cacauicultores, a “civilização do cacau” desapareceu, devido a uma necessidade de profunda mudança na economia para que a região se integrasse ao processo globalizatório (Andrade, 2003). Aos poucos, os elementos presentes na conjuntura da “civilização do cacau” vão se alterando, também em razão da necessária diversificação econômica, sendo que as instituições de nível superior instaladas na região desempenham papel fundamental nesse processo (Andrade, 2003).

Como já evidenciado, o município de Itapé foi uma área de transição entre a pecuária e o cacau. A maior parte das áreas neste município era destinada ao plantio do cacau e outras áreas menores eram desmatadas para a formação de pastos, destinados aos animais que trabalhavam nas roças de cacau. As secas ocorridas ao longo dos anos na região provocaram a retirada dos cacauais, devido à baixa umidade. Estes locais foram substituídos pelas pastagens (Nacif, 2000).

A Oeste de Itapé, os solos rasos e a baixa pluviosidade determinaram a sua vocação para a pecuária. Existiam apenas manchas de cacau em áreas com domínio de solos mais profundos (Nacif, 2000).

Nesta área, a apropriação do espaço se deu mediante a ocupação e apropriação de grandes glebas de terra, o que determinou o surgimento de uma estrutura econômica em que a fazenda de gado era um espaço de movimentação do capital mercantil ao invés de uma unidade produtiva, de fato (Passos, 2002). Foi através do aluguel de pastos, estadia, venda de alimentos etc., que ocorreu a acumulação inicial de capital na região (Passos, 2002).

No extremo Oeste da bacia, a ocupação de Itapetinga ocorreu em torno de 1880 por migrantes oriundos da repulsão populacional ocasionada pela seca no Sertão, já mencionada. Esses migrantes deram origem às primeiras fazendas, dando início a agricultura de subsistência e a implementação da pecuária para efetivar a ocupação na região (Nacif, 2000). A principal rota de deslocamento era através da Via Pedestres – criada para escoar o gado oriundo das margens do rio Pardo, para o litoral – entre Canavieiras e o Planalto de Conquista, por onde chegaram os primeiros

visitantes, sendo que em 1912, Bernardino Francisco de Souza, primeiro posseiro, se instalou na área onde hoje está Itapetinga, juntamente com um grupo de desbravadores liderados por ele (Oliveira, 2002).

A pecuária bovina se conformou perfeitamente às características naturais da região, o que contribuiu para o rápido crescimento desta atividade e, consequentemente, o povoado de Itatinga (denominação inicial do município de Itapetinga) se transformou em uma área de atração populacional, tendo em vista que já por volta de 1935, como distrito e em 1938, como vila, pertencente a Vitória da Conquista, Itatinga se consubstanciava como um importante núcleo urbano, sendo que nesse mesmo ano Itatinga foi desmembrado de Vitória da Conquista e anexado a Itambé (Oliveira, 2002). Em 1943 a denominação de Itatinga muda para Itapetinga e em 1952 foi criado o município de Itapetinga, desmembrado de Itambé (Oliveira, 2002).

Assim, a década de 1930 marcou um momento de grande aporte de capital na localidade, com o estabelecimento de pecuaristas oriundos de antigas áreas de criação, que entraram em decadência. Nesse contexto, se destacou o pecuarista Juvino Oliveira, como grande líder dos produtores, que contribuiu profundamente para a projeção da futura cidade de Itapetinga na Bahia e no Brasil, como grande bolsão pecuarista do Norte e Nordeste brasileiro (Oliveira, 2002).

O período de maior destaque desta região em nível nacional como bolsão da pecuária de corte, entre 1920 e 1960, marcou o intenso desmatamento para a formação de pastagens. O sistema de monocultura desenvolvido “assumiu o modelo de exploração extensiva baseada na extração dos recursos naturais e na resistência dos agentes às mudanças de ordem tecnológica e das relações de produção” (Oliveira, 2002, p. 68). É importante ressaltar que a construção da rodovia ligando Itabuna a Vitória da Conquista (hoje BR-415 e BA-263), em 1941, foi um ponto marcante na integração dos municípios que compõem a BHRC.

Os dez anos seguintes foram marcados por crises econômicas, caracterizadas pela “descapitalização da pecuária de corte e o surgimento da pecuária bovina mista (corte e leite), e de pequenos laticínios, além do forte processo de urbanização” (Oliveira, 2002, p.76), provocando grandes dificuldades para as pequenas indústrias e a construção civil, o fechamento de curtumes e lojas comerciais.

No início da década de 1970, devido às crises na produção leiteira da Bahia, bem como às secas em outras áreas, propiciou um novo período de acentuado crescimento. Também nesse período, ocorreu a reestruturação da atividade pecuária, mediante a implantação da grande indústria de laticínio e do Matadouro Frigorífico do Média Pardo (MAFRIP), além da expansão do rebanho bovino misto (Oliveira, 2002). A vinda de indústrias para a região se ancorou, além da grande produção local de leite, principalmente nos incentivos concedidos pelo governo.

O capital gerado por este período de crescimento não foi revertido prioritariamente para a especialização das propriedades. A produção não conseguia transformar sua base tecnológica e grande parte desse capital foi utilizado para o aumento do patrimônio dos proprietários, com a aquisição de animais, mais terras e imóveis rurais e urbanos. Esse crescimento horizontal e maior concentração fundiária provocaram o estrangulamento da economia da pecuária e o aumento da pressão sobre os bens naturais nas décadas de 1980 e 1990 (Oliveira, 2002; Nacif, 2000).

Os dados referentes ao processo de ocupação atendem apenas a partir de 1980, conforme a realização de cinco censos demográficos nesse espaço temporal. A Tabela 11 demonstra o número de habitantes dos treze municípios drenados pela BHRC em cada censo demográfico.

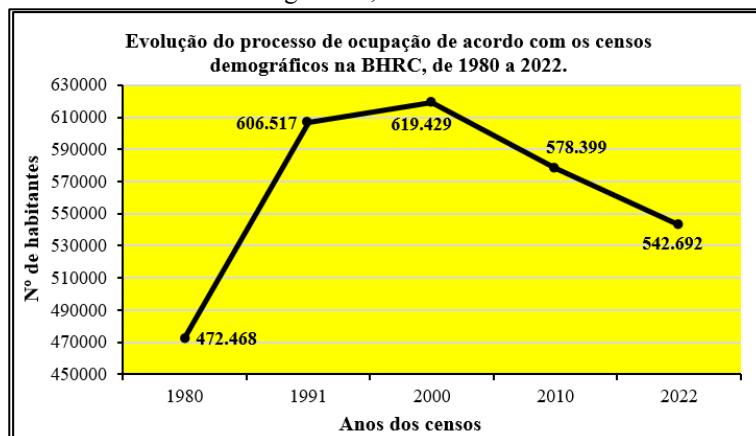
Tabela 11 - Número de habitantes por município, conforme os censos demográficos, na BHRC.

Municípios	Censos				
	1980	1991	2000	2010	2022
<b>Barro Preto</b>	8.209	10.593	8.602	6.453	5.833
<b>Firmino Alves</b>	6.035	5.484	5.170	5.384	4.873
<b>Floresta Azul</b>	18.434	13.910	11.614	10.660	11.055
<b>Ibicaraí</b>	30.985	30.565	28.861	24.272	21.665
<b>Ilhéus</b>	131.454	223.352	222.127	184.236	178.703
<b>Itabuna</b>	144.201	185.180	196.675	204.667	186.708
<b>Itajú do Colônia</b>	10.832	9.091	8.580	7.309	6.037
<b>Itambé</b>	25.539	23.797	30.850	23.089	24.394
<b>Itapé</b>	11.396	15.499	14.639	10.995	10.341
<b>Itapetinga</b>	47.417	53.500	57.931	68.273	65.897
<b>Itororó</b>	21.855	20.505	19.799	19.914	16.617
<b>Jussari</b>	9.141	8.457	7.556	6.474	5.888
<b>Santa Cruz da Vitória</b>	6.970	6.584	7.025	6.673	4.681
<b>Total</b>	<b>472.468</b>	<b>606.517</b>	<b>619.429</b>	<b>578.399</b>	<b>542.692</b>

Fonte: IBGE (2022). Produção do autor.

Os dados permitiram verificar que nos censos de 1991 e 2000 ocorreu incremento populacional em relação ao censo anterior, cerca de 28,4% e 2,1%, respectivamente. Já nos censos seguintes, 2010 e 2022, a população decresceu na bacia, esse decréscimo foi de 6,6% e 6,2%, respectivamente. Esse decréscimo não repercutiu positivamente no processo de apropriação na bacia, tendo em vista que, mesmo com a retração populacional, o cenário herdado dos períodos anteriores se pautou na ampliação das propriedades e do número de animais, isto é, ampliou-se a concentração fundiária, sem, contudo, mudar a base tecnológica (Gráfico 11).

Gráfico 11 - Processo de ocupação na BHRC, conforme os censos demográficos, de 1980 a 2022.



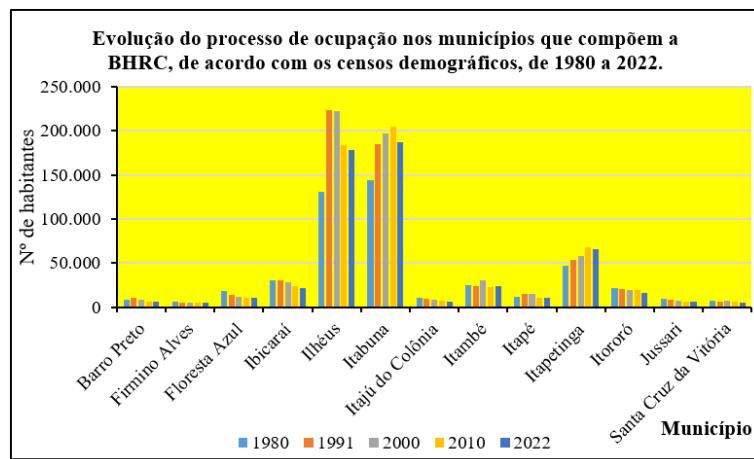
Fonte: IBGE (2022). Produção do autor.

Como se observou, com exceção de Itambé e Itapetinga, todos os municípios que compõem a bacia foram oriundos da então Capitania de Ilhéus. No decorrer do processo de ocupação, Ilhéus e Itabuna se mantiveram enquanto municípios mais populosos da bacia, com Ilhéus preponderando até o censo de 2000, quando foi ultrapassado por Itabuna, nos censos de 2010 e 2022. Esse fato demonstra a atração populacional exercida por Itabuna, com o fortalecimento do comércio e oferta de serviços.

Os censos demográficos demonstraram que no decorrer dos anos em que foram realizados, ocorreu flutuações do número de habitantes em vários municípios e, considerando o último censo, apenas Itambé e Floresta Azul apresentaram incremento populacional, 5,7% e 3,8%, respectivamente. Em todos os outros municípios o número de habitantes decresceu, com destaque para Santa Cruz da

Vitória, com 29,9%, Itororó, com 16,6% e Ibicaraí, com 10,7% de decréscimo populacional (Gráfico 12).

Gráfico 12 - Processo de ocupação dos municípios que compõem a BHRC, segundo os censos demográficos, de 1980 a 2022.



Fonte: IBGE (2022). Produção do autor.

Observa-se que na área de estudo há predominância das áreas de pastagens, que estão vinculadas à atividade agropecuária e representam 54% da bacia. Estão distribuídas em todo o território da bacia, sendo ainda mais significativas à montante, onde historicamente tem mais força.

As pastagens se estabeleceram em locais onde as condições ambientais não permitiram a introdução do cacau, sendo utilizadas para a alimentação do gado e apresentando-se em um sistema de produção de subsistência com baixo nível de manejo e em muitos casos degradadas, pois geralmente não existem práticas voltadas para a conservação do solo (Bahia, 2017). Originalmente, as matas foram substituídas por pastagens de capim-colonião (*Panicum maximum*), capim-sempre-verde (*Panicum maximum*) e Capim-angolinha (*Brachiaria mutica*), mas na atualidade é muito comum encontrar nessas áreas a braquiária (*Brachiaria decumbens*), sempre em sucessão, normalmente localizadas em áreas alagadas (Bahia, 2017; Nacif, 2000).

As Áreas de Floresta correspondem a 34% da área da bacia e correspondem aos remanescentes de Mata Atlântica, sendo composta pela Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista e Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Formação Pioneira Arbórea e Formação Savânica. Esta classe está

concentrada mais expressivamente no Centro e nas bordas Leste, Oeste, Nordeste e Sudeste da bacia, mas apresenta algumas manchas distribuídas por toda a área de estudo. A Mata Atlântica desempenha papel fundamental na regulação do ciclo hidrológico, desde a proteção dos solos até a ciclagem de nutrientes importantes para a manutenção dos sistemas locais (Bahia, 2017) (Figura 52).

Figura 52 - Mata Atlântica na BHRC, abr/2024.



Fonte: Acervo do autor.

As áreas de Mosaico de Usos equivalem a 11% da área da bacia e correspondem aos locais de prática da agropecuária. Sua concentração é maior no médio e sobretudo no baixo curso do rio Cachoeira, mas está representado em pequenas manchas distribuídas por toda a bacia (Figura 53).

Figura 53 - Mosaico de Usos na BHRC.



A) Pecuária, Itororó, dez/2023; B) Pecuária, Floresta Azul, abr/2024.

Fonte: Acervo do autor.

Já a classe de Área Urbanizada equivale a 0,8% da bacia e corresponde às áreas urbanas dos municípios, com significativa densidade de edificações e vias, incluindo áreas livres de construções e infraestrutura. Esses locais são áreas

antropizadas com pouco ou nenhum revestimento florestal ou vegetação natural, que não possuem nenhum valor ecológico (Bahia, 2017). A Figura 54 mostra em primeiro plano o rio cachoeira, em Itabuna e, em segundo plano a cidade de Itabuna.

Figura 54 - Área Urbanizada na cidade de Itabuna na BHRC, abr/2024.



Fonte: Acervo do autor.

A classe de Corpo D'água corresponde a 0,2% da área da bacia e equivale aos rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água. Já os Mangues se caracterizam como formações densas, de caráter edáfico, sempre-verdes, frequentemente inundadas pela maré e associadas ao ecossistema costeiro de Manguezal. Representam 0,06% da área da bacia e estão localizados nas proximidades da foz do rio Cachoeira.

A classe Formação Natural não Florestal ocupa uma pequena área da bacia, equivalendo a 0,004%. Correspondem a áreas de superfícies não permeáveis, com rochas naturalmente expostas sem cobertura de solo. Na BHRC, está presente principalmente no Sul do município de Itajú do Colônia.

A classe de menor representação na bacia é a Agricultura, com 0,002%. Está distribuída principalmente nos municípios de Ibicaraí, Itajú do Colônia, Jussari e Santa Cruz da Vitória, se referindo a cultivos agrícolas de curta ou média duração, como hortaliças e banana. Também foram encontradas em pesquisa de campo, pequenas áreas de Silvicultura, com a presença de eucalipto (Figura 55).

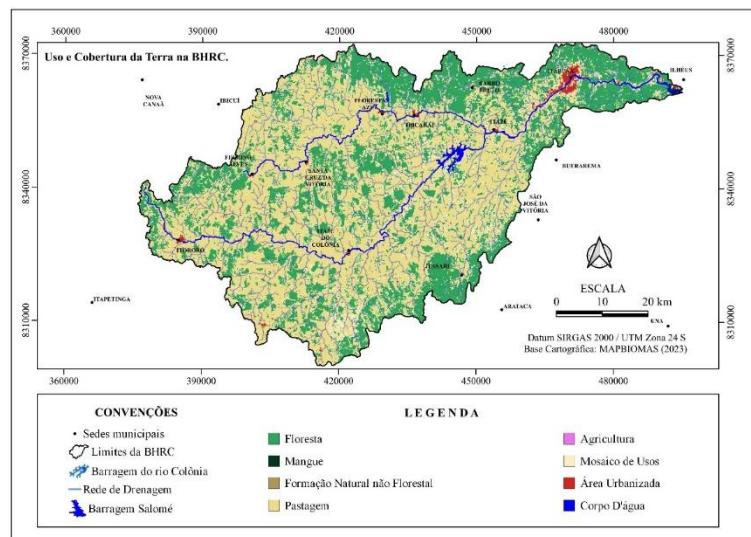
Figura 55 - Agricultura e Silvicultura na BHRC.



A) Cultivo de cacau, Itabuna, abr/2024; B) Cultivo de hortaliças, Ibicaraí, out/2023; C) Silvicultura, Ibicaraí, abr/2024; D) Silvicultura, Itapetinga, abr/2024. Fonte: Produção do autor.

A distribuição das classes de uso e cobertura da terra, de acordo com a coleção 8 do Projeto Mapbiomas, estão representadas na Figura 56.

Figura 56 - Uso e Cobertura da Terra na BHRC.



Fonte: MapBiomas, (2023). Produção do autor.

Diante deste processo de apropriação do espaço na BHRC, se verifica uma intensa transformação na paisagem, provocada por profundas intervenções humanas no bioma de Mata Atlântica, considerando seu estado original. Ressalta-se que,

embora o primeiro Censo tenha sido realizado em 1980, o Projeto Mapbiomas disponibiliza sua primeira versão apenas a partir do ano de 1985.

Dessa forma, foi possível verificar que as três classes que mais avançaram foram Agricultura (187%), Área Urbanizada (186%) e Pastagem (6,7%), considerando o primeiro e o último Censo Demográfico. Embora a classe Agricultura tenha apresentado grande crescimento percentual, na prática, o aumento foi de 0,5 km<sup>2</sup>. Assim, esta classe exerce pouca influência na transformação da paisagem na bacia.

Quanto à classe de Área Urbanizada, verifica-se que o aumento populacional aconteceu principalmente nas sedes municipais, onde naturalmente há maior concentração de pessoas, porque se constitui em centros de atração demográfica, devido à maior demanda de trabalho. Além do surgimento e crescimento dos municípios menores, o município de Itabuna, que cresceu 29% entre o primeiro e último Censo Demográfico, comandou o crescimento dessa classe, pois os municípios de Ilhéus e Itapetinga, que embora tivessem maiores incrementos populacionais, de 36% e 39%, respectivamente, possuem suas sedes fora da área da bacia, e por isso, a contribuição desses municípios para as transformações na paisagem da bacia não são proporcionais ao aumento populacional deles.

O aumento da classe Pastagem denota mais uma vez a tendência da supressão da vegetação original para a implementação de pastagens e, consequentemente, do possível aumento da pressão sobre os bens naturais, com intervenções no ciclo hidrológico e nos solos. Além da significativa transformação da paisagem, a pecuária extensiva praticada na maior parte das propriedades não demanda muita força de trabalho e, por isso, não consegue alocar muitas pessoas como mão de obra. A evolução do Uso e Cobertura da Terra na BHRC, nos cinco Censos demográficos realizados no Brasil, considerando as classes temáticas propostas pelo Projeto Mapbiomas (Mapbiomas, 2023), está na Tabela 12.

Tabela 12 - Distribuição percentual das classes de Uso e Cobertura da Terra na BHRC, ao longo dos cinco Censos demográficos realizados.

Classe	1985	1991	2000	2010	2022
Agricultura	0,0007	0,0003	0,0004	0,0003	0,0020
Área Urbanizada	0,2639	0,3549	0,4632	0,5489	0,7549
Corpo D'água	0,2453	0,3038	0,2275	0,1443	0,2179

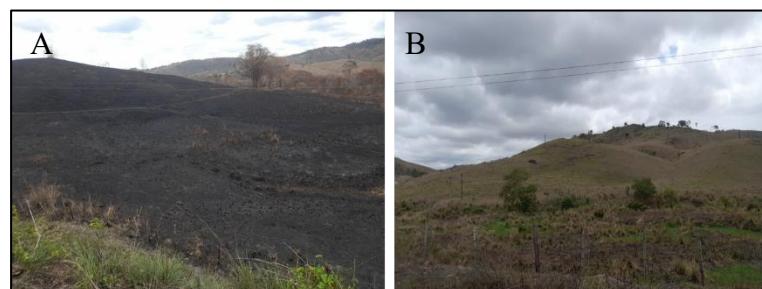
Floresta	34,3936	34,0546	32,6211	32,5073	34,2332
Formação Natural não Florestal	0,0117	0,0021	0,0009	0,0014	0,0039
Mangue	0,0648	0,0649	0,0636	0,0661	0,0650
Mosaicos de Usos	14,3782	11,5261	10,1962	13,1417	10,7466
Pastagem	50,6418	53,6932	56,4272	53,5900	53,9766

Fonte: Mapbiomas (2023). Produção do autor.

As análises dos dados relativos à caracterização da BHRC permitiram verificar que as transformações na paisagem acontecem de formas diferenciadas nas porções Oeste e Leste da área de estudo. No Oeste, apesar de existirem municípios com menores quantidades de habitantes, estas transformações estão associadas ao modelo histórico de apropriação, com a instalação de grandes propriedades e supressão da vegetação original para a introdução das pastagens, até o município de Itapé. Nessas áreas são comuns as queimadas anuais para a renovação dos pastos (Figura 57A).

Assim, as áreas de recargas das nascentes dos rios, localizadas nos topos de morros perdem paulatinamente a sua função, pois a vegetação que permitiria a sua infiltração e abastecimento subterrâneo, foi suprimida (Figura 57B). Nesse caso, ocorre a potencialização do fluxo de água superficial e consequentemente dos processos erosivos, aumentando o aporte de sedimentos nos leitos dos rios, provocando o assoreamento.

Figura 57 - Queimadas e desmatamento dos topos de morros na porção Oeste da BHRC, dez/2023.



Fonte: Acervo do autor.

Na porção Leste, o modelo de cultivo do cacau que predominou outrora, possibilitou maior preservação da paisagem. No entanto, a ocupação inadequada das margens dos rios e o despejo de esgotos sem tratamento nos seus leitos,

principalmente no município de Itabuna, ocasionam impactos importantes nos sistemas ambientais (Figura 58).

Figura 58 - Lançamento de esgoto e depósito de lixo no rio Água Branca, afluente do rio Cachoeira, na BHRC, Itabuna.



Fonte: Nazáro (2022).

As análises dos dados morfométricos da bacia permitiram verificar que quando observados isoladamente os valores do Coeficiente de Compacidade ( $K_c$ ) = 1,98, do Fator de Forma ( $K_f$ ) = 0,12 e do Índice de Circularidade ( $I_c$ ) = 0,25, a bacia tendencia para a inexistência de eventos de enchentes significativas.

Entretanto, quando se observam outras variáveis, é possível notar que a BHRC é bastante suscetível a eventos periódicos de cheias significativas. A Densidade de Drenagem ( $D_d$ ) = 1,67, por exemplo, evidencia maior fluência na drenagem, corroborando com a predominância de ambientes cristalinos, caracterizados por permeabilidade secundária, com recarga dependente principalmente das chuvas, onde a porosidade é menor, ocorrendo, dessa forma, menor infiltração da água.

A baixa declividade, evidenciada pelo fato de 72,9% da área da bacia possuir até 20% de inclinação, aliada às características pedológicas, em que a condutividade hidráulica ( $K_{fs}$ ) de 97,39% (Chernossolos, Luvissolos e Argissolos) dos solos mostra-se muito baixa, determinam maior potencialização do escoamento superficial em detrimento do volume infiltrado e o consequente favorecimento aos processos erosivos, variações bruscas da vazão dos rios no decorrer do ano e baixa recarga dos aquíferos.

Assim, os eventos de cheias mostraram-se com grande recorrência na BHRC e nas sub-bacias do Colônia e Salgado. Ao dar voz à população local, foi relatada a ocorrência de cheias na Bacia, nas cidades de Floresta Azul, Santa Cruz da Vitória, Firmino Alves, Ibicaraí e Itapé, banhadas pelo rio Salgado.

## 5 CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DA BHRC.

Esta Seção se propôs a atender ao segundo objetivo específico, caracterizando a dinâmica Hidrológica da BHRC, no período de 1966 a 2019. As análises foram balizadas pela Hidrologia Avançada Experimental (HAE), proposta por Gonçalves 2020; 2019; 2019a; 2019b; 2019c; 2016; 2015a; 2015b; 2014, 2023a, 2023b, 2023c). Ressaltamos que o estudo lançou mão dos aspectos da HAE que se conformaram aos objetivos da pesquisa.

### 5.1 A RELAÇÃO COTA/VAZÃO NA BHRC.

Analizando as vazões da BHRC, na Estação fluviométrica 53170000 no banco de dados da agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), se observou que num intervalo de 54 anos, compreendendo os anos de 1966 a 2019, distribuídos em oito subperíodos, de acordo com a curva de descarga da estação 53170000, do primeiro para o segundo subperíodo houve a manutenção das cotas mínimas da régua em 10 cm, seguido de um aumento dessa cota até o quarto subperíodo, o que significa dizer que a BHRC saiu de um momento de estabilidade, passando para um processo de assoreamento nesta etapa. Nos dois subperíodos seguintes, tivemos uma tendência para o aumento da competência do rio e a consequente erosão no leito, confirmado pela redução da cota mínima da régua, principalmente, do quarto subperíodo para o sexto subperíodo (jan/1989 a jul/1994). É importante ressaltar que ocorreu um processo de deposição do sexto para o sétimo subperíodo, que se manteve estabilizado até o oitavo subperíodo. Entretanto, destacamos que o assoreamento na bacia não passou de 40 cm, sendo reduzido à metade até 2019 (20 cm) (Tabela 13).

Tabela 13 – Lâmina crítica d’água mínima e Cotas mínimas da base da régua, e da água medida na régua, na Estação 53170000, na BHRC, no período de 1966 a 2019.

Nº do Subperíodo	Subperíodo	Cota mínima da base da régua	Cota mínima da água medida na régua	Lâmina crítica d’água
1	jan/1966 a fev/1969	10	18	8
2	mar/1969 a set/1974	10	12	2
3	out/1974 a nov/1978	30	34	4
4	dez/1978 a abr/1979	40	44	4

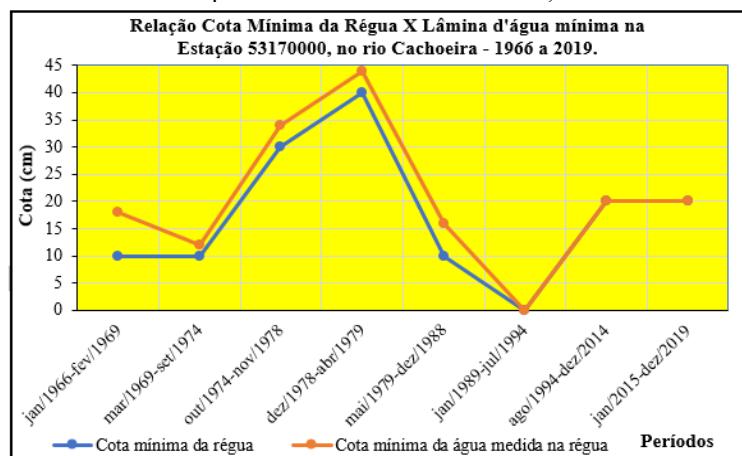
5	mai/1979 a dez/1988	10	16	6
6	jan/1989 a jul/1994	0	0	0
7	ago/1994 a dez/2014	20	20	0
8	jan/2015 a dez/2019	20	20	0

Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

É importante ressaltar que outras variáveis podem ser adicionadas para essas análises sobre os subperíodos, como modificações da área molhada, períodos de ondas de cheias e alterações nos segmentos de coletas na estação, podendo determinar maior especificação no comportamento das variáveis de cota e vazão. Essas outras variáveis não estão disponíveis na dimensão temporal analisada aqui.

Foi possível verificar que, embora tenha ocorrido o aumento da Cota mínima da água medida na régua, também aconteceu uma elevação da Cota mínima da base da régua, mais uma vez evidenciando o acúmulo de sedimentos no leito do rio. Na medida em que as duas variáveis se igualam, a partir do sexto período, denota-se uma conjuntura de déficit hídrico na Estação 53170000, caracterizando que a partir deste momento o rio Cachoeira torna-se intermitente, o que justifica a construção da barragem do rio Colônia nos anos seguintes (Gráfico 13).

Gráfico 13 - Comportamento das cotas na BHRC, de 1966 a 2019.

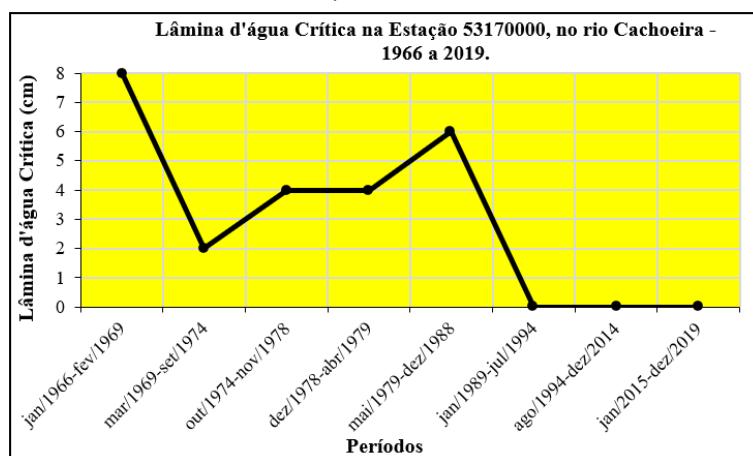


Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

A lâmina d'água crítica mínima, no período, é o menor valor da diferença entre a Cota mínima da água medida na régua e a Cota mínima da base da régua. Os dados demonstram um aumento da lâmina d'água do segundo período até o quinto período, ou seja, houve aumento disponibilidade de água neste momento, ao longo

do ano. Do primeiro para o segundo período e do quinto período para o sexto período ocorreu o inverso, isto é, a lâmina d'água crítica mínima foi reduzida, ocasionando menor disponibilidade hídrica no rio, ao longo do ano. Outra questão relevante aconteceu a partir do sexto período, onde as duas variáveis se igualaram, significando total indisponibilidade de água neste momento. Esse contexto se manteve até o final da série histórica, na Estação 53170000 (Gráfico 14).

Gráfico 14 - Comportamento da Lâmina d'água Crítica mínima na BHRC, de 1966 a 2019.

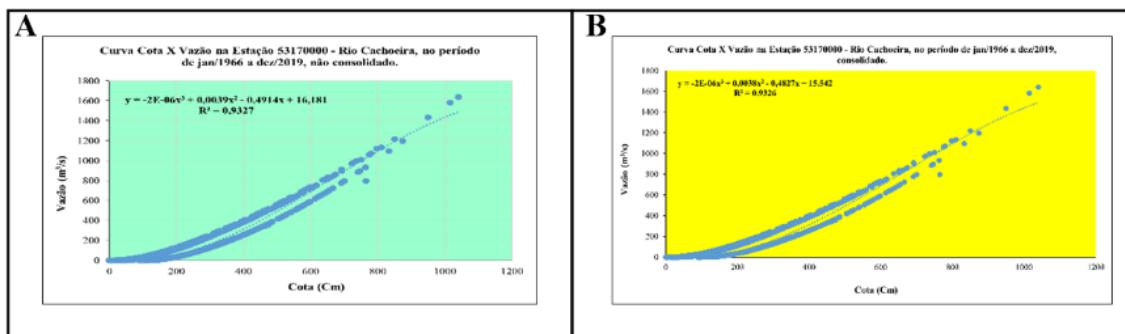


Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

A relação cota-descarga, denominada de Curva de Descarga ou Curva-Chave foi um recurso utilizado para mensurar o grau de confiabilidade da estação fluviométrica. É uma relação física do escoamento envolvendo a descarga e a energia potencial ou altura (PINTO *et al*, 1976). É importante ressaltar que a Curva de Descarga ou Curva-Chave envolve dados diários médios de cota e vazão.

No caso desta pesquisa, foi possível observar que a Curva-chave da dimensão temporal utilizada apresentou duas tendências, ou seja, tivemos valores diferentes de vazões para os mesmos valores de cotas. Em rios com pequena inclinação, como é o caso aqui analisado, é comum que a variação da linha de água aconteça sem que ocorra alteração no nível da água (PINTO *et al*, 1976). Isso pode se evidenciar em momentos de rápidas flutuações de nível de água, devido a uma onda de cheia. O grau de confiança dos dados não-consolidados e consolidados não apresentou alterações significativas (Figuras 59A e 59B).

Figura 59 - Relação Cota X Vazão, com dados não-consolidados e consolidados, na Estação 53170000 - Rio Cachoeira, no período de jan/1966 a dez/2019.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Os dados coletados apresentaram grande confiabilidade. Nos subperíodos, verificamos que o  $R^2$  esteve sempre acima de 0,99, próximo ao máximo, que é o valor 1,0. Esta confiabilidade se manifestou antes e depois da consolidação dos dados, tendo em vista que a diferença chegou a, no máximo, 0,02%, o que atesta a retidão do trabalho de coleta realizado na Estação 53170000. Apenas na Curva-chave de toda a dimensão temporal (1966 a 2019) apresentou  $R^2$  menor, o que é normal, devido à variabilidade temporal que proporciona variações na seção amostral (Tabela 14).

Tabela 14 - Nível de confiabilidade dos dados na Estação 53170000, na BHRC – 1966 a 2019.

Nº do subperíodo	Subperíodos	R <sup>2</sup> não consolidado	R <sup>2</sup> consolidado	Diferença	%
Geral	Jan/1966 a dez/2019	0,9327	0,9326	-0,0001	-0,01%
1	jan/1966 a fev/1969	0,9989	0,9989	0	0,00%
2	mar/1969 a set/1974	0,9988	0,9988	0	0,00%
3	out/1974 a nov/1978	0,9995	0,9995	0	0,00%
4	dez/1978 a abr/1979	0,9994	0,9996	0,0002	0,02%
5	mai/1979 a dez/1988	0,9992	0,9992	0	0,00%
6	jan/1989 a jul/1994	0,9995	0,9995	0	0,00%
7	ago/1994 a dez/2014	0,9991	0,999	0,0001	-0,01%
8	jan/2015 a dez/2019	0,9965	0,9967	0,0002	0,02%

Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

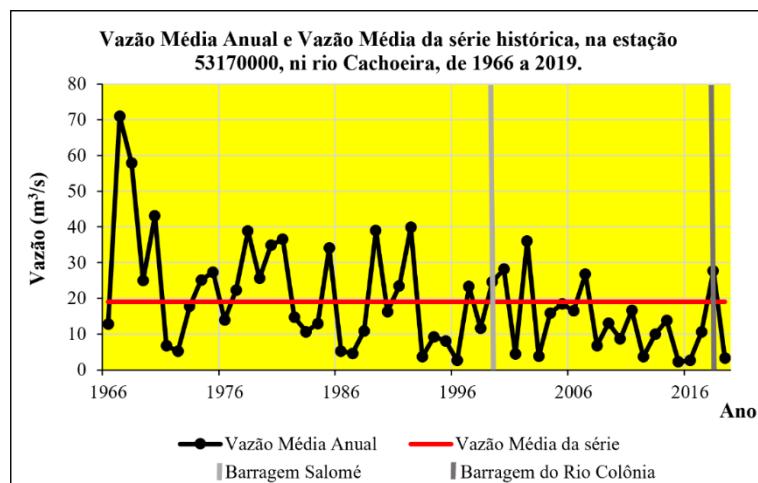
## 5.2 COMPORTAMENTO DAS VAZÕES DE 1966 A 2019.

O Gráfico 15 nos permite observar o comportamento da Vazão Média Anual (VM) em relação à vazão média da série histórica estudada, de 19 m<sup>3</sup>/s. O espaço

temporal de 54 anos apresenta 21 anos em que as VM estiveram acima da vazão média da série histórica e em 33 anos estiveram abaixo, correspondendo a 38,9% e 61,1%, respectivamente. É possível perceber também que a década de 1980 marca um grande aumento das VM abaixo da média da série histórica. A tendência se mantém e se mostra mais acentuada na década de 2000, onde apenas em quatro anos a VM esteve acima da vazão média da série histórica.

Nos 20 anos que se seguiram após a construção da barragem de Salomé 1999, apenas em quatro anos ocorreu vazão acima da média, indicando que este empreendimento pode ter influenciado nos padrões da dinâmica da bacia à sua jusante, reduzindo 80% das médias anuais a valores iguais ou menores do que a média da série ( $19 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Após elevação da VM de  $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ , em 2015, para  $27,7 \text{ m}^3/\text{s}$ , em 2018, verifica-se que ocorreu uma redução da VM para  $3,2 \text{ m}^3/\text{s}$  em 2019, um ano depois da implantação da barragem do Rio Colônia (Gráfico 15).

Gráfico 15 - Comportamento da Vazão Média Anual na Estação 53170000, no rio Cachoeira, no período de 1966 a 2019.

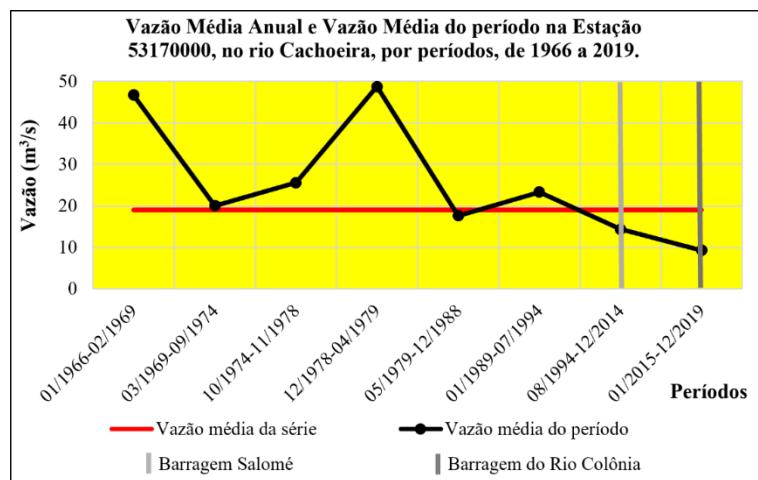


Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Quando observamos a vazão média da série histórica na BHRC, dos oito subperíodos analisados, em três deles tivemos elevação da VM, se comparados aos subperíodos anteriores a eles, inclusive chegando à maior VM em toda a série histórica estudada no quarto subperíodo, de  $48,7638 \text{ m}^3/\text{s}$ . Os cinco subperíodos restantes consolidaram uma redução da VM de  $37,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , equivalendo a 80,2%, se considerada a diferença entre o primeiro e o último subperíodo. Como já explicitado, a vazão média da série histórica pesquisada, foi de  $19 \text{ m}^3/\text{s}$  e, como se verifica, os

três subperíodos com VM abaixo da vazão média da série histórica estão situados a partir da década de 1980, onde tivemos  $\frac{3}{4}$  dos subperíodos apresentando redução da VM, com destaque para o sétimo e oitavo subperíodos, que apresentaram valores menores de VM em relação a Vazão Média do Período (Gráfico 16).

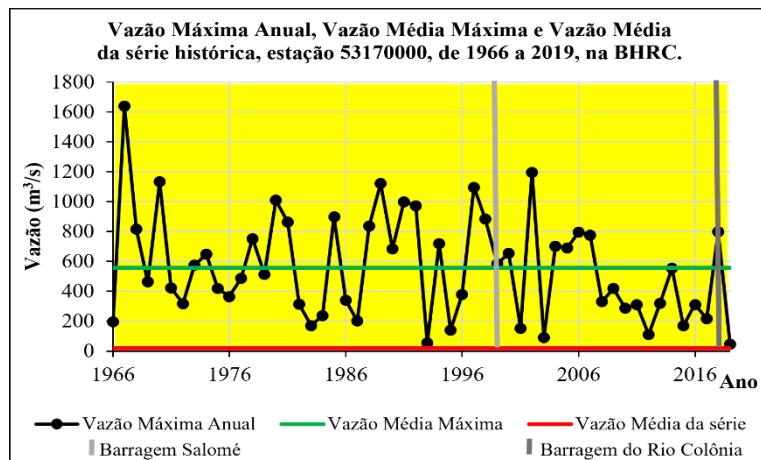
Gráfico 16 - Comportamento da Vazão média na Estação 53170000, no rio Cachoeira, de 1966 a 2019.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Ao analisar as vazões máximas anuais (Vmax) na série histórica de 1966 a 2019 se verifica que elas flutuaram entre  $19 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $1.640 \text{ m}^3/\text{s}$ . No início da série, a Vmax, foi de  $194,6 \text{ m}^3/\text{s}$  (1966), chegando a  $19 \text{ m}^3/\text{s}$ , no final da série (2019), sendo que a média das vazões máximas (VMmax) foi de  $559 \text{ m}^3/\text{s}$ , considerando toda a série. Sabendo que a vazão média (VM), neste período, foi de  $19 \text{ m}^3/\text{s}$ , verificamos que as Vmax sempre foram maiores ou iguais à média (VM). Também podemos observar que, considerando de 1966 a 2004, as Vmax estiveram acima da VMmax em 52,6% do tempo analisado. A partir de 2005, os momentos em que as Vmax estiveram acima da VMmax diminuíram, correspondendo a 33,4% (Gráfico 15). O ano de 1999, implantação da barragem Salomé, demarca um momento de intensificação da recorrência de Vmax abaixo da VMmax, principalmente a partir do ano de 2008. No ano de 2018 entrou em operação a barragem do rio Colônia, com 01 ano de recorrência da Vmax abaixo da VMmax e outro acima (Gráfico 17).

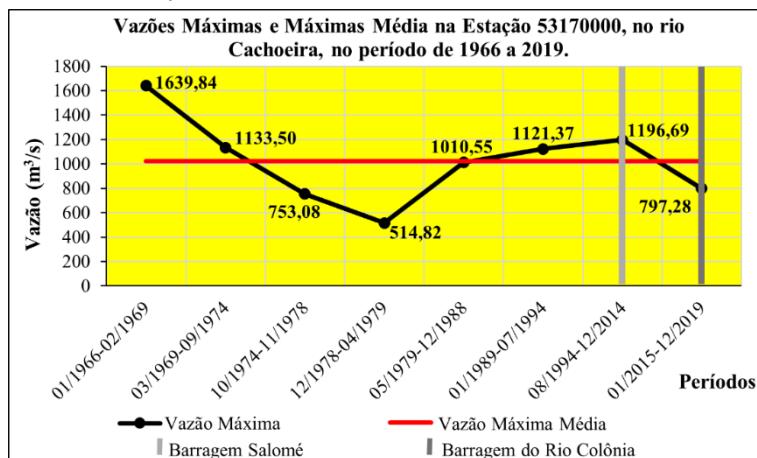
Gráfico 17 - Comportamento das vazões Máxima Anual, Média Máxima e Média no período de 1966 a 2019, na Estação 53170000, na BHRC.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Considerando os valores de vazões máximas nos subperíodos mensurados, verifica-se que do primeiro subperíodo (01/1966 a 02/1969) até o quarto subperíodo (12/1978 a 04/1979) houve uma redução de  $1.125 \text{ m}^3/\text{s}$ . Esse valor equivale a 68% de redução da vazão máxima entre esses dois subperíodos. A partir do quarto subperíodo, ocorreu um incremento na vazão máxima, chegando a  $1.121,4 \text{ m}^3/\text{s}$  no sétimo subperíodo (08/1994 a 12/2014), correspondendo a um aumento de  $681,8 \text{ m}^3/\text{s}$  ou 57%. Daí para o último subperíodo, aconteceu uma redução de  $399,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , perfazendo 33,4% de diminuição na vazão máxima na BHRC, segundo dados da Estação fluviométrica 53170000. No entanto, o que também pode ser observado é que do primeiro para o último subperíodo, houve uma redução de 51,4%, equivalente a  $842,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Mesmo considerando que “apenas” em três subperíodos a vazão máxima esteve abaixo da vazão máxima média, em valores absolutos ocorreu uma redução bastante acentuada (Gráfico 18).

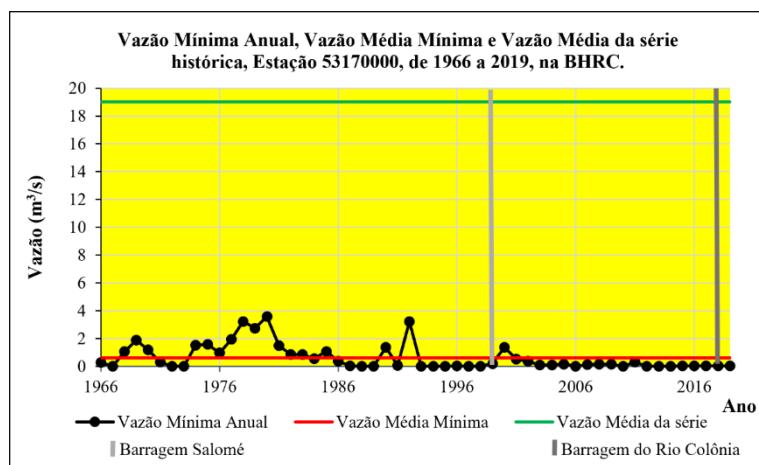
Gráfico 18 - Comportamento das Vazões Máximas e Máximas Média na Estação 53170000, no rio Cachoeira, de 1966 a 2019.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

A série histórica analisada permitiu observar que a partir da década de 1980 tivemos quatro anos em que a Vazão Mínima Anual (Vmin) superou a Vazão Média mínima (VMmin). Em nenhum ano da série a Vmin ultrapassou a Vazão Média (VM) de 19 m<sup>3</sup>/s, indicando que não existe tendência de excedentes hídricos. A maior Vmin no período foi de 3,6 m<sup>3</sup>/s em 1980. Desde então tivemos queda dos valores, destacando apenas em quatro momentos de superação da VMmin, como citado acima, sobressaindo os anos de 1992 e 2000, com 3,2 m<sup>3</sup>/s e 1,4 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. Considerando toda a série histórica analisada, em apenas 31,4% dos anos a Vmin esteve acima da VMmin, se apresentando na maior parte do tempo próxima de zero. É importante ressaltar que após a construção da barragem Salomé, apenas no ano 2000 a Vmin esteve acima da VMmin, ou seja, de 2000 a 2019, em 95,5% do tempo a Vmin foi inferior a 0,63 m<sup>3</sup>/s (Gráfico 19).

Gráfico 19 - Comportamento das vazões Mínima Anual, Média Mínima e Média da série histórica, Estação 53170000, de 1966 a 2019, na BHRC.

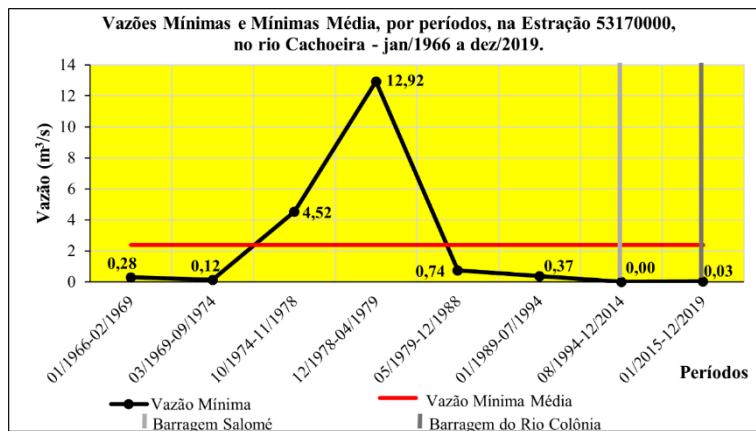


Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Ao compararmos as vazões mínimas dos períodos, observamos uma elevação no segundo período (03/1969 a 09/1974) até o quarto período (12/1978 a 04/1979), quando a Vazão Mínima (VMin) chegou próxima a  $13 \text{ m}^3/\text{s}$ . Então, ocorreu uma queda abrupta, ocasionando uma VMin de pouco mais de  $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$ , no quinto período (05/1979 a 12/1988). A partir de então a VMin continuou a diminuir mais paulatinamente, até atingir  $0,0292 \text{ m}^3/\text{s}$  no último período (01/2015 a 12/2019). Dessa forma, verificamos que na série histórica analisada, com exceção do terceiro e quarto períodos, as Vazões Mínimas sempre estiveram abaixo de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ , chegando a quase zero nos últimos períodos da série. Apenas no terceiro e quarto períodos a vazão mínima ficou acima da vazão mínima média.

A construção dos barramentos de Salomé em 1999 e do rio Colônia em 2018 é um fator importante na redução das vazões a partir desse período, haja vista que a instalação desses empreendimentos promoveu a retenção de água e sedimentos à montante da estação analisada (Gráfico 20).

Gráfico 20 - Comportamento das Vazões Mínimas e Mínimas Média na Estação 53170000, no rio Cachoeira, de 1966 a 2019.

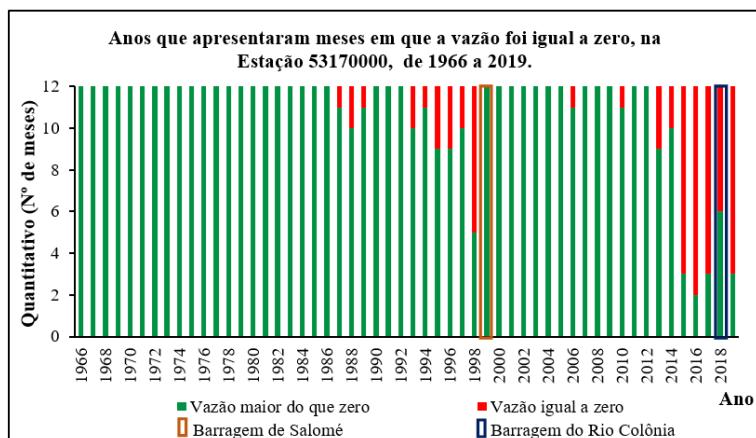


Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

É igualmente importante observar que no final da década de 1980, mais precisamente em 1987, iniciou um fenômeno de grande relevância na BHRC, que foi a existência de meses que passaram a apresentar vazão zero, em pelo menos um dia do mês. Os três últimos anos da década de 1980, com no máximo 2 (dois) meses com pelo menos 1 (um) dia com vazão 0 (zero), caracterizando uma gradativa tendência para a escassez hídrica na área de estudo.

Esse cenário se repete de forma ampliada na década de 1990, quando ocorreram 6 (seis) anos com meses que apresentaram pelo menos 1 (um) dia, no mês, com vazão 0 (zero), se intensificando no ano de 1998, quando chegou a 7 (sete) meses nessa condição. Na década seguinte a situação relativamente se amenizou, pois tivemos apenas dois anos, 2006 e 2010, em que pelo menos 1 (um) dia, no mês, apresentou vazão zero. O fato que pode trazer maiores preocupações é que na década de 2010 a 2019, 7 (sete), dos 9 (nove) anos representados, apresentaram pelo menos 1 (um) dia, no mês, com vazão zero, variando de dois a dez dias, do mês, no ano nessa condição (Gráfico 21).

Gráfico 21 - Levantamento dos meses com vazão zero, ao menos em 1 (um) dia no mês, na BHRC, Estação 53170000, de 1966 a 2019.



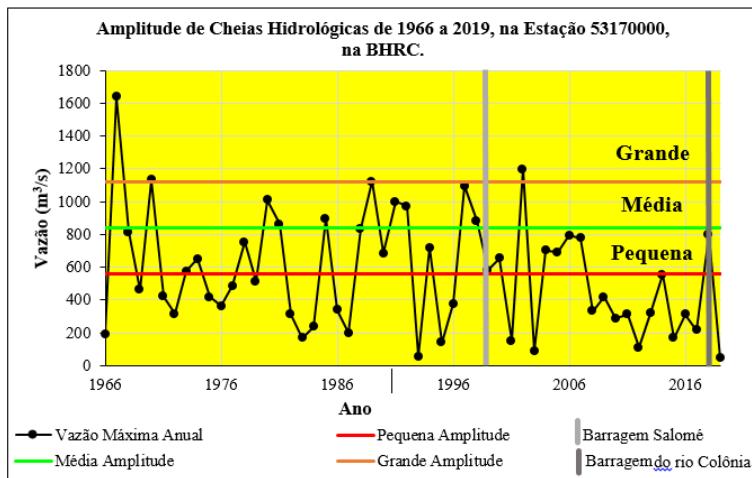
Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

### 5.3 EVENTOS DE CHEIAS E SECAS HIDROLÓGICAS NA BHRC.

As Vazões Máximas Anuais (Vmax) na BHRC seguiram uma propensão de redução, desde o início da série histórica, mas principalmente no início da década de 2000, a partir do ano de 2003. Esta série histórica abarcou a ocorrência de 28 (vinte e oito) eventos de cheias para outros 26 (vinte e seis) anos em que estes eventos não aconteceram, se percebendo, dessa forma, que as cheias ocorriam de forma intercalada ano a ano. A série também registra quatro cheias de grande amplitude, a maior delas ocorreu no ano 1967, quando a vazão de pico chegou  $1.640 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Os dados demonstram que nunca ficou mais de três anos consecutivos sem a ocorrência de cheias, exceto a partir do ano de 2008, quando esse interstício aumentou e não declinou mais. A última grande cheia foi em 2002, onde a vazão de pico atingiu  $1.197 \text{ m}^3/\text{s}$ . É possível verificar também que, com exceção de 2002, após a construção da barragem Salomé, ocorreram apenas cinco cheias, todas de pequeno porte (Gráfico 22).

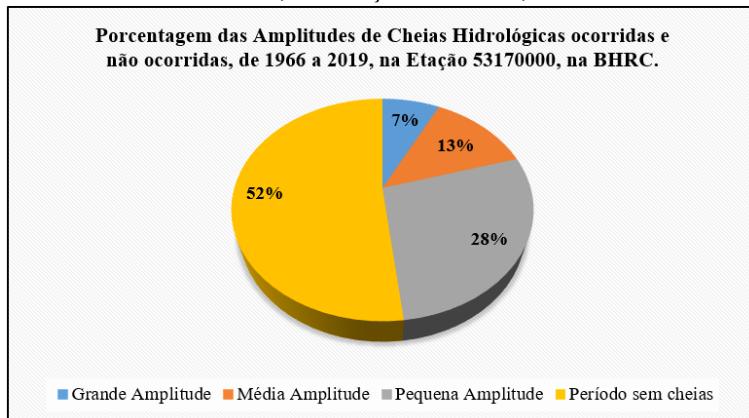
Gráfico 22 - Ocorrências de Cheias Hidrológicas de 1966 a 2019, na Estação 53170000, na BHRC.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

A série histórica analisada demonstra, como já observado, que a ocorrência de cheias foi uma constante na BHRC. Em 48% dos anos tivemos cheias para 52% em que estes eventos não ocorreram. Apenas em 7% dos anos, os eventos de cheias foram de grande amplitude, para 13% de média amplitude e 28% de baixa amplitude, o que mostra a carência de preparo destas comunidades para conviverem com esse fenômeno raro na bacia, quando consideramos apenas as cheias de grande amplitude (Gráfico 23).

Gráfico 23 - Ocorrência de Cheias Hidrológicas quanto a amplitude, de 1966 a 2019, na Estação 53170000, na BHRC.

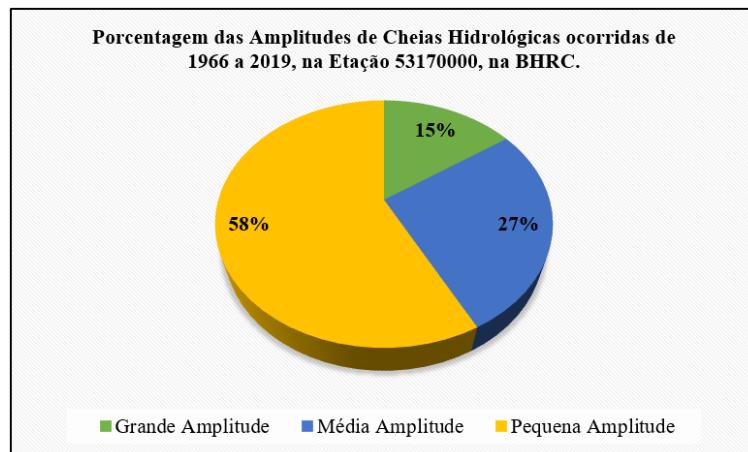


Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Ao observarmos apenas as características das cheias que acometeram a BHRC, de 1966 a 2019, percebemos que a grande maioria delas foi de pequena

amplitude, cerca de 58%. As cheias de grandes magnitudes perfizeram 15%, enquanto as cheias de média amplitude representaram 27% (Gráfico 24).

Gráfico 24 - Eventos de Cheias Hidrológicas quanto a amplitude, de 1966 a 2019, na Estação 53170000, na BHRC.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

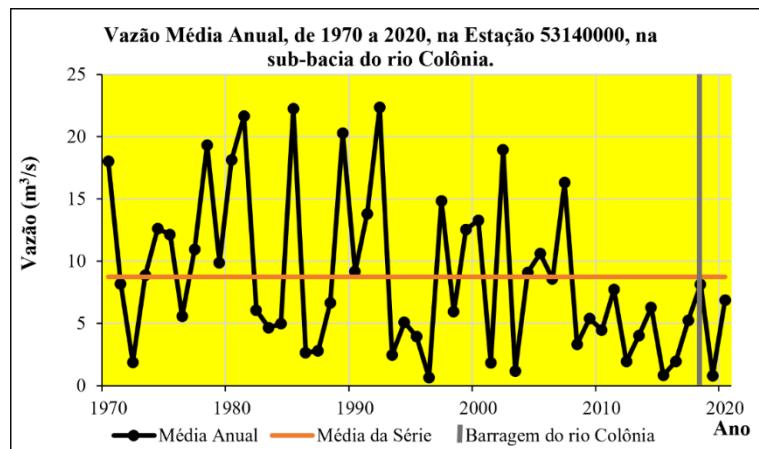
As cheias hidrológicas são eventos comuns na BHRC e suas principais sub-bacias. Na seção anterior, os dados morfométricos, como o Coeficiente de Compacidade ( $K_c$ ), Fator de Forma ( $K$ ) e Índice de Circularidade ( $I_c$ ), indicaram a NÃO suscetibilidade a ocorrências de cheias. Entretanto, as análises realizadas a partir da HAE comprovam o contrário e ratificam a recorrência de cheias na BHRC.

Ao considerar as sub-bacias da BHRC separadamente, também se comprova que os dados morfométricos destoam da realidade. Para confrontar os resultados morfométricos, procedeu-se com as análises das sub-bacias apenas em relação aos eventos de cheias hidrológicas, lançando mão dos dados que no momento foram disponibilizados pelo sistema de monitoramento da ANA.

Nessa ótica, em relação ao rio Colônia (Estação 53140000), observou-se que a Vazão Média Anual (VM) da série histórica amostrada foi de  $8,7 \text{ m}^3/\text{s}$ . Os dados permitiram verificar três momentos distintos na bacia. O primeiro vai de 1970 a 1992, onde a VM variou de  $1,9 \text{ m}^3/\text{s}$  a  $22,3 \text{ m}^3/\text{s}$ , sendo que predominaram as VM acima da Vazão Média da série histórica analisada. O segundo vai de 1993 a 2007, quando a VM oscilou entre  $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $19 \text{ m}^3/\text{s}$ , sendo caracterizado por apresentar metade dos anos com a VM abaixo da Vazão Média da série histórica. Por fim, o terceiro momento, de 2008 até 2020, onde a VM variou de  $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$  a  $8,7 \text{ m}^3/\text{s}$  e se

manteve abaixo da Vazão Média da série em todos os anos. A presença da barragem do rio Colônia não determinou mudança no padrão de vazões no rio Cachoeira (Gráfico 25).

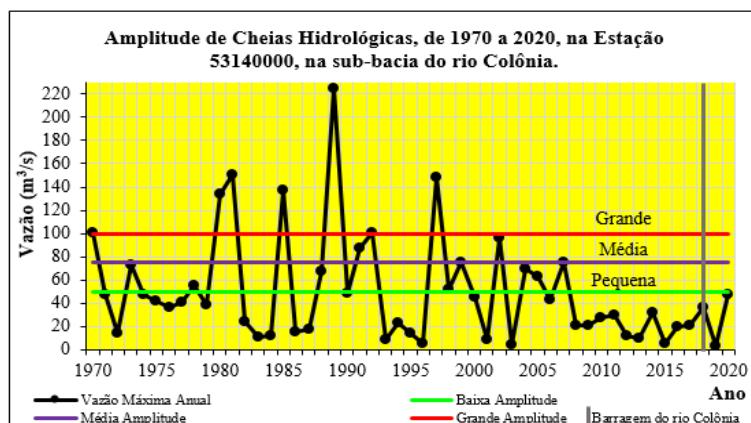
Gráfico 25 - Comportamento da Vazão Média Anual na Sub-Bacia do rio Colônia, ocorridas de 1970 a 2020.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

A Estação Fluviométrica 53140000, localizada nas proximidades da foz do rio Colônia, disponibilizou a série histórica de 1970 a 2020. Nessa série, foram identificados vinte e um eventos de cheias. Desse total, 41% foram cheias de grande amplitude, 41% de média amplitude e 35% de baixa amplitude. Nesse caso, não se verificou mudança de padrão nos dois anos posteriores à construção da barragem do rio Colônia (Gráfico 26).

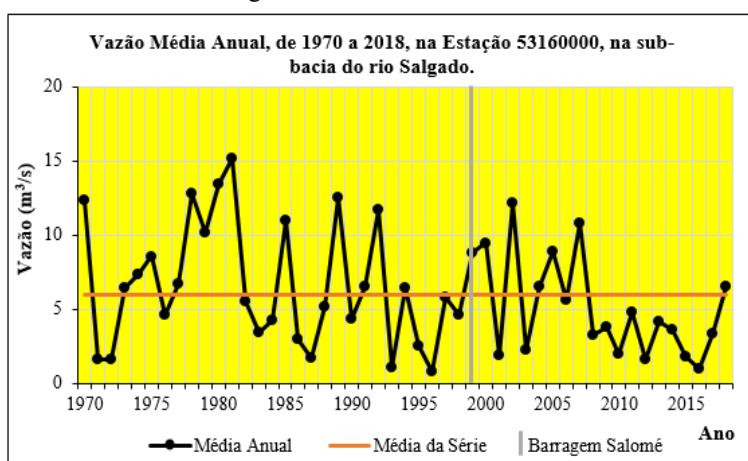
Gráfico 26 – Amplitude de Cheias na Sub-Bacia do rio Colônia, ocorridas de 1970 a 2020.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

A Estação Fluviométrica 53160000, localizada nas proximidades da foz do rio Salgado, possui série histórica de 1970 a 2018. A análise desses dados permitiu observar que a Vazão Média da série amostrada foi de  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  e que a Vazão Média Anual (VM) variou de  $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$  a  $15,2 \text{ m}^3/\text{s}$  durante a série histórica. O ano de 2008 marcou o início de um período de recorrência de anos em que a VM esteve abaixo da Vazão Média da série, com exceção do ano de 2018 (Gráfico 27).

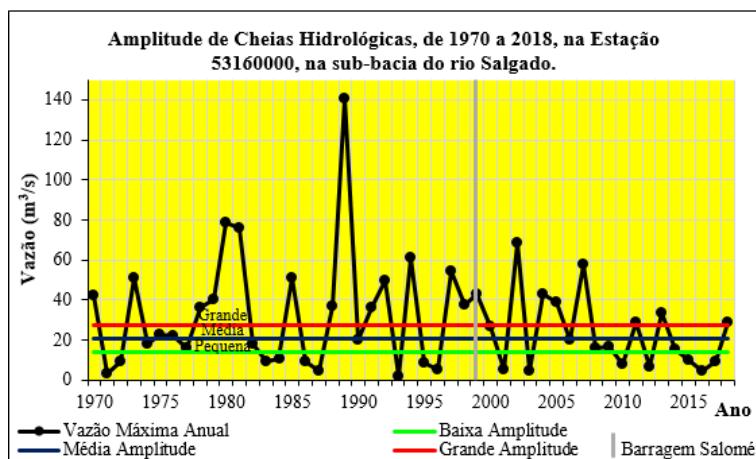
Gráfico 27 - Comportamento da Vazão Média Anual na Sub-Bacia do rio Salgado, ocorridas de 1970 a 2018.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Quanto às cheias, foram observados vinte e dois eventos de cheias, sendo que, 64% foram cheias de grande amplitude, 27% de pequena amplitude e 9% de média amplitude. Nos vinte anos de presença da barragem Salomé, se observou que 40% das cheias foram de grande amplitude. Antes de sua construção, período de trinta anos, as cheias de grande amplitude ocorreram em 46,6% dos anos. Já os eventos de ausência de cheias foram ampliados de 30% para 35%, antes e após a construção da barragem, respectivamente. Isso significa que a barragem Salomé contribuiu para o controle dos eventos de cheias na bacia, equilibrando a distribuição da vazão durante o ano (Gráfico 28).

Gráfico 28 - Amplitude de Cheias na Sub-Bacia do rio Salgado, ocorridas de 1970 a 2018.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

As cheias ocorridas na bacia do rio Salgado são corroboradas por esses resultados e pela memória da população que habita a localidade. Foram entrevistadas dezoito pessoas ao longo dos cinco municípios drenados pelo rio Salgado, objetivando ouvir o relato dos eventos de cheias, bem como verificar se a poluição atribui alguma denominação local do rio.

A unanimidade dos habitantes relatou a existência de cheias, desde o município de Firmino Alves até Itapé, inclusive, em alguns momentos, com o comprometimento de moradias, deixando pessoas desabrigadas, e impactando algumas culturas de subsistência existentes na área da bacia.

A dinâmica de ocorrência de cheias nas sub-bacias, dos rios Salgado, Colônia e Cachoeira, que compõem a BHRC está representada no Apêndice H, onde se observa o ano de ocorrência das Vazões Máximas Anuais. De 1970 a 2018 (49 anos), em 53% dos anos (26 anos), aconteceram eventos de cheias, em pelo menos uma das sub-bacias. Nesses 26 anos, foi possível perceber a dependência da sub-bacia do Cachoeira, em relação às sub-bacias dos rios Salgado e Colônia, no que diz respeito às vazões que caracterizam as cheias. Lembrando que as vazões estabelecidas para as cheias são as maiores ou iguais a 237 m<sup>3</sup>/s, 368,37 m<sup>3</sup>/s e 558,7 m<sup>3</sup>/s para as sub-bacias dos rios Salgado, Colônia e Cachoeira, respectivamente, conforme a HAE, para o período de 1970 a 2018.

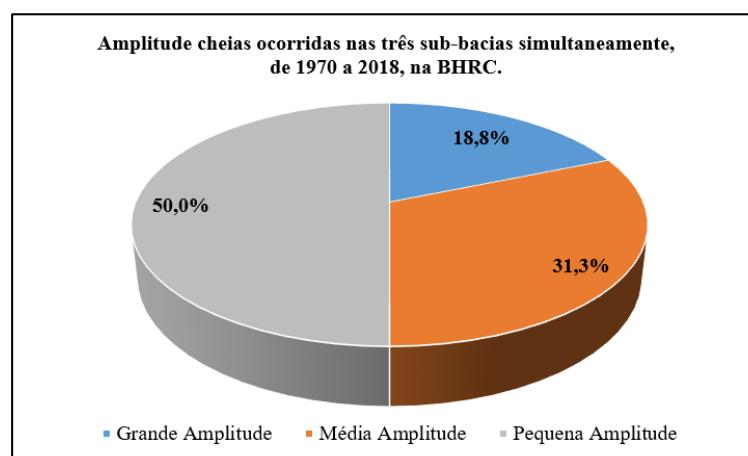
Nos anos de 1971, 1972, 1976, 1982, 1983, 1984, 1986, 1987, 1993, 1995, 1996, 2001 e 2003, não aconteceram cheias nas sub-bacias dos rios Salgado, Colônia e Cachoeira.

As sub-bacias do Salgado e Colônia possuem, em conjunto, 87,7%, do território sob o mesmo tipo climático, o semiúmido, mas, mesmo estando num mesmo clima, essas duas sub-bacias não apresentaram correlação em relação ao comportamento de suas vazões, sendo que nos 43 eventos de cheias, registradas nas duas sub-bacias, somente em 19% dos eventos as duas sub-bacias apresentaram amplitudes de cheias iguais, justificando assim, a baixa ocorrência de cheias de grande amplitude.

Os dados da série histórica amostrada permitiram verificar que, em valores absolutos, as duas sub-bacias influenciaram quase igualmente o Cachoeira, com leve predominância do rio Salgado, tendo em vista que este rio apresentou 15 anos de eventos de cheias coincidindo de forma simultânea com o Cachoeira, enquanto no caso do rio Colônia foram 14 anos (Apêndice H).

É importante ressaltar que todas as vezes que ocorreram cheias nos rios Salgado e Colônia simultaneamente, independente das amplitudes, também aconteceu cheia no rio Cachoeira. Em 32,7% dos anos da série analisada, de 1970 a 2018, esse fato ocorreu, sendo que, quando esses eventos se efetivaram, o Cachoeira apresentou 50% de cheias de pequena amplitude, 31,3% de média amplitude e 18,8% de cheias de grande amplitude (Gráfico 29).

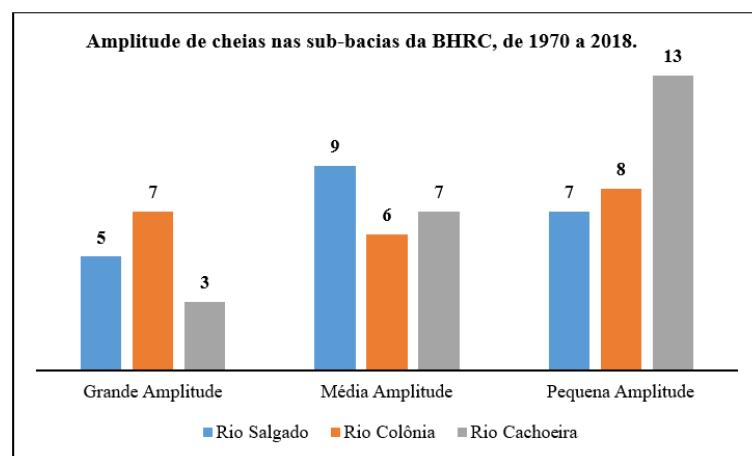
Gráfico 29 - Amplitude de cheia na sub-bacia do Cachoeira, quando as cheias aconteceram simultaneamente nas três sub-bacias.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Se observados separadamente, o rio Colônia apresentou maior quantidade de eventos de cheias de grande amplitude, enquanto o rio salgado predominou nas cheias de média amplitude e o Cachoeira com maiores eventos de cheias de pequena amplitude (Gráfico 30).

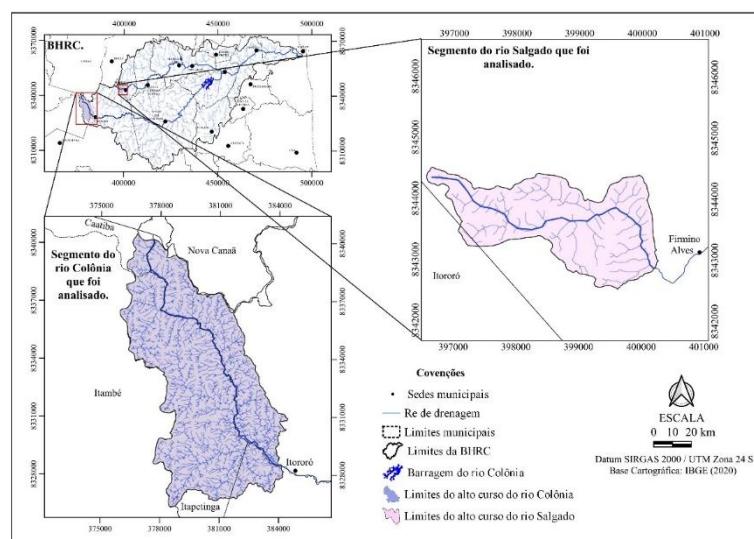
Gráfico 30 - Quantidade de eventos de cheias, quanto a amplitude nas três sub-bacias que compõem a BHRC, de 1970 a 2018.



Fonte: Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Para compreender esses eventos de cheias, avaliamos o comportamento do Coeficiente de Compacidade ( $K_c$ ), Fator de Forma ( $K_f$ ) e Índice de Circularidade ( $I_c$ ) com mais especificidade, em apenas um trecho do alto curso de cada sub-bacia, compreendido entre a nascente e a primeira cidade (Figura 60).

Figura 60 - Trechos analisados nas sub-bacias da BHRC.



Fonte: IBGE (2020). Produção do autor.

A morfometria dos trechos citados apresentou como resultado a não suscetibilidade a eventos de cheias, conforme o  $K_c$ ,  $K_f$  e o  $I_c$ . Tanto o  $K_c > 1,5$ , como o  $K_f < 0,5$  significam não sujeito a enchentes (Júnior *et al*, 2012; Villela e Mattos, 1975). O  $I_c < 0,51$  indica um perfil de bacia mais alongado, o que também denota não suscetibilidade a cheias (Cardoso *et al*, 2006). Ao calcular a  $R_r$ , foi possível verificar que existe baixa declividade nos dois trechos analisados, com uma declividade de 3 cm (0,03 m) a cada metro no rio Colônia e 9 cm (0,09 m) a cada metro no rio Salgado (Quadro 18).

Quadro 18 - Morfometria dos trechos dos altos cursos dos rios Salgado e Colônia, na BHRC.

Parâmetro morfométrico	Colônia	Salgado
Diferença altimétrica entre a nascente e o município	400 m	343 m
Razão de Relevo ( $R_r$ )	0,03	0,09
Área de drenagem (A)	63,9 km <sup>2</sup>	4 km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	48 km	11,2 km
Coeficiente de Compacidade ( $K_c$ )	1,7	1,6
Fator de Forma ( $K_f$ )	0,22	0,2
Índice de Circularidade ( $I_c$ )	0,34	0,4
Comprimento (L)	17,2 km	4,7 km
Comprimento Axial ( $L'$ )	13,4 km	3,8 km

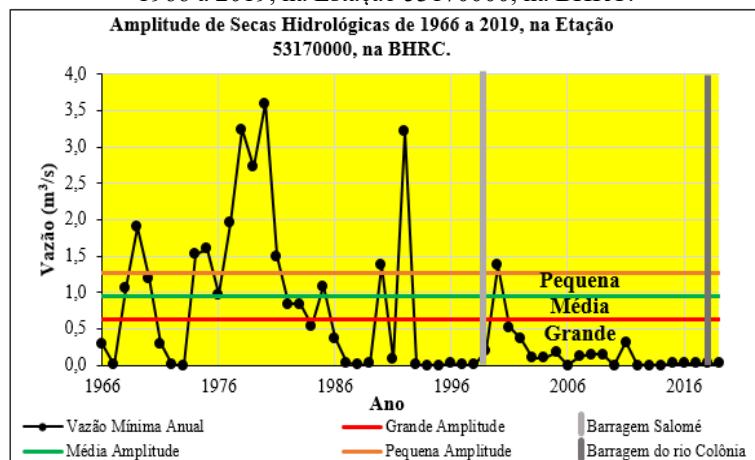
Fonte: produção do autor.

Dessa forma, as cheias ocorridas nas sub-bacias são oriundas do efeito ocasionado pela água ao abandonar uma área mais íngreme, onde o rio apresenta maior capacidade de transporte e maior competência, e chegar a uma área mais aplainada, provocando espalhamento da água e, consequentemente, as cheias. Esse espalhamento permanece até a distância de 120 km, aproximadamente, quando ocorre a confluência do rio Salgado com o rio Colônia, potencializando o fluxo novamente.

Outra questão que vem despertando muita atenção nos últimos tempos são os eventos de seca, pois podem comprometer o abastecimento populacional, bem como as atividades econômicas. No caso da BHRC, de 1966 a 2019, observamos 43 (quarenta e três) anos com a ocorrência de eventos de seca. Podemos verificar também que a partir da década 1980 tivemos maior ocorrência dos eventos de seca mais severas. Também é importante ressaltar que após a implantação da barragem Salomé em 1999, com exceção do ano 2000, todos os anos seguintes apresentaram eventos de seca de grande amplitude. Nesse período, a maior Vazão Mínima Anual

(V<sub>min</sub>) foi de 0,63 m<sup>3</sup>/s, no ano de 2001, chegando a quase zero nos anos seguintes (Gráfico 31).

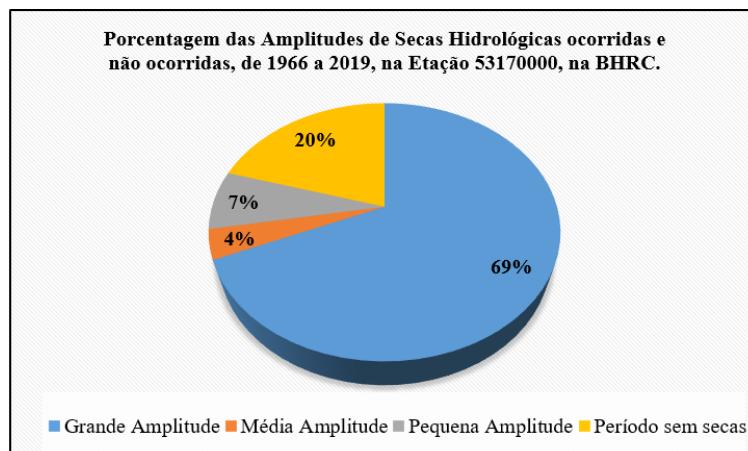
Gráfico 31 - Ocorrência de Secas Hidrológicas quanto a amplitude, de 1966 a 2019, na Estação 53170000, na BHRC.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Os eventos de seca ocorreram em 80% do período analisado. Esse período de carência hídrica foi mais severo a partir do final da década de 1980, sendo que, com exceção do ano 2000, de 1991 até o final da série histórica, todos os eventos de seca foram de grande amplitude. Dessa forma, de 1966 a 1919, tivemos 69% deste período, caracterizado como secas de grande amplitude, 4% de média amplitude e 7% como de pequena amplitude (Gráfico 32).

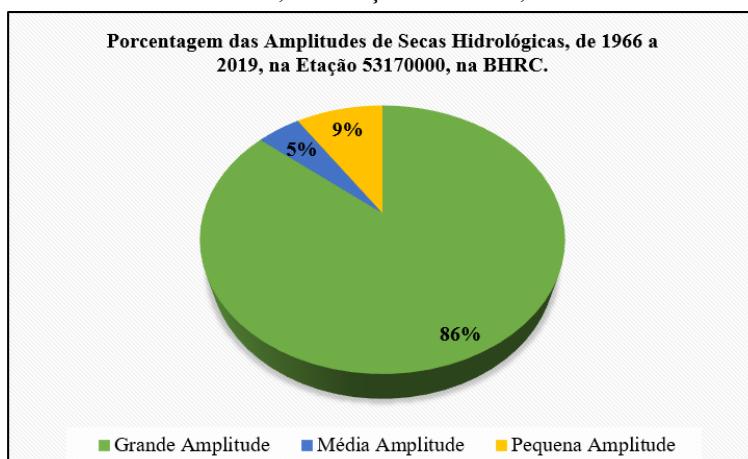
Gráfico 32 - Ocorrência de Secas Hidrológicas quanto a amplitude, de 1966 a 2019, na Estação 53170000, na BHRC.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Ao considerarmos apenas os anos em que aconteceram eventos de seca, verificamos que 86% das secas ocorridas na BHRC fora de grande amplitude, denotando que em grande parte dos anos analisados predominou as baixas vazões. Vimos também que as secas de média e baixa amplitude perfizeram 5% e 9%, respectivamente (Gráfico 33).

Gráfico 33 - Eventos de Secas Hidrológicas quanto a sua amplitude, de 1966 a 2019, na Estação 53170000, na BHRC.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Já no que concerne aos eventos de secas nas sub-bacias, o Apêndice I apresenta a dinâmica das três sub-bacias, em relação ao ano de ocorrência desses eventos e as Vazões Mínimas Anuais. É importante ressaltar que as vazões caracterizadas como seca, conforme a HAE, foram as menores ou iguais a  $0,32 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $0,17 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $0,66 \text{ m}^3/\text{s}$ , para as sub-bacias dos rios Salgado, Colônia e Cachoeira, respectivamente.

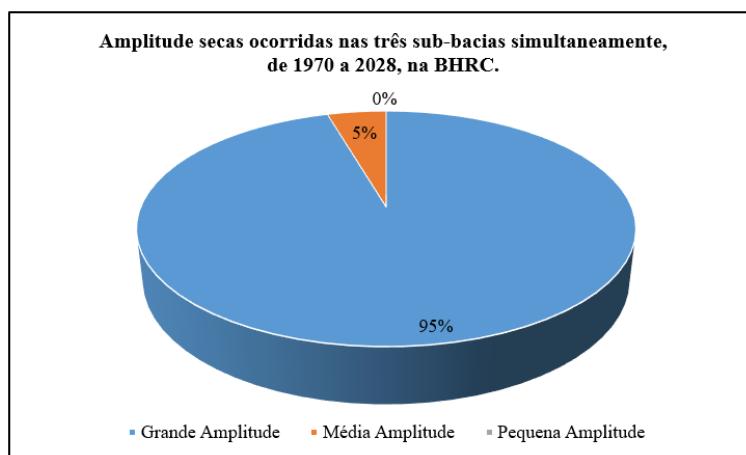
É importante salientar que nos anos de 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1985 e 1992, não aconteceram secas nas sub-bacias dos rios Salgado, Colônia e Cachoeira.

Nos 59 anos analisados, em 61% dos anos (36 anos) houve seca em pelo menos uma das sub-bacias da BHRC. As secas no Cachoeira foram concomitantes à seca em pelo menos uma das outras sub-bacias, sendo que 64,7% dos eventos de seca ocorridos no Cachoeira envolveram simultaneamente os rios Colônia e Salgado, sendo que 11,8% aconteceram em concomitância com apenas um dos rios. Dessa forma, foi encontrada correlação entre as sub-bacias, no que diz respeito aos eventos

de secas ocorridos no espaço temporal analisado, isto é, as baixas vazões nas sub-bacias do Salgado e Colônia contribuem para as baixas vazões no rio Cachoeira, corroborando com o despreparo para cheias, tendo em vista que as secas constituem os cenários do cotidiano (Apêndice I).

Na BHRC não existiu seca de pequena amplitude quando estes eventos aconteceram nas três sub-bacias simultaneamente. Nesse caso, foram 95% dos eventos caracterizados como seca de grande amplitude e apenas 5% de média amplitude. O grande percentual de secas de grande amplitude envolvendo todas as sub-bacias corrobora mais uma vez a relação de dependência do Cachoeira em relação as outras sub-bacias (Gráfico 34).

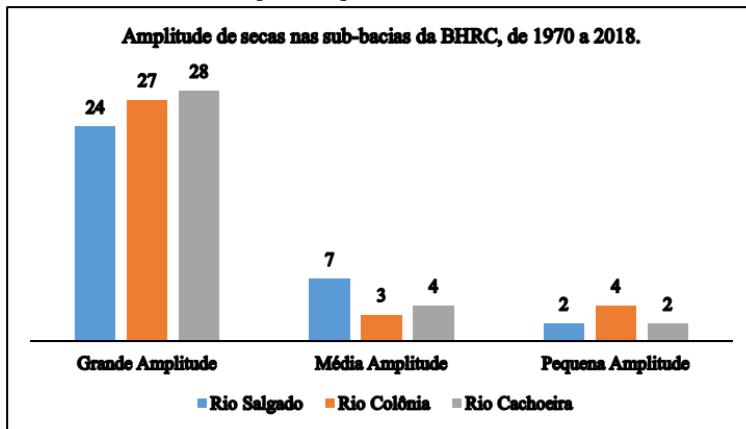
Gráfico 34 - Amplitude de seca na sub-bacia do Cachoeira, quando as secas aconteceram simultaneamente nas três sub-bacias da BHRC.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

O Gráfico 35 permite observar a grande discrepância entre as amplitudes das secas que ocorreram nas sub-bacias durante a série histórica analisada, com predominância das secas de grande amplitude. Apesar de valores próximos, a sub-bacia do Cachoeira apresentou maior quantidade de secas de grande amplitude, enquanto as sub-bacias do Salgado e Colônia se destacaram nos eventos de secas de média e baixa amplitude, respectivamente (Gráfico 35).

Gráfico 35 - Quantidade de eventos de secas, quanto a amplitude nas três sub-bacias que compõem a BHRC, de 1970 a 2018.

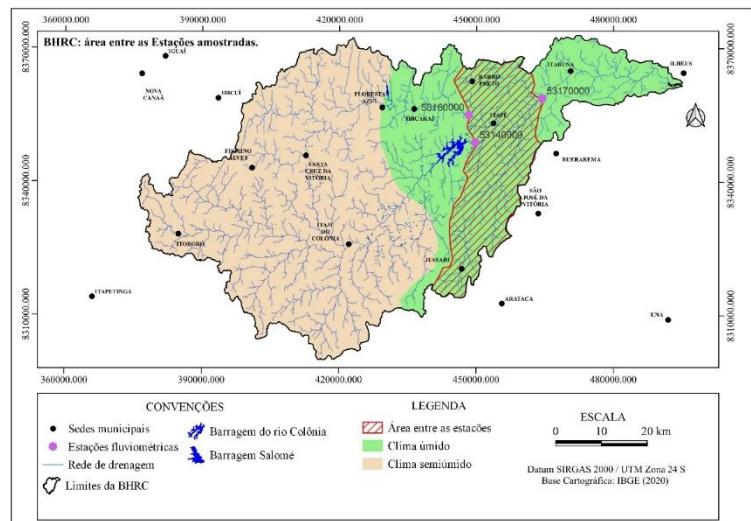


Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Pelo que se observou, as secas estão associadas, de fato, às baixas vazões apresentadas pelas três sub-bacias em alguns momentos do ano. Obviamente que essa afirmação se coaduna com as especificidades naturais locais, bem como com o processo de apropriação do espaço e suas nuances na BHRC.

Na direção Leste da bacia têm-se maiores médias térmicas ao longo do ano, o que contribui para a elevação da evapotranspiração. Enquanto isso, na direção Oeste, observamos redução da pluviosidade, com maiores amplitudes térmicas. Esses fatores, aliados às características do embasamento, também contribuem para as baixas vazões na bacia como um todo. Após as estações, amostradas no Salgado (Estação 53160000) e no Colônia (Estação 53140000), são percorridos à jusante 23,4 km e 23 km, respectivamente, até chegar à estação amostrada no Cachoeira (Estação 53170000). Essa área, compreendida entre as estações, totaliza 669 km<sup>2</sup> e está sob clima úmido. Apesar disso, mesmo considerando a alta pluviosidade e a drenagem existentes nessa área, o que deveria contribuir para o aumento da vazão à jusante, as vazões mínimas do Cachoeira permanecem muito baixas, o que reforça a sua dependência das vazões das sub-bacias à montante e a falta ou pequena contribuição de vazões provenientes do aquíferos (Figura 61).

Figura 61 - Área compreendida entre as Estações fluviométricas amostradas na BHRC.

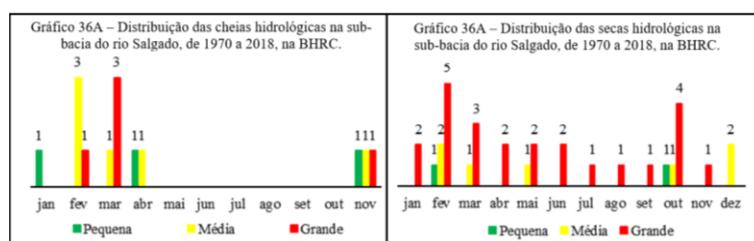


Fonte: ANA (2023); IBGE (2020); Alvares *et al* (2013). Produção do autor.

Nos anos em que não se verificou nem cheia nem seca foram 1976, 1982 e 1983. Se observarmos, esse fato correlaciona-se com as análises relativas ao Fator Hidrológico (FH), quando estes anos foram classificados como normais.

Na sub-bacia do rio Salgado, as cheias se concentraram de janeiro a abril e novembro, com maior recorrência em fevereiro e março, quando inexistiu cheias de pequena amplitude, apenas cheias de média e grande amplitude, sendo que de maio a outubro não teve ocorrência de cheias (Gráfico 36A). Quanto às secas, se distribuíram durante todo o ano, com maior intensidade também nos meses de fevereiro e março, corroborando os resultados da Razão Precipitação Vazão (Rpv), onde foi identificado o Tempo de Retardo Médio (TRM)  $\leq 30$  dias. Além de fevereiro e março, o mês de outubro também se destacou em relação a ocorrência de secas hidrológicas (Gráfico 36B).

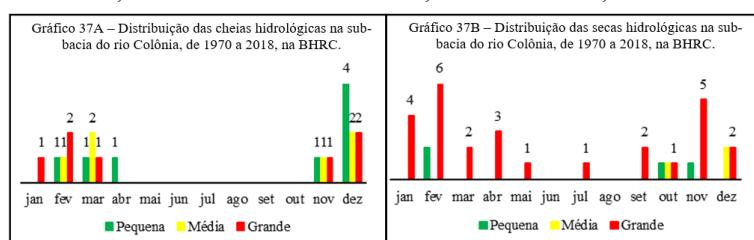
Gráfico 36 - Comportamento das cheias e secas hidrológicas, ao longo dos meses do ano, na sub-bacia do rio Salgado, de 1970 a 2018, na BHRC.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Na sub-bacia do rio Colônia, também ocorreram cheias de janeiro a abril e de novembro a dezembro. Neste último mês não aconteceu cheia na sub-bacia do rio Salgado. A maior concentração foi em fevereiro, março e dezembro, com destaque para dezembro, pois neste mês a quantidade de cheias foi equivalente à soma de fevereiro e março, com predomínio de cheias de pequena amplitude (Gráfico 37A). Com exceção de junho e agosto, todos os meses ocorreram secas no rio Colônia, sendo que janeiro, fevereiro e novembro foram os meses com maior intensidade (Gráfico 37B).

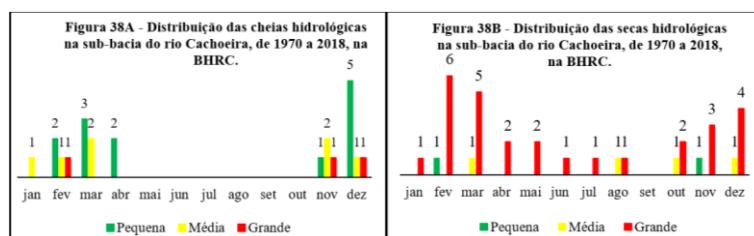
Gráfico 37 - Comportamento das cheias e secas hidrológicas, ao longo do ano, na sub-bacia do rio Colônia, de 1970 a 2018, na BHRC.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Na sub-bacia do rio Cachoeira, as cheias se evidenciaram de janeiro a abril e de novembro a dezembro. Em todos esses meses, as cheias predominantes foram de pequena amplitude e dezembro foi o mês em que estas cheias foram mais intensas. De maio a outubro não ocorreram cheias nesta sub-bacia (Gráfico 38A). Já as secas se distribuíram por todo o ano, com exceção de setembro. Predominaram nos meses de fevereiro, março e dezembro, com absoluta prevalência do mês de fevereiro (Gráfico 38B).

Gráfico 38 - Comportamento das cheias e secas hidrológicas, ao longo dos meses do ano, na sub-bacia do rio Cachoeira, de 1970 a 2018, na BHRC.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Dessa forma, se verifica um alinhamento entre os processos de cheias e secas hidrológicas nas sub-bacias dos rios Salgado, Colônia e Cachoeira, com leve predominância das cheias no rio Colônia e das secas no rio Salgado. Esse fato se deve à intensificação do escoamento superficial, facilitado principalmente pela estrutura cristalina, decorrendo em um menor tempo de concentração e a consequente cumplicidade entre as sub-bacias.

Como se verificou até então, a oferta hídrica vem diminuindo no decorrer do tempo na BHRC. A fim de aprofundar a investigação, procedemos com o cálculo da Razão de Fluxo, objetivando mensurar a permanência da água na calha do rio e determinar a classificação do fluxo, conforme Gonçalves (2023b). Os cálculos realizados seguem abaixo:

1)

$$Vmín-VMmín = X'$$

$$Vmáx-VMmáx = Y'$$

3) Os valores maiores formam  $X'$  e  $Y'$ , originando base e altura do triângulo retângulo no plano cartesiano. Então:  $(X' * Y') / 2 = S_0$

4) Os valores menores formam  $X''$  e  $Y''$ , originando base e altura do triângulo retângulo no plano cartesiano. Então:  $(Y' * Y'') / 2 = S_1$

5)  $Rf = S_0/S_1$

Onde:

$Vmáx$  = Vazão Máxima Anual

$VMmáx$  = Vazão Média Máxima do Período

$Vmín$  = Vazão Mínima Anual

$VMmín$  = Vazão Média Mínima do Período

$Rf$  = Razão do fluxo

Dessa forma, procedendo com os cálculos, temos:

$$X' = Vmín-VMmín$$

$$X'' = Vmín-VMmín$$

$$X' = 2,96184 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$X'' = -0,63016 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Y' = Vmáx-VMmáx$$

$$Y'' = Vmáx-VMmáx$$

$$Y' = -512,23 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Y'' = 1080,86 \text{ m}^3/\text{s}$$

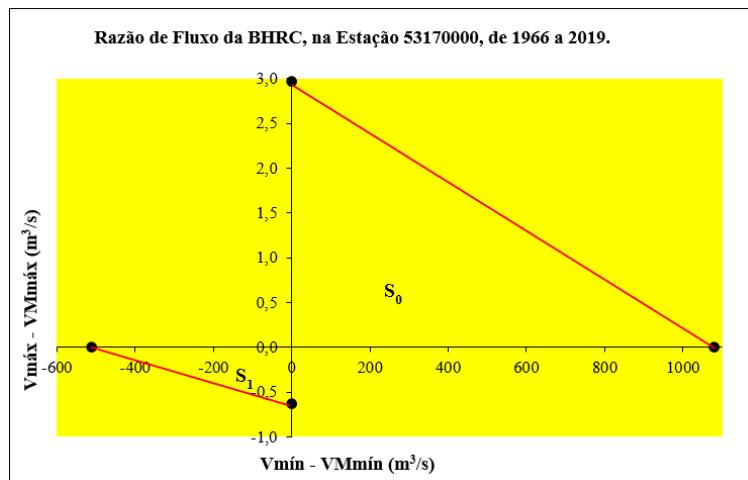
$$S_0 = (1080,86 * 2,96184) / 2 = 1600,67$$

$$S_1 = (-512,23 * -0,63016) / 2 = 161,394$$

$$RF = S_0 / S_1 = 9,917761$$

A partir do resultado obtido nos cálculos, verificou-se que o rio obteve Razão de Fluxo de 9,92. De acordo com a classificação proposta por Gonçalves (2023b), esse valor permite classificar o rio como Normal Deficitário, ou seja, ele está na transição para tornar-se um rio temporário, denominado na metodologia do autor como Deficitário (Gráfico 39).

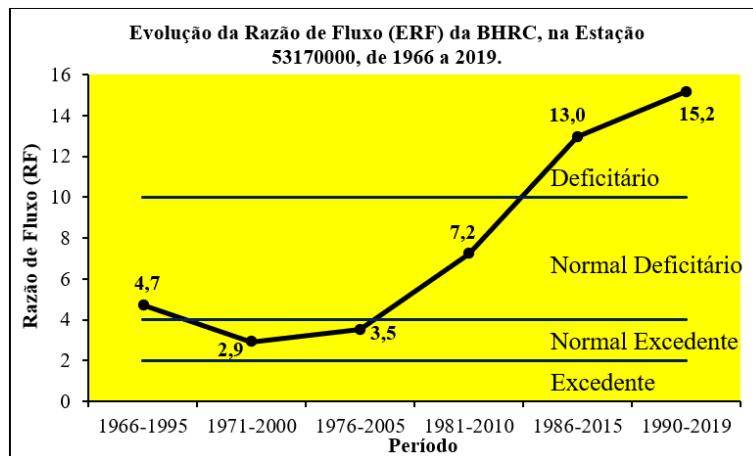
Gráfico 39 - Determinação dos valores para o cálculo da Razão de Fluxo (RF) na Estação 53170000, de 1966 a 2019, na BHRC.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Ao considerarmos a série de 30 (trinta) anos, dentro da dimensão temporal da pesquisa, foi possível encontrar seis subperíodos. Assim, observamos que a Razão de Fluxo permite classificar a BHRC como Normal Deficitária em dois períodos, de 1966 a 1995 e 1981 a 2010, envolvendo o primeiro e o quarto subperíodos, onde a Razão de Fluxo foi de 4,7, no primeiro subperíodo e de 7,2 no quarto subperíodo. No quinto e sexto subperíodos, os valores de 13 e 15,2, respectivamente, classifica a bacia como Deficitária, isto é, temporária. A evolução da razão de fluxo mostrou que na sua trajetória nem sempre o rio Cachoeira teve um comportamento deficitário, sendo registrados subperíodos normais excedentes (Gráfico 40).

Gráfico 40 - Comportamento da Razão de Fluxo na Estação 53170000, de 1966 a 2019, na BHRC.



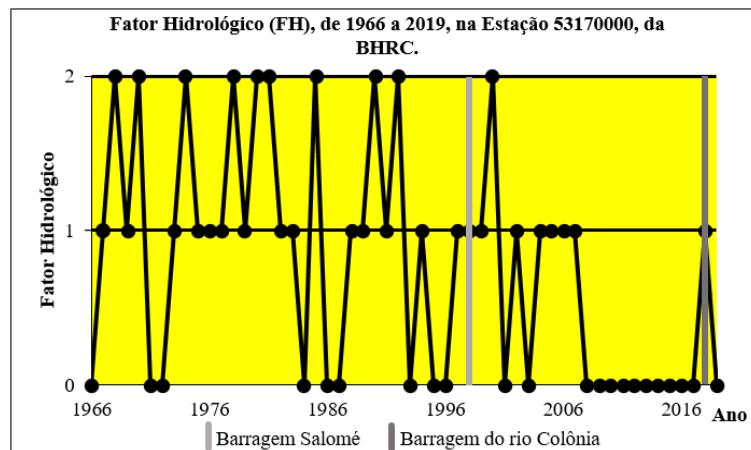
Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

#### 5.4 CLASSIFICAÇÃO DOS ANOS HIDROLÓGICOS NA BHRC.

A relação entre as precipitações e o aquífero é determinante para o comportamento da vazão na bacia hidrográfica. No caso em análise, se verificou que as precipitações têm maior participação na variação da vazão durante o ano, como veremos mais à frente.

A observação do comportamento dos valores das Vmax, Vmin, VMmax e VMmin permitiu verificarmos que houve predominância de anos com déficit hidrológico sobre os anos de excedente hidrológico. Na verdade, o último ano de excedente hidrológico foi em 2000. A partir do ano seguinte, tivemos seis anos hidrológicos normais e treze anos hidrológicos deficitários. Em toda a série histórica, tivemos apenas um momento de excedente hidrológico, com dois anos consecutivos, 1980 e 1981, enquanto em relação a anos de déficit hidrológico, foram treze anos, sendo 10 anos consecutivos, de 2008 a 2017. Com exceção do ano 2000, a partir da construção da Barragem Salomé, inexistiu anos de excedente hidrológico. Dos 21 anos, 26% foram normais e 61,9% foram anos deficitários. Após a implantação da barragem do Rio Colônia, tivemos um ano normal e um ano deficitário, até 2019. Os anos em que não se verificou nem cheia nem seca foram 1976, 1982 e 1983. Se observarmos, esse fato correlaciona-se com as análises relativas ao Fator Hidrológico (FH), quando estes anos foram classificados como normais (Gráfico 41).

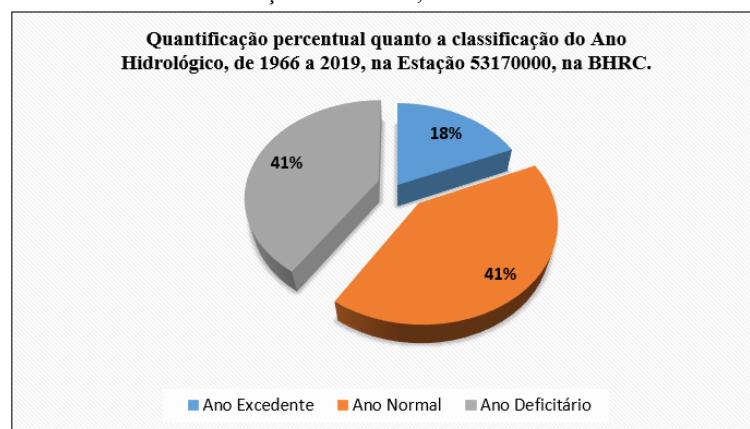
Gráfico 41 - Comportamento do Fator Hidrológico, na Estação 53170000, na BHRC.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Até o ano 2000 ocorreu maior quantidade de anos com excedente hidrológico. Foram dez anos com excedente hidrológico para nove anos com déficit hidrológico, até o ano 2000. A partir de 2001, foram treze anos com déficit hidrológico para nenhum ano com excedente hidrológico. Ao analisarmos a série completa observamos que existe um equilíbrio entre os anos de déficit hidrológico com os anos normais, 41% para cada. Entretanto, apenas 18% dos anos foram classificados como excedentes hidrológicos (Gráfico 42).

Gráfico 42 - Classificação do Ano Hidrológico de 1966 a 2019, na Estação 53170000, na BHRC.

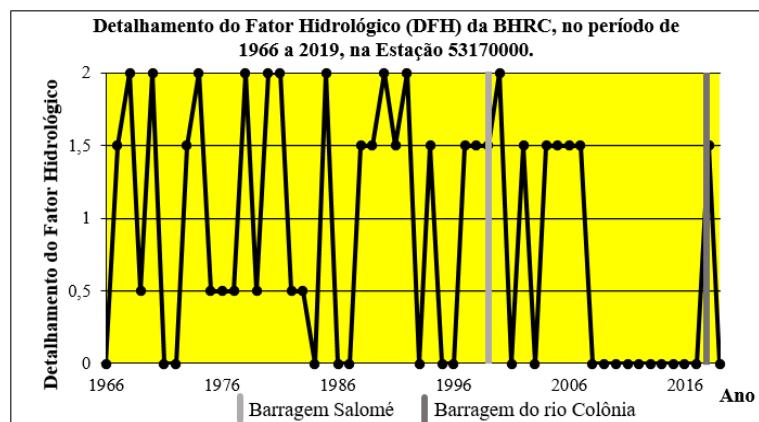


Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Quando observamos os anos hidrológicos normais, verificamos que até o início da década de 1980, mais especificamente 1983, predominou uma tendência

para o déficit hídrico na BHRC. Apenas os anos de 1967 e 1973 apresentaram uma tendência para a excedência hídrica. Por outro lado, no final dessa mesma década, a partir de 1988, só tivemos anos normais com tendência para a excedência hídrica, sem nenhum ano hidrológico na zona de déficit hídrico. Também foi possível observar que, dos vinte anos que se seguiram, a partir da construção da barragem Salomé, todos os anos classificados como normais apresentaram tendência para a excedência hídrica. Não existiram anos normais a partir da instalação da barragem do Rio Colônia (Gráfico 43).

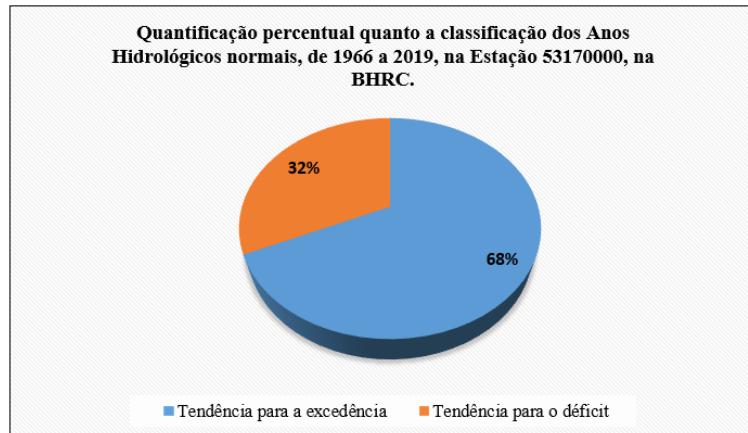
Gráfico 43 - Comportamento do Fator Hidrológico, na Estação 53170000, na BHRC.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Considerando o equilíbrio entre os anos normais e deficitários, o detalhamento do FH demonstra que dos 22 (vinte e dois) anos classificados como anos hidrológicos normais, 68% apresentaram Vmax maior do que a VMmax, o que indica que estes anos tendenciam para excedência hídrica, enquanto 32% apresentaram Vmax menor do que a VMmax, e assim inclinados para o déficit hidrológico (Gráfico 44).

Gráfico 44 - Classificação dos Anos Hidrológicos normais de 1966 a 2019, na Estação 53170000, na BHRC.

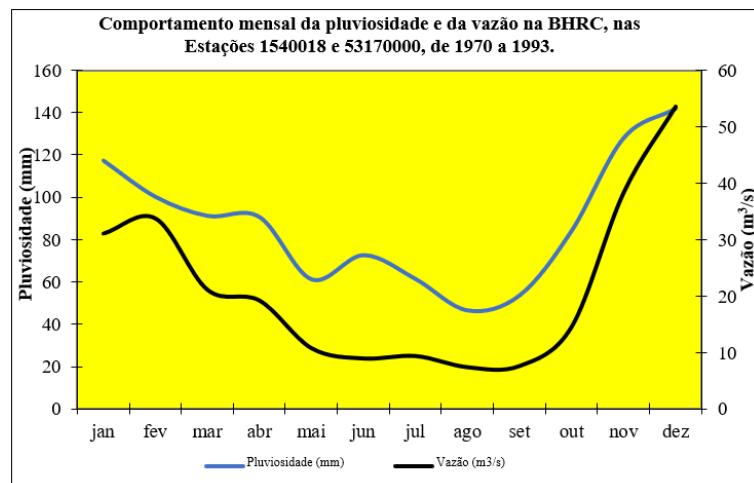


Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

## 5.5 PLUVIOSIDADE E VAZÃO NA BHRC.

Os meses de maiores vazões na BHRC estão no início e no final do ano, o mesmo ocorrendo com as precipitações que são mais intensas de janeiro a abril, novembro e dezembro, com índice pluviométrico acima de 90 mm. Nessa ótica, se observa um comportamento similar entre essas duas variáveis, se elevando ou diminuindo de forma correspondente. Isso significa que a bacia possui suas vazões atreladas às precipitações (Gráfico 45).

Gráfico 45 - Dados de pluviosidade e vazão média na BHRC, nas Estações 1540018 e 53170000, período de 1970 a 1993.

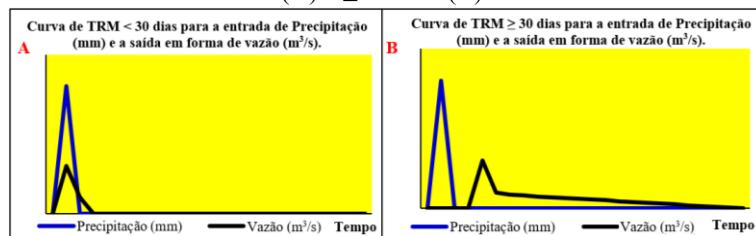


Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

O mês de agosto é o menos chuvoso na área da bacia, com média de 46,8 mm, enquanto o mês de dezembro apresenta as maiores pluviosidades, com média de 141,6 mm. Com a vazão ocorre o mesmo, no mês de agosto temos a menor vazão média, com 7,5 m<sup>3</sup>/s e no mês de dezembro a maior vazão média, em torno de 53,6 m<sup>3</sup>/s, indicando que não existem reservas hídricas em aquíferos.

Para Gonçalves (2019c), as bacias hidrográficas podem ser classificadas em dois tipos. O tipo 1 são as bacias onde o Tempo de Retardo Médio (TRM) é menor do que trinta dias (TRM < 30) (Gráfico 46A), enquanto o tipo 2 são aquelas bacias em que o TRM é maior ou igual a trinta dias (TRM ≥ 30) (Gráfico 46B).

Gráfico 46 - Curvas de Tempo de Retardo Médio (TRM) < 30 dias (A) e ≥ 30 dias (B).



Fonte: Gonçalves (2019c). Elaboração do autor.

No caso da BHRC, o mês de agosto apresenta as menores precipitações e vazões médias do ano (em vermelho), enquanto o mês de dezembro possui as maiores precipitações e vazões médias do ano (em verde). Se observa, dessa forma, que as variações das precipitações repercutem no comportamento das vazões dentro do espaço temporal de trinta dias. Assim, de acordo com Gonçalves (2019c), a BHRC é classificada como impermeável, ou seja, o tempo necessário para que a água decorrente das precipitações impacte o exultório é menor do que trinta dias, este fato pode ser associado ao embasamento cristalino ser predominante na bacia, o que dificulta a infiltração e potencializa o escoamento superficial (Tabela 16).

Tabela 15 - Comportamento mensal da pluviosidade e da vazão na BHRC, de 1970 a 1993.

Mês	Estação 1540018		Estação 53170000	
	Chuvas (mm)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Chuvas (mm)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
jan	117,2	31,1		
fev	100,2	33,8		

mar	91,2	21,2	mar
abr	90,6	19,3	abr
mai	61,4	10,8	mai
jun	72,7	9,0	jun
jul	61,5	9,4	jul
ago	46,8	7,5	ago
set	53,8	7,7	set
out	84,2	14,6	out
nov	127,8	38,4	nov
dez	141,6	53,6	dez

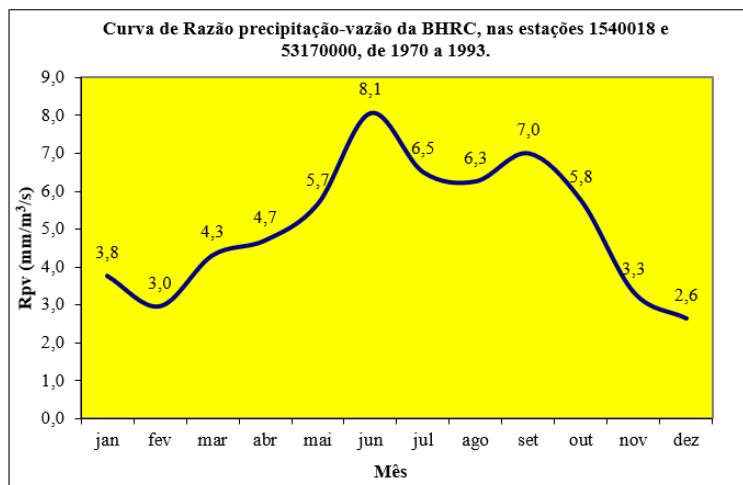
Fonte: ANA (2023). Elaboração do autor.

A Razão entre Precipitação e Vazão (Rpv) nos permite perceber o quanto as precipitações contribuem para a descarga na bacia. Quanto maior for a Rpv, maior será a necessidade da pluviosidade para formar os volumes de vazão durante o ano, pois nesse caso, seria necessário maior quantidade de chuvas para gerar 1 m<sup>3</sup>/s de vazão média.

Dessa forma, observamos que o período de maior necessidade de contribuição da pluviosidade para a formação da vazão é de maio a outubro, com destaque para o mês de junho, em que é necessário mais de 8 mm de pluviosidade para gerar 1 m<sup>3</sup>/s de vazão. Neste período o aquífero encontra-se em processo de recarga, recebendo água oriunda do processo de infiltração na bacia.

Por outro lado, verificamos que no período de novembro a março ocorre maior participação do aquífero na vazão da bacia, que nos meses de dezembro e fevereiro é necessário aproximadamente 2,6 mm e 3,0 mm, respectivamente, de pluviosidade para gerar 1 m<sup>3</sup>/s de vazão. Nesse momento o aquífero está carregado, podendo, dessa forma, contribuir para a manutenção dos volumes de vazão e gerar cheias, caso ocorram precipitações (Gráfico 47).

Gráfico 47 - Relação entre precipitação e vazão na BHRC, nas estações 1540018 e 53170000, de 1970 a 1993.



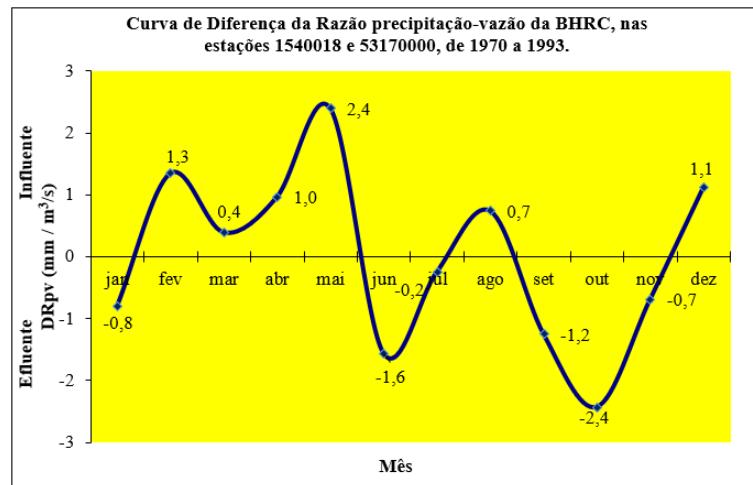
Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Os rios afluentes são aqueles alimentados pelas águas subterrâneas, em que sua vazão aumenta para jusante. Os rios influentes são aqueles em que a vazão diminui à jusante, pois o escoamento superficial infiltra para o nível freático, podendo provocar a escassez de água no rio, devido ao rebaixamento do nível freático (Karmann, 2000). Os rios mistos, por sua vez, possuem períodos influentes, efluentes e de transição, de acordo com Gonçalves (2019b).

A fim de verificar especificamente a relação do aquífero com o rio no decorrer dos meses do ano, a Figura 48 expressa a Diferença da Razão precipitação-vazão. Neste caso os rios podem ter períodos classificados em efluentes, influentes ou de transição, como forma de detalhamento da influência mista, classificação que nos revela a relação entre as águas superficiais e subterrâneas.

Nessa ótica, considerando os meses do ano, a BHRC apresenta seis meses de maior contribuição do aquífero (efluente) e seis meses com maior dependência da pluviosidade (influente). Existe uma alternância entre as características efluentes e influentes ao longo do ano, mas o período de fevereiro a maio, onde o rio apresenta característica influente, é o mais longo sob a mesma tipificação (Gráfico 48).

Gráfico 48 - Diferença entre precipitação e vazão na BHRC, nas estações 1540018 e 53170000, de 1970 a 1993.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

## 5.6 AVALIAÇÃO DA PRINCIPAL FONTE DE ÁGUA NA FORMAÇÃO DA VAZÃO NA BHRC.

A relação entre os percentuais médios mensais acumulados de precipitação e vazão permitiram a construção das Curvas Integradas das Médias Acumuladas de precipitação-vazão (CIMApv), objetivando entender mais especificamente a participação da pluviosidade e do aquífero nos volumes de vazão na BHRC. Os dados necessários para tal fim compõem a Tabela 17.

Tabela 16 - Dados hidrológicos da BHRC, de 1970 a 1993.

Mês	Chuvas (mm)	Vazão (m³/s)	PM* (mm)	VM* (m³/s)	PMA* (%)	VMA* (%)	PMA (%) - VMA (%)	Tipo de Curva	Classificação
jan	117,2	31,1	1.049	256,4	11,2	12,1	-1,0	N	C14
fev	100,2	33,8	1.049	256,4	20,7	25,3	-4,6	A-	C04
mar	91,2	21,2	1.049	256,4	29,4	33,6	-4,2	A-	C19
abr	90,6	19,3	1.049	256,4	38,1	41,1	-3,0	A-	C19
mai	61,4	10,8	1.049	256,4	43,9	45,3	-1,4	N	C14
jun	72,7	9,0	1.049	256,4	50,8	48,8	2,0	P-	C17
jul	61,5	9,4	1.049	256,4	56,7	52,5	4,2	P-	C17
ago	46,8	7,5	1.049	256,4	61,2	55,4	5,7	P-	C17
set	53,8	7,7	1.049	256,4	66,3	58,4	7,9	P-	C17
out	84,2	14,6	1.049	256,4	74,3	64,1	10,2	P+	C01
nov	127,8	38,4	1.049	256,4	86,5	79,1	7,4	P-	C02

<b>dez</b>	141,6	53,6	1.049	256,4	100,0	100,0	0,0	**	**
<b>Total</b>	<b>1.049</b>	<b>256,4</b>		-	-	-	-	-	-

Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

\*PM: Precipitação Média Anual; VM: Vazão Média Anual; PMA: Precipitação Média Acumulada; VMA: Vazão Média Acumulada.

\*\* O mês de dezembro não é classificado por Gonçalves (2019c), tendo em vista que a classificação ocorre pela diferença entre a Precipitação Média Anual Acumulada e a Vazão Média Anual Acumulada, fazendo com que no mês de dezembro o valor seja zero.

A BHRC apresentou seis tipos de classificações das CIMApv nas estações 1540018 e 53170000, no período de 1970 a 1993. No mês de janeiro, a classificação CIMApv é C14, ou seja, a linha de precipitação está quase paralela e muito próxima, mas abaixo da linha de vazão e que a linha de vazão está quase paralela e muito próxima, mas acima da linha de precipitação. Isto significa que o aquífero e precipitação tem a mesma participação na formação da vazão.

No mês de fevereiro, temos a classificação CIMApv C4, isto é, a linha de precipitação está retilínea e pouco abaixo da linha de vazão e a linha de vazão está sinuosa e pouco acima da linha de precipitação. Assim, no mês de fevereiro o rio apresenta média dependência da chuva e média dependência do aquífero, com leve predominância do aquífero.

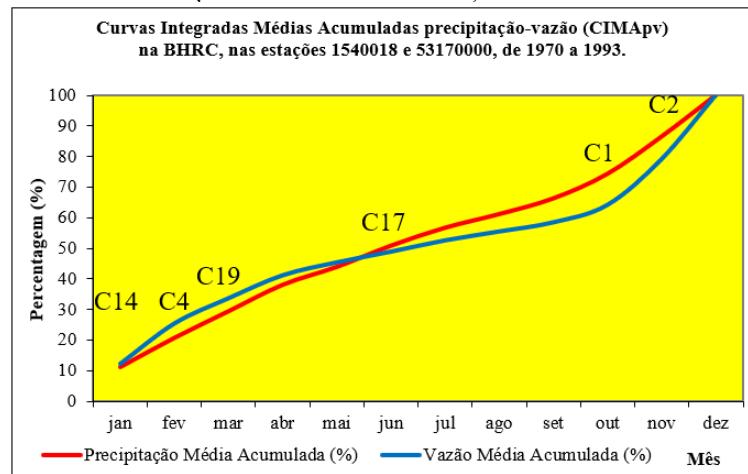
De março a maio a classificação CIMApv é C19, o que quer dizer que a linha de precipitação se mostra retilínea e pouco abaixo da linha de vazão e a linha de vazão está retilínea e pouco acima da linha de precipitação. Então, nesse período, a vazão do rio tem média dependência da chuva e média dependência do aquífero, também com leve predominância do aquífero.

Já nos meses de junho a setembro, CIMApv é C17, quer dizer, a linha de precipitação encontra-se retilínea e pouco acima da linha de vazão e a linha de vazão mostra-se retilínea e pouco abaixo da linha de precipitação. Nesse caso, existe uma média dependência da chuva e média dependência do aquífero, com leve predominância da pluviosidade.

A classificação da CIMApv no mês de outubro é C1, significando que a linha de precipitação está retilínea e muito acima da linha de vazão, enquanto a linha de vazão está sinuosa e muito abaixo da linha de precipitação. Nesse momento, a vazão do rio tem grande dependência da chuva e pequena dependência do aquífero.

Por fim, no mês de novembro, a classificação da CIMApv é C2, pois a linha de precipitação se apresenta de forma retilínea e pouco acima da linha de vazão e a linha de vazão sinuosa e pouco abaixo da linha de precipitação. Isto significa que a vazão do rio tem uma média dependência da chuva e do aquífero neste mês, com predominância da pluviosidade. (Gráfico 49).

Gráfico 49 - Médias acumuladas de precipitação e vazão na BHRC, nas estações 1540018 e 53170000, de 1970 a 1993.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

A análise dessa conjuntura hidrológica nos permitiu verificar que a identidade fluvial da BHRC nas Estações 1540018 e 53170000, no período de 1970 a 1993 é **N A- N P+**. Isto demonstra que a vazão na bacia é determinada predominantemente pelas precipitações de junho a dezembro. De fevereiro a abril, embora com pouca intensidade, é o aquífero que determina predominantemente a vazão. Nos outros meses do ano, existe uma predominância das precipitações na manutenção da vazão, sendo que essa influência se mostra mais intensa no mês de outubro e relativamente menor no período de junho a setembro, novembro e dezembro.

O comportamento das curvas de precipitação e vazão nos permite confirmar que a BHRC apresenta uma porção localizada em um ambiente com restrições hídricas, caracterizada pela evolução solidária das curvas, mas com superposição da vazão sobre as precipitações, que vai até o meio do ano. A partir daí se verifica as características de um ambiente úmido, pois as curvas se distanciam, sendo que a curva de precipitações se apresenta superposta à vazão. Esse cenário se confirma

mediante os tipos de climas existentes na área, apontados na Caracterização do Complexo Geoambiental.

Diante deste contexto, a Identidade Fluvial (ID) da BHRC demonstra a influência dos biomas Caatinga e Mata Atlântica, bem como de sua transição na formação das vazões, bem delimitado pelo Tipo de curva N, que marca essa transição em janeiro e maio, sendo que o bioma caatinga tem uma maior influência de junho a dezembro e o bioma Mata Atlântica tem sua maior influência de janeiro a maio nas vazões médias da Estação 53170000.

Em linhas gerais, no início do ano, depois da transição ocorrida em janeiro, de fevereiro a abril, a vazão na bacia é condicionada de forma preponderante pelo aquífero, porém, mesmo neste momento, existe uma contribuição menor da precipitação. Em maio ocorre novamente uma transição (N) e aí, a partir de junho, as precipitações se estabelecem como determinantes nas vazões e essa participação das precipitações vem se ampliando na bacia até outubro, diminuindo no mês seguinte até passar pela transição novamente em janeiro.

## 5.7 DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA BHRC: PERMANÊNCIA E GARANTIA.

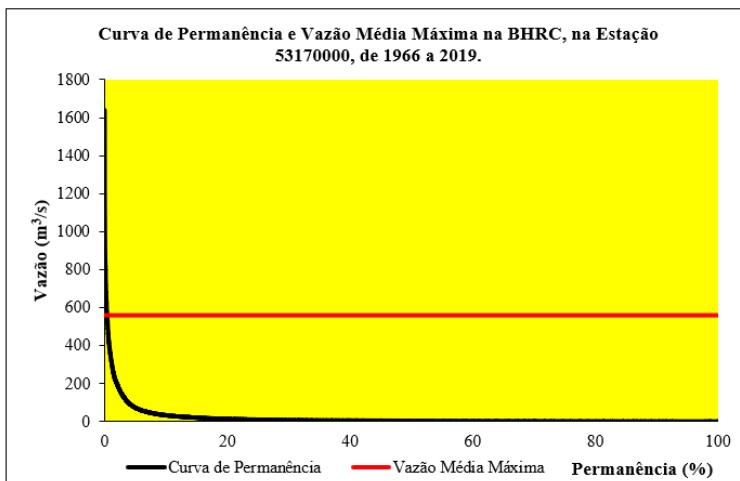
Um fator de grande relevância para a gestão da bacia é o conhecimento da disponibilidade hídrica durante o ano. Nessa ótica, faz-se importante a construção da curva de permanência, que tem esse propósito. Podemos verificar que a maior vazão observada no período de 1966 a 2019, cerca de  $1.640 \text{ m}^3/\text{s}$ , possui uma frequência extremamente baixa, isto é, possui uma permanência baixa. Essa relação, inversamente proporcional entre descarga e tempo, atrela-se às variações da pluviosidade e do nível do aquífero.

Observa-se também que as descargas acima de  $340 \text{ m}^3/\text{s}$  representaram permanências de até 1% do tempo analisado, denotando que na quase totalidade do tempo (99%) as descargas permaneceram abaixo desse valor na BHRC. Quando observamos a permanência da Vazão Média – VM ( $19 \text{ m}^3/\text{s}$ ), a mesma equivale a 15% do tempo, enquanto as Vazão Média Máxima – VMmáx ( $559 \text{ m}^3/\text{s}$ ) e a Vazão Média Mínima – VMmín ( $0,63 \text{ m}^3/\text{s}$ ), correspondem a 0,4% e 83%, respectivamente.

Ao observar os valores de vazão, tendo como referência a VMmáx na bacia, é possível verificar a definitiva aproximação da curva permanência do eixo Y,

demonstrando, dessa forma, que a partir do volume que representa a VMmáx (559 m<sup>3</sup>/s), a permanência hídrica diminui substancialmente na área de estudo. Nessa ótica, de forma prática, podemos pensar a VMmáx como valor de referência para a permanência na BHRC (Gráfico 50).

Gráfico 50 - Representação da Permanência das descargas e Vazão Média Máxima na BHRC na Estação 53170000, de 1966 a 2019.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

A garantia hídrica está intimamente associada às características do empreendimento em relação a sua demanda de consumo. Essas demandas podem ser consultivas, quando está associado ao consumo e/ou retirada de água, como abastecimento e irrigação; e não consultivas, quando dependem da água para funcionar, como a navegação. Quanto maior for a garantia hídrica para um determinado uso, menor será a disponibilidade hídrica. Dessa forma, “usos que necessitam de uma maior garantia de atendimento, por sua vez, estão sujeitos a disponibilidades mais restritas, havendo, portanto, uma complementariedade entre disponibilidade e uso” (Asfora; Cirilo, 2005, p. 28).

A determinação da disponibilidade hídrica de uma bacia está relacionada com a sua vazão de referência, que é uma estimativa de vazão mínima, baseada em dados de séries históricas – métodos estatísticos – ou em níveis pré-estabelecidos – métodos físicos (Santos, 2003). “Os métodos estatísticos, predominantemente, estabelecem uma vazão associada a um determinado risco aceitável, ou seja, uma probabilidade de se ter débitos inferiores a um valor estabelecido” (Santos, 2003, p. 04). Esta é a vazão que normalmente é utilizada para outorga, de forma que a outorga

se consubstanciará em apenas uma parcela dessa vazão de referência. Para Santos (2003), as principais vazões de referência são:

- $Q_{90}$  – Indica uma vazão com permanência de 90% do tempo (risco de 10%), podendo ser com base diária ou mensal;
- $Q_{95}$  – Indica uma vazão com permanência de 95% do tempo (risco de 5%), podendo ser com base diária ou mensal;
- $Q_{7,10}$  – Vazão média das mínimas de 7 (sete) dias consecutivos para um período de recorrência de 10 (dez) anos. (Não é igual a  $Q_{90}$ , com base diária, que tem o mesmo risco, mas durações diferentes).
- $Q_{\min}$  – É a mínima vazão do histórico com mesma base de  $Q90\%$  e  $Q95\%$ .

As peculiaridades hidrológicas regionais, bem como a inexistência de referência legal, fazem com que os estados brasileiros adotem parâmetros distintos para a disponibilidade hídrica no estabelecimento das vazões outorgáveis. No caso da Bahia a questão é normatizada pela Instrução Normativa nº 01, de 27 de fevereiro de 2007, da Superintendência de Recursos Hídricos do Estado da Bahia – SRH, atual INEMA.

Art. 9º. Ficam estabelecidos, para o somatório das vazões a serem outorgadas, os seguintes limites, ressalvando o disposto nos planos de bacia:

I - 80% (oitenta por cento) da vazão de referência do manancial, estimada com base na vazão de até 90% (noventa por cento) de permanência a nível diário, quando não houver barramento;

II - 80% (oitenta por cento) das vazões regularizadas com 90% (noventa por cento) de garantia, dos lagos naturais ou de barramentos implantados em mananciais perenes;

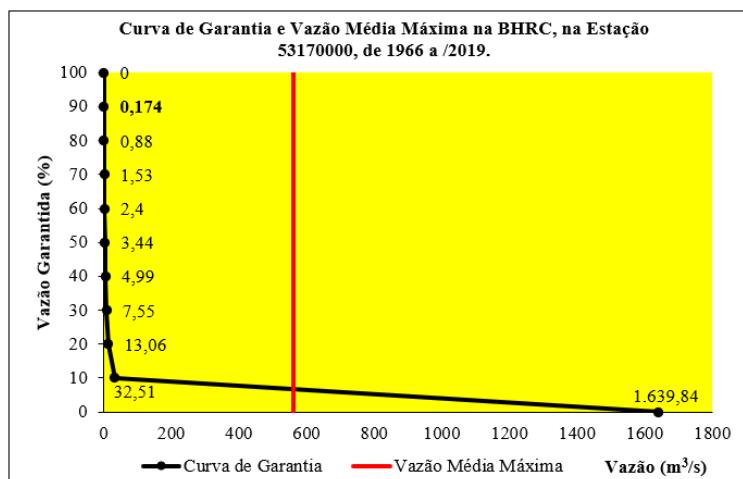
III - 95% (noventa e cinco por cento) das vazões regularizadas com 90% (noventa por cento) de garantia, dos lagos naturais ou de barramentos implantados em mananciais intermitentes (Bahia, 2007a, Art. 9º).

Nessa ótica, quando observamos a BHRC, de 1966 a 2019, em relação à garantia hídrica, verificamos que o  $Q_{90}$  é  $0,174 \text{ m}^3/\text{s}$ . Isso significa que em 90% do tempo podemos encontrar uma vazão igual ou maior do que  $0,174 \text{ m}^3/\text{s}$ . Por outro lado, em 10% do tempo a descarga mostra-se igual ou inferior a  $0,174 \text{ m}^3/\text{s}$ . Em acordo com as normativas baianas, pode ser outorgável 80% desse valor, isto é,  $0,14 \text{ m}^3/\text{s}$  ou  $139,2 \text{ L/s}$  ou aproximadamente  $12.096 \text{ m}^3/\text{dia}$ .

A observação da Curva de Garantia juntamente com a VMmáx nos permite verificar que a Garantia da VMmáx é de 0,41% da vazão ao longo do tempo, ou seja,

apenas é possível garantir o volume de 559 m<sup>3</sup>/s para atender aos diversos tipos de usos na bacia em 1,5 dias. Isto significa que essa disponibilidade, de 559 m<sup>3</sup>/s, ocorre em apenas 36 horas do tempo para atender a demanda hídrica na bacia (Gráfico 51).

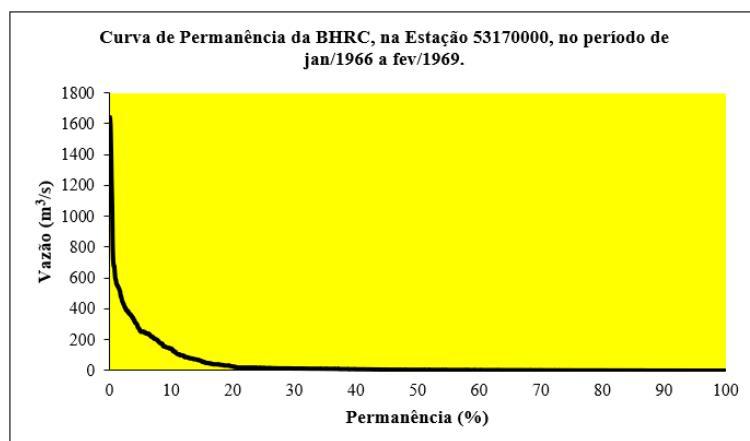
Gráfico 51 - Representação da Garantia hídrica e da Vazão Média Máxima na Estação 53170000, de 1966 a 2019, na BHRC.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Ao desmembrar a série histórica nos oito períodos da Curva de Descarga, no primeiro período, verificamos que as vazões abaixo de 588 m<sup>3</sup>/s representaram permanências de até 99% do tempo. Também neste período, a VM (46,7 m<sup>3</sup>/s) possui uma permanência de 16,3% do tempo. Ainda podemos observar que as vazões médias mínimas (4,8 m<sup>3</sup>/s) e máximas (187 m<sup>3</sup>/s) obtiveram uma permanência de 54,6% e 8%, respectivamente (Gráfico 52).

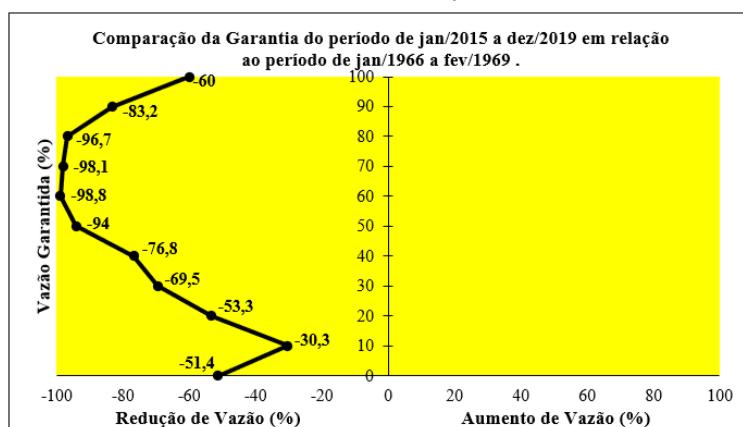
Gráfico 52 - Valores referentes a Permanência das descargas na BHRC, na Estação 53170000, de jan/1966 a fev/1969.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Ao considerarmos as diferenças de garantia entre o **primeiro e o último período**, verificamos que, de 1966 a 2019, ocorreu uma significativa redução da garantia. Isso significa que a disponibilidade hídrica na BHRC diminuiu, demandando readequações na política de destriuição hídrica pelos diversos usos existentes na bacia. A  $Q_{90}$  era  $0,212 \text{ m}^3/\text{s}$  no primeiro período, passando para  $0,0292 \text{ m}^3/\text{s}$  neste último período. Como se vê, foi uma redução média de 83,2%. A redução média da vazão entre esses dois períodos foi de 67,7%, sendo que não ocorreu aumento da vazão média em nenhum dos meses. A menor redução foi de 30,3% e a maior foi de 98,8%. Neste cenário, a Firmeza de Garantia de 0,001 calculada por Gonçalves; Santos (2025), indica uma garantia Pouco Firme para o rio Cachoeira (Gráfico 53).

Gráfico 53 - Comparaçao dos valores de Garantia entre os períodos de 2015 a 2019 e 1966 a 1969, na Estação 53170000, na BHRC.



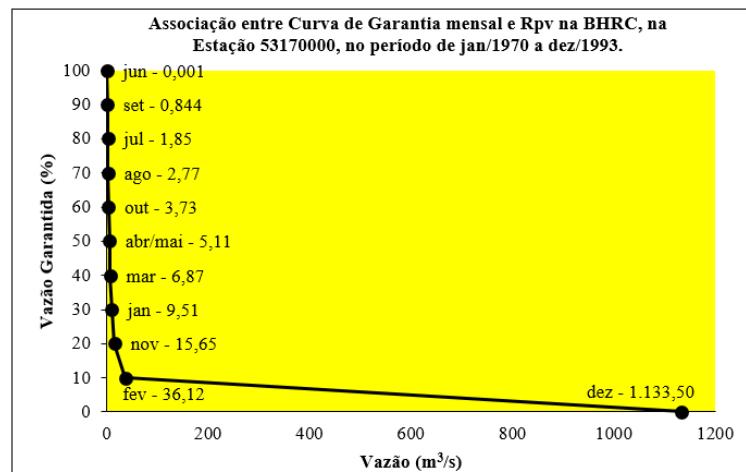
Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

A observação do comportamento da curva de garantia, considerando seu comportamento mensal, e a Relação Precipitação-Vazão (Rpv), permite observarmos a vazão média garantida em cada mês, especificamente, possibilitando a construção de uma cronologia anual de disponibilidade hídrica na bacia. Isso significa que poderia ser pensada a possibilidade de atender aos demandantes de água na área da bacia, de acordo com os meses do ano, disponibilizando maior volume nos meses de maiores vazões e vice-versa. Isto implicaria na possibilidade de existência da outorga sazonal.

Assim, em linhas gerais, ocorreria maior disponibilidade de água nos meses iniciais e finais do ano e menor disponibilidade de água nos meses intermediários, de forma proporcional ao volume de vazão característico de cada mês. Essa observação

pode ser utilizada para se implantar uma Outorga Sazonal, segundo Gonçalves (2025) (Gráfico 54).

Gráfico 54 - Garantia e Rpv na Estação 53170000, de 1970 a 1993, na BHRC.



Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

Nessa ótica, a observação dos tempos da natureza é de suma importância para que possamos buscar uma sintonia das necessidades humanas com a capacidade de suporte dos bens naturais, principalmente a água. Para isso, é fundamental a implementação de estudos integrados, capazes de produzirem respostas sustentáveis para as problemáticas instaladas no âmbito social.

## 6 GEOSSISTEMAS DA BHRC

A busca por reforçar a importância dos aspectos hidrológicos nas análises da paisagem, nos motivou a lançarmos mão da verificação do comportamento da densidade de drenagem (Dd) e da densidade hidrográfica (Dh) como um aspecto de destaque na pesquisa aqui desenvolvida. Outros parâmetros morfométricos também foram utilizados acessoriamente, na medida em que contribuíram para conceder-nos maior aproximação da realidade da área de estudo.

A (Dd) é, pois, a divisão do comprimento total da drenagem pela área da bacia (Dd = Lt/A), denotando o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, mediante a classificação da drenagem em pobre, regular, boa ou uma bacia excepcionalmente bem drenada. Já a Dh indica a capacidade da bacia gerar novos canais, sendo mensurada a partir do número total de canais dividido pela área da bacia (Dh = Nt/A), onde é possível verificar uma Dh baixa, média, alta ou extremamente alta. Frisamos que foi considerado como rio um canal com 30 m de extensão, no mínimo.

A Dd se constitui em um elemento importante para as análises hidrológicas, na medida em que apresenta variações conforme a litologia, a cobertura vegetal e a precipitação, possuindo correlação com a amplitude altimétrica, escoamento, infiltração, fluxo de base dos rios, entre outros (Christofolletti, 1979).

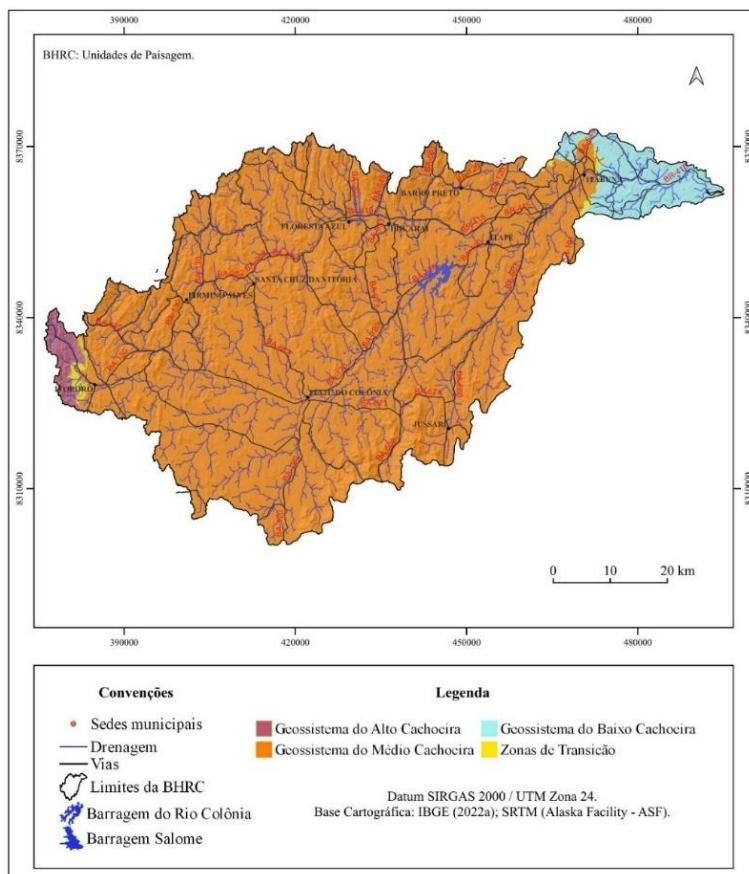
Assim, a delimitação dos geossistemas pautou-se no levantamento dos elementos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrológicos, fitogeográficos e Uso e Cobertura da Terra. A linha mestra centrou-se na cobertura vegetal, sendo que, no caso das geofácies, os solos e a vegetação se consubstanciaram em elementos centrais.

Partimos do pressuposto de que o geossistema é progressivamente transformado pela ação social, sendo que essas transformações são incorporadas e materializadas no geossistema (Monteiro, 1978). Dessa forma, de acordo com as observações e análises realizadas na BHRC, foram identificados 3 (três) geossistemas, a saber: o Geossistema do Alto Cachoeira (GEO1), Geossistema do Médio Cachoeira (GEO2) e o Geossistema do Baixo Cachoeira (GEO3). Os atributos levantados no âmbito das análises foram:

- Geologia: Crátons e Cinturões Móveis Neoproterozoicos (Rochas metomórficas ultrabásicas, além de rochas ortoderivadas, ortognaisses e granulitos); Depósitos Sedimentares Quaternários (Compostos por argila e silte, com grande quantidade de matéria orgânica e turfa).
- Geomorfologia: Depressão; Patamar; Serra; Planície.
- Clima: Úmido; Semiúmido.
- Hidrologia: Lt (comprimento total da drenagem); Nt (número total de segmentos de rios); Dd (densidade de drenagem); Dh (densidade hidrográfica).
- Pedologia: Argissolos; Chernossolos; Gleissolos; Luvissolos; Latossolos.
- Cobertura Vegetal: Mata Atlântica – Floresta Estacional; Floresta Ombrófila.
- Ação Humana: Uso e Cobertura da Terra.

A denominação foi pautada nas características comumente tratadas na literatura pertinente, onde se evidencia os cursos do rio. Entre os geossistemas, foram delimitadas duas zonas de transição, tendo em vista que as características ambientais não mudam de forma abrupta de um geossistema para outro, ou seja, estas zonas demonstram o caráter paulatino de mudança da paisagem, na medida que transitamos de um geossistema para outro (Figura 62).

Figura 62 - Geossistemas da BHRC.



Fonte: IBGE (2020); ANA (2012). Produção do autor.

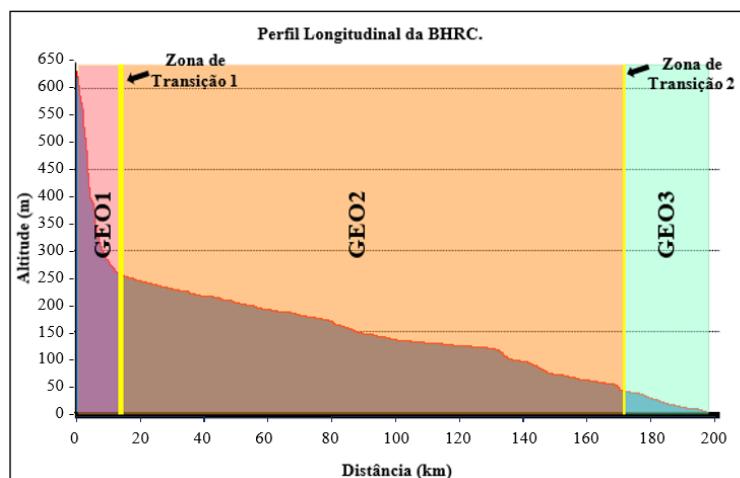
O diacronismo das análises se pautou no estudo da evolução do estado da área de estudo, considerando as classes temáticas propostas pelo projeto MapBiomas (2023), num período de trinta anos, de 1992 até 2022. Esse pensamento parte do princípio de que a evolução do sistema, enquanto organismo dotado de multiplicidade hierarquicamente organizada, passa por uma série de estados que se sucedem no tempo (Monteiro, 1978).

Dessa forma, os dados permitiram observar que, considerando o rio principal, o GEO1 compõe uma extensão de 11,7 km do rio Colônia, medido a partir de sua nascente, a 648 m de altitude. Entre a nascente e o término do geossistema, existe um relevo movimentado, com diferença altimétrica de 387 m, haja vista que fica entre 648 m e 261 m de altitude. Dessa forma, a cada quilômetro, temos um desnível de 33 m, o que potencializa a velocidade da água, aumentando a competência do rio. (até o limite entre o Patamar Oriental do Planalto dos Geraizinhos e a Depressão Itabuna-Itapetinga)

A partir daí, existe uma extensão de 1,18 km de zona de transição, entre o GEO1 e o GEO2, variando de 261 m a 254 m de altitude, correspondendo a 7 m de variação altimétrica e um desnível de 6 m a cada quilômetro percorrido. O GEO2 se estende desta primeira zona de transição até o início do município de Itabuna, percorrendo uma distância de 150,26 km, entre 254 m e 35 m de altitude, o que equivale a 219 m de variação altimétrica. Essa relação altimétrica resulta num desnível de 1,5 m, favorecendo os eventos de cheias e o assoreamento dos rios.

Então, temos uma segunda zona de transição, sem variação altimétrica, com 0,3 km, entre o GEO2 e o GEO3, para depois termos o GEO3, que se estende até a foz, no município de Ilhéus, percorrendo 29 km de distância, entre 35 m e 0 m de altitude, ou seja, 35 m de variação altimétrica e 1,2 m de desnível a cada quilômetro. Esse desnível relaciona-se intimamente com as cheias existentes neste geossistema, bem como o acúmulo de sedimento nos leitos dos rios, assoreando-os (Figura 63).

Figura 63 - Delimitação dos geossistemas da BHRC.



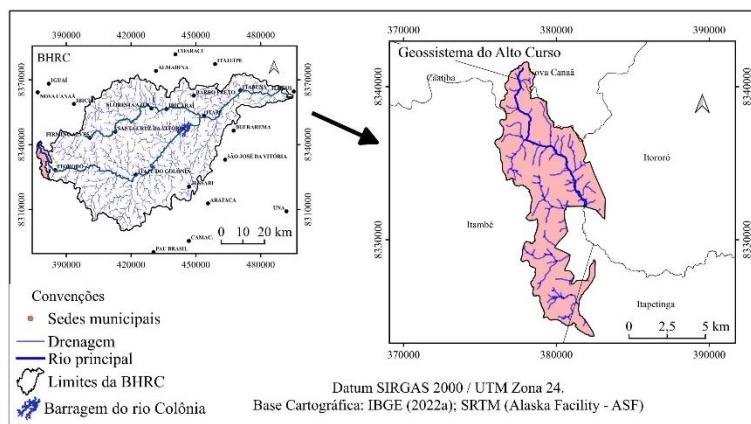
Fonte: ASF (2022). Produção do autor.

É importante ressaltar que as zonas de transição são descontínuos ecológicos que se estabelecem de um geossistema para outro, ao contrário do contínuo ecológico existente no interior do geossistema. Assim, se nota que as áreas de transição abarcam características de dois ou mais geossistemas e não apresentam homogeneidade, em decorrência da inexistência de coesão entre seus elementos.

## 6.1 O GEOSSISTEMA DO ALTO CACHOEIRA – GEO1

O GEO1 localiza-se na porção Oeste da BHRC, ocupando uma área de 56,87 km<sup>2</sup>, cerca de 1,33 % da bacia, se constituindo no menor geossistema delimitado por esta pesquisa. Essa localização expressa que este geossistema não finda nos limites da bacia, isto é, ele compõe uma área maior externa à bacia, envolvendo outros municípios, mas apresentando características similares àquelas identificadas por este estudo (Figura 64).

Figura 64 - Geossistema do Alto Cachoeira (GEO1), na BHRC.



Fonte: IBGE (2020); ANA (2012). Produção do autor.

O GEO1 envolve cinco municípios baianos, com destaque para Itambé, compondo 64,50% da área e Itororó, que perfaz 25,07%. Itapetinga, que também faz parte do GEO1, ocupa uma área menor, de 4,45% do geossistema, enquanto Caatiba e Nova Canaã ocupam 3,40% e 2,86%, respectivamente. Itapetinga e Itororó são municípios que possuem maior vocação histórica para a pecuária extensiva, embora atualmente a produção leiteira ocupe grande espaço, com destaque para Itapetinga, que apresenta uma economia bastante dinamizada, centrada, além da pecuária, no setor de calçados, possuindo o maior PIB entre os municípios que compõem o geossistema (Tabela 21).

Tabela 17 - Municípios que compõem o GEO1.

Município	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Itambé	36,68	64,50
Itororó	14,26	25,07

Itapetinga	2,37	4,17
Caatiba	1,93	3,40
Nova Canaã	1,63	2,86
<b>Total</b>	<b>56,87</b>	<b>100,00</b>

Fonte: IBGE (2022a). Produção do autor.

O GEO1 está sob clima subúmido a seco, com pequeno ou nenhum excedente hídrico, sendo que as temperaturas mais elevadas ocorrem em fevereiro, chegando a 24,8 °C de média mensal no geossistema e 25,5 °C em Itapetinga. O mês mais frio é julho, quando a temperatura pode chegar a 20°C de média mensal, com destaque para Itambé, que chega a 19,6 °C.

A pluviosidade aumenta de Oeste para Leste e está concentrada nos meses de novembro e dezembro, podendo chover 120 mm de média mensal no geossistema nesse período. Em Itambé, a pluviosidade mensal chega a 131 mm em novembro. No mês de setembro, menos chuvoso, as médias mensais não ultrapassam 39 mm, sendo que em Itapetinga a média mensal chega a 38 mm. Dessa forma, nos meses de novembro e dezembro, não é incomum a ocorrência de eventos de cheias hidrológicas, oriundas do transbordamento do rio Colônia, que atingem os municípios que fazem parte do GEO1. Em 2021, por exemplo, ocorreu grande cheia, deixando 200 desabrigados no município de Itororó (Figura 65).

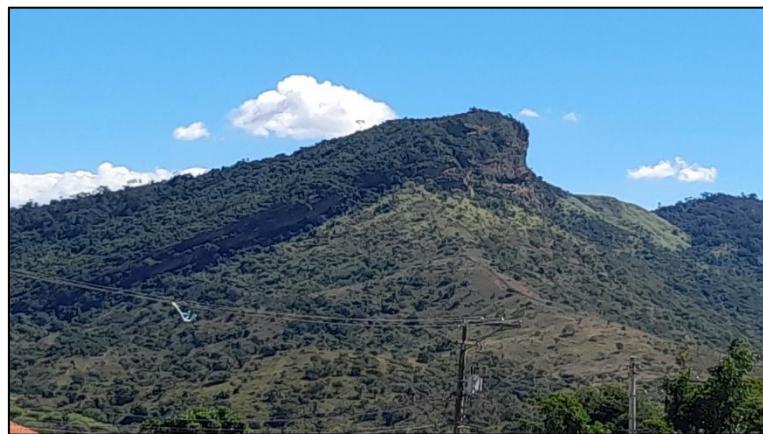
Figura 65 - Cheia no rio Colônia atingiu fortemente o município de Itororó em dez/2021.



Fonte: Com (2021).

O GEO1 é constituído predominantemente pela Unidade Geológica Ibicuí-Ipiaú, que é formada por terrenos antigos do Mesoarqueano, compostos principalmente por gnaisses. Essas rochas caracterizam áreas com hidrogeologia cristalina e, dessa forma, ambientes com baixa porosidade e permeabilidade. Drenado pelo alto curso do rio Colônia, este geossistema possui um relevo com dissecação classificada predominantemente como muito forte, onde a altitude pode chegar a 1.000 m. (Figura 66).

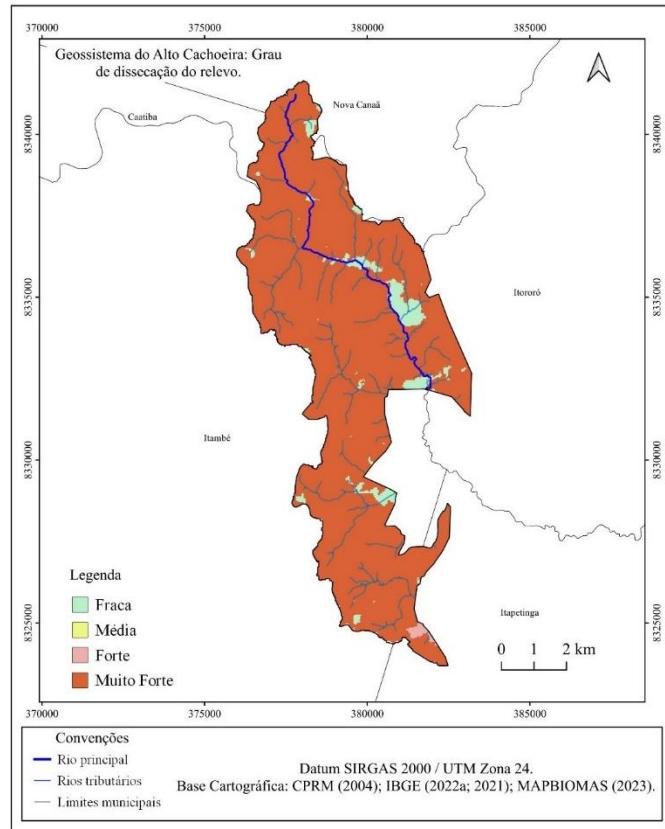
Figura 66 - Relevo no Geossistema do Alto Cachoeira, município de Itambé, na BHRC, mai/2024.



Fonte: Arquivo do autor.

De acordo com Ross (1994), o grau de dissecação do relevo resulta da dimensão interfluvial média e entalhamento médio dos vales, onde é possível obter uma classificação em Muito Fraca, Fraca, Média, Forte e Muito Forte. Baseado nesta ótica e na classificação de Guimarães *et al* (2017), o relevo existente no GEO1 apresenta dissecação Muito Forte em toda sua extensão, sendo que a Leste, existem algumas poucas manchas classificadas como relevo de dissecação Fraca (Figura 67).

Figura 67 - Grau de dissecação do relevo no GEO1, na BHRC.



Fonte: IBGE (2020); ANA (2012); Ross (1994);  
Guimarães *et al* (2017). Produção do autor.

A quase totalidade do GEO1 apresenta dissecação do relevo classificada como muito forte. A priori, o maior entalhamento do relevo indica maior densidade de drenagem e consequentemente maior incentivo aos processos erosivos e menor tendência à infiltração da água. Não podemos perder de vista que não só a dissecação do relevo é importante nesse processo, tendo em vista que outros fatores, como a litologia e a pluviosidade, são fundamentais na morfogênese (Tabela 22).

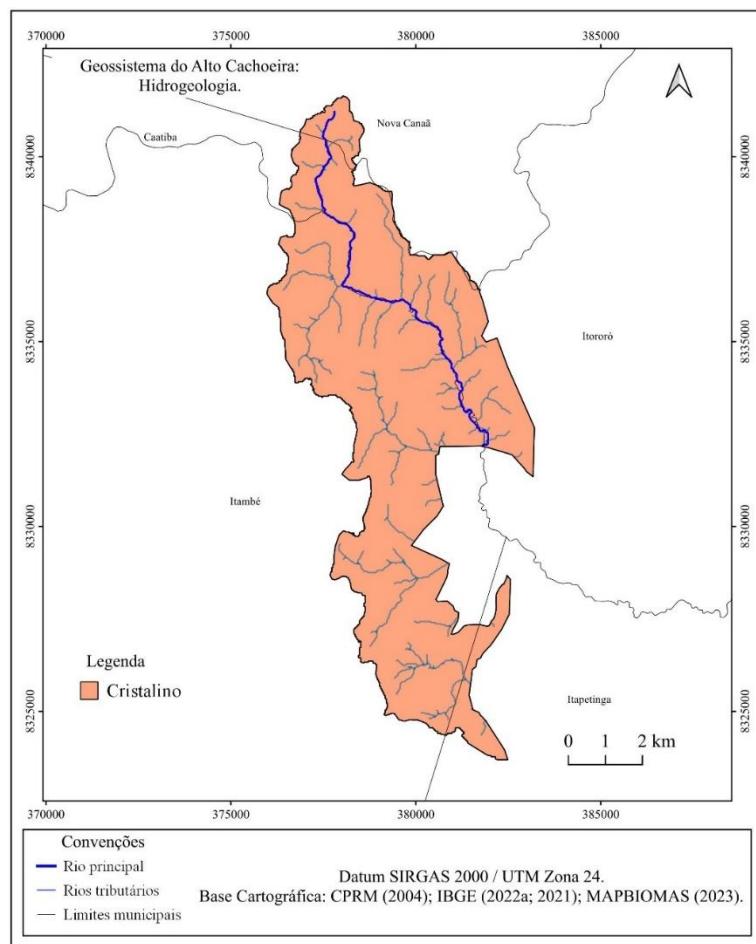
Tabela 18 - Índice de Dissecção do Relevo do Geossistema do Alto Cachoeira, na BHRC.

Classe	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Muito Forte	54,06	95,06
Fraca	2,46	4,33
Forte	0,23	0,40
Não classificado	0,12	0,21
<b>Total</b>	<b>56,87</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Ross (1994); Guimarães *et al* (2017). Produção do autor.

As características hidrogeológicas do GEO1 também denotam maior resistência à infiltração, tendo em vista que a sua totalidade é constituída por ambiente cristalino, onde predominam rochas ígneas e metamórficas, caracterizadas por permeabilidade secundária. Assim, a intensidade dos eventos de chuvas é diretamente proporcional à intensidade da drenagem superficial, caso consideremos apenas a existência de um embasamento cristalino como determinante (Figura 68).

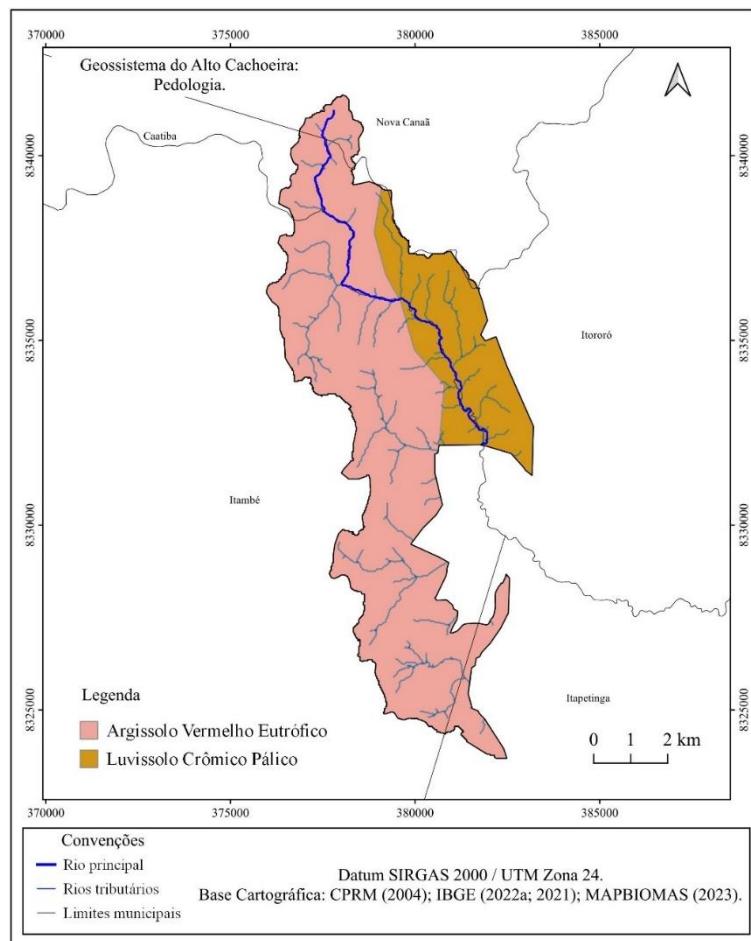
Figura 68 - Hidrogeologia do GEO1, na BHRC.



Fonte: CPRM (2004). Produção do autor.

O GEO1 apresenta dois tipos de solos. Na porção Oeste, ocupando uma faixa que se estende de Norte a Sul, encontramos os Argissolos Vermelhos Eutróficos, enquanto na porção Leste, em uma faixa que se inicia a Norte até o centro do geossistema, estão os Luvissolos Crônicos Pálicos (Figura 69).

Figura 69 - Pedologia do GEO1, na BHRC.



Fonte: IBGE (2020; 2015); ANA (2012); CPRM (2004).

Produção do autor.

Observamos que os Argissolos Vermelhos Eutróficos ocupam a maior parte do GEO1, enquanto os Luvissolos Crônicos Pálicos ocupam uma área menos expressiva. A presença desses tipos de solos, abruptos, aliada à presença de um relevo fortemente ondulado e ao embasamento cristalino, contribui para a potencialização do escoamento superficial, reforçando a tendência de cheias hidrológicas (Tabela 23).

No caso dos primeiros a suscetibilidade ao escoamento se deve à diferença texturam entre os horizontes e a baixa infiltração (Santos; Zaroni; Clemente, 2021). No caso dos segundos, a mudança textural abrupta e sua vocação para a compactação são os fatores que contribuem para o escoamento (Santos; Zaroni; Clemente, 2021).

Tabela 19 - Tipos de solo no Geossistema do Alto Cachoeira, na BHRC.

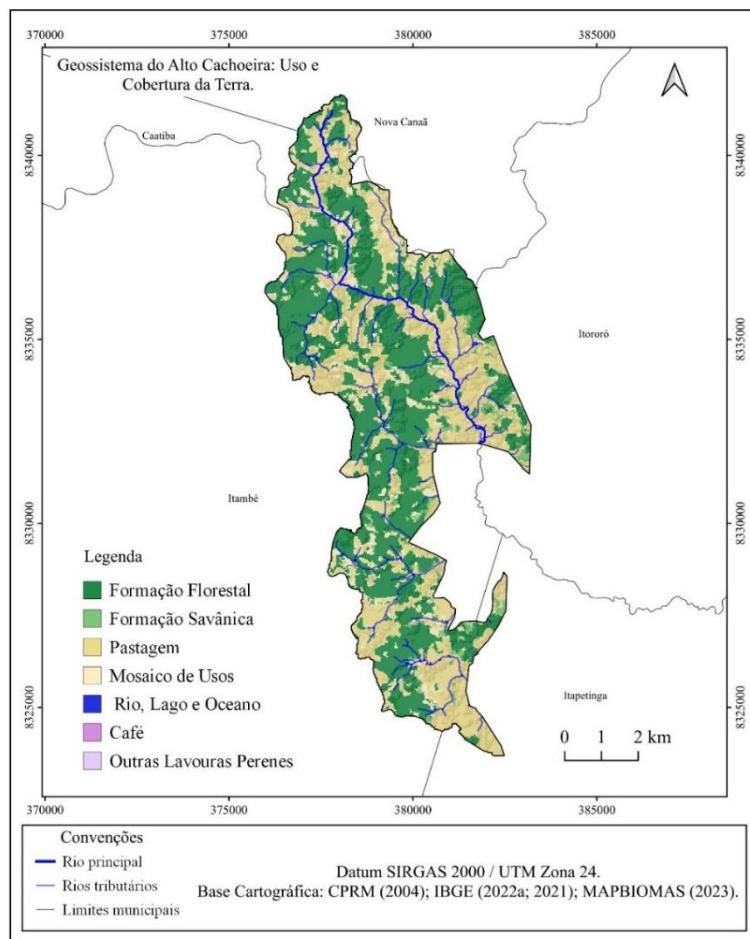
Classe de solo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Argissolo Vermelho Eutrófico	44,09	77,53
Luvissolo Crômico Pálico	12,78	22,47
<b>Total</b>	<b>56,87</b>	<b>100,00</b>

Fonte: IBGE (2021). Produção do autor.

No GEO1 a classe Formação Florestal prevalece. Esta classe é representada principalmente pela Floresta Estacional Semi-Decidual de Altitude, que se distribui por todo o geossistema. Para fins didáticos, essa classe foi pensada em três estágios de preservação: 1) vegetação preservada, entendida como as áreas onde a Mata Atlântica cobre toda a área; 2) vegetação alterada, correspondendo àquelas áreas em que ocorrem manchas de Mata Atlântica cobrindo a área, de forma parcial; 3) vegetação devastada, que são áreas onde a Mata Atlântica inexiste.

Assim, no GEO1, a floresta apresenta-se distribuída em alternância com as áreas de pastagens, ou seja, a floresta cobre o geossistema de forma parcial, caracterizando, dessa forma, uma vegetação alterada (Figura 70).

Figura 70 - Uso e Cobertura da Terra no GEO1, na BHRC.



Fonte: MAPBIOMAS, (2023). Produção do autor.

Nas áreas de menor altitude, sobretudo a Sul e Leste do geossistema, se estabelecem as áreas de Pastagem. As localidades onde está a classe de Mosaicos de Usos, que são práticas de agropecuária, demarcam, juntamente com as áreas de Pastagem, o modelo de apropriação social do espaço na BHRC. Com menores representações estão as classes Formação Savânica, Café, Rio, Lago e Oceano e Outras Lavouras Perenes. No caso da classe Outras Lavouras Perenes, correspondem a áreas de agropecuária, em sua maioria, áreas de Pastagem (Tabela 24).

Tabela 20 - Classes de Uso e Cobertura da Terra no Geossistema do Alto Cachoeira, na BHRC.

Classe	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Formação Florestal	27,96	49,16
Pastagem	19,94	35,06
Mosaicos de Usos	6,67	11,73
Formação Savânica	2,09	3,68
Café	0,04	0,07

Rio, Lago e Oceano	0,01	0,02
Outras Lavouras Perenes	0,01	0,02
Não classificado	0,15	0,26
<b>Total</b>	<b>56,87</b>	<b>100,00</b>

Fonte: MAPBIOMAS, (2023). Produção do autor.

A dissecação Muito Forte, aliada à estrutura cristalina, são fatores importantes para facilitar o processo de transporte de sedimentos, a depender também da existência e exposição do regolito. A Sul e a Leste, percebemos maior grau de apropriação do espaço, na medida em que predominam as áreas de maior dissecação em consonância com a presença das Pastagens.

A morfometria do GEO1 apresenta grande variação altimétrica e baixo Índice de Sinuosidade, demonstrando, respectivamente a grande movimentação do relevo e a retilinearidade da drenagem superficial. Esses dois elementos combinados contribuem para maior velocidade do fluxo de água nos rios e uma capacidade mediana de formar novos canais de drenagem.

Quanto à densidade de drenagem (Dd), considerando todo o GEO1, é classificada como regular, ou seja, a água possui maior facilidade para infiltrar. A Dd deveria apresentar valor maior, considerando as características do embasamento, que é cristalino e dificulta o processo de infiltração da água, entretanto, a cobertura vegetal existente abranda a drenagem superficial, na medida que favorece a infiltração e limita a Dd a valores menores. O GEO1 possui a maior declividade da BHRC, a cada quilômetro acontece um desnível de 33 m, o que também contribui para maior intensidade da drenagem superficial (Tabela 25).

Tabela 21 - Morfometria do GEO1, na BHRC.

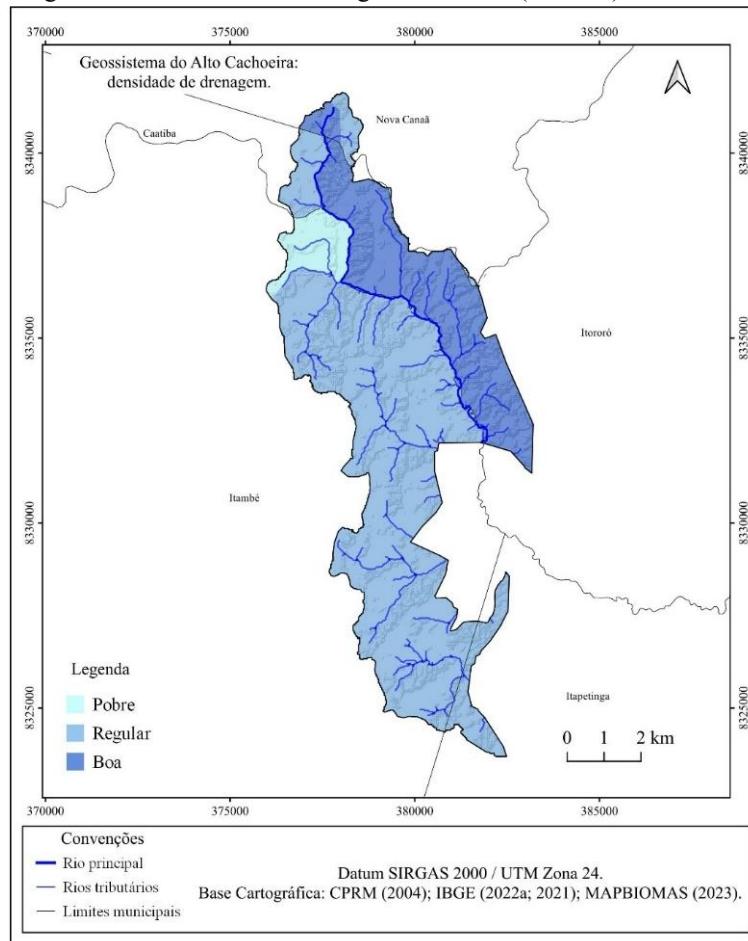
Área (km <sup>2</sup> )	L (km)	L' (km)	Alt. Max (m)	Alt. Min (m)	ΔH (m)	Lt (km)	Nt (un)	Dd (km/km <sup>2</sup> )	Dh (un/km <sup>2</sup> )	Is
57	11,70	9,00	648	261	387	83	363	1,46	6,37	1,30

Fonte: Produção do autor.

De forma mais pormenorizada, a drenagem regular se repete na maior parte do geossistema, com exceção de duas áreas. A primeira é uma pequena mancha a Noroeste, classificada como drenagem pobre. Embora sejam áreas cristalinas, de relevo dissecado e predominância de Argissolos, a Floresta Semidecidual pouco

alterada contribui para uma menor razão deflúvio/infiltração e, dessa forma, menor Dd. A segunda área localiza-se a Leste, onde a Dd é classificada como boa. A pouca profundidade dos Luvissolos, predominantes nesta área, aliada à presença mais intensa das pastagens, destinadas à criação de gado, determina maior razão deflúvio/infiltração e, consequentemente uma maior Dd (Figura 71).

Figura 71 - Densidade de drenagem do GEO1 (km/km<sup>2</sup>), na BHRC.



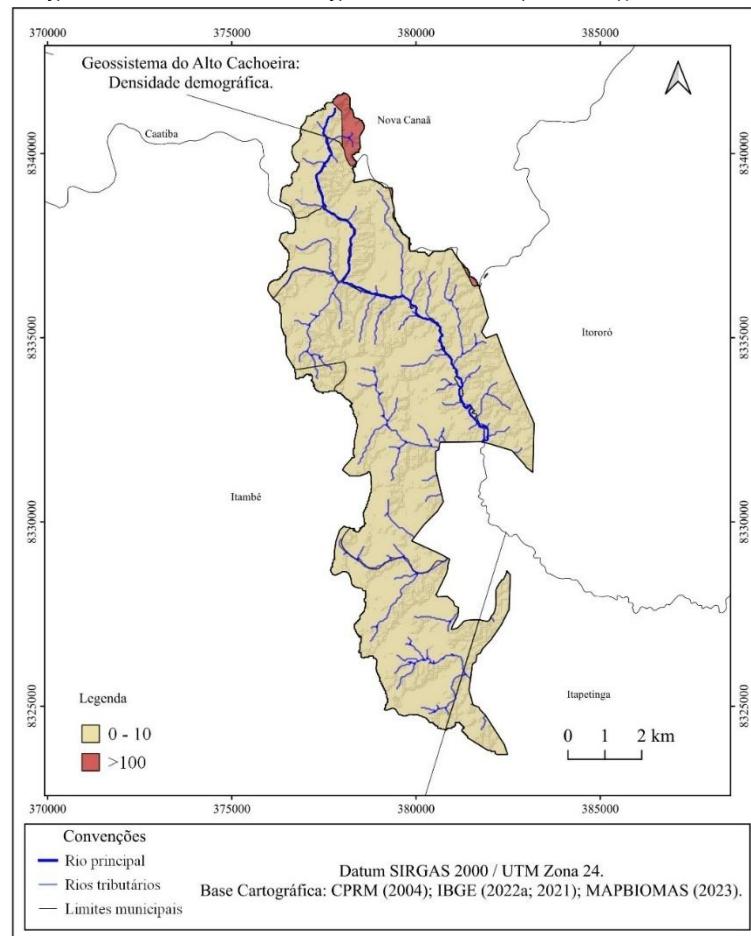
Fonte: IBGE (2020); ANA (2012). Produção do autor.

O processo de apropriação do espaço neste geossistema apresenta menor intensidade, principalmente devido à geomorfologia, caracterizada pelas maiores declividades e altimetrias do geossistema. Assim, o modelo de apropriação de grandes glebas de terra, intensificado nas décadas de 1960 e 1970, pautado na fazenda de gado como centralidade e na movimentação mercantil, também foi implementado no GEO1, talvez, a Oeste, sem a mesma dinâmica que se estabeleceu em outras áreas da bacia.

Inicialmente, é importante destacar que a quantificação da população neste estudo foi realizada de maneira proporcional às áreas dos setores censitários pertencentes ao geossistema. E nem sempre os setores censitários internos ao geossistema estão no sítio urbano, local de maior concentração populacional. Nesse sentido, municípios mais populosos podem apresentar baixa DD, considerando a proporcionalidade de sua área que está na delimitação do geossistema.

Dito isso, de acordo com o último Censo Demográfico (IBGE, 2024) e a metodologia utilizada neste estudo, o GEO1 é o menos populoso entre os geossistemas da BHRC, com 95 habitantes, determinando uma densidade demográfica (DD) menor do que 10 hab/km<sup>2</sup>. Ao Norte, existe uma porção com DD maior do que 100 hab/km<sup>2</sup>, mas é uma área que compõem um setor censitário onde se localiza a sede do município de Nova Canaã e, dessa forma, se distancia das características do geossistema (Figura 72).

Figura 72 - Densidade demográfica do GEO1 (hab/km<sup>2</sup>), na BHRC.



Fonte: IBGE (2024; 2020); ANA (2012). Produção do autor.

Nessa conjuntura, observamos que a geomorfogênese predomina na dinâmica global da paisagem no GEO1, provocando alterações no potencial ecológico e na exploração biológica, mediante o processo de desmatamento e a inserção das pastagens.

O desequilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica rompeu a estabilidade (clímax) do geossistema, colocando-o em resistasia e evidenciando a mudança de estado do geossistema, haja vista que houve alteração em seus componentes abióticos, bióticos e antrópicos, ou seja, a substituição da cobertura vegetal original pelas pastagens – voltadas para a pecuária extensiva – provocou a exposição das áreas mais suscetíveis aos processos erosivos, compactação dos solos, através do pisoteio dos animais, e comprometimento da rede de drenagem.

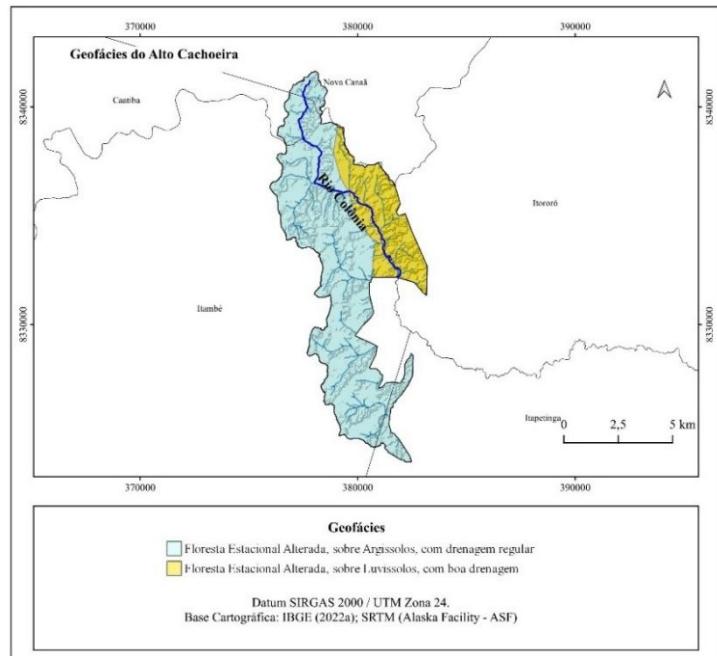
No caso da drenagem, esse processo de degradação intensifica a densidade de drenagem, aumenta a densidade hidrográfica e, além de potencializar a drenagem superficial, contribui negativamente para a recarga do aquífero.

Entretanto, no GEO1 onde existe certa fragilidade natural e certo desequilíbrio, haja vista que as intervenções não atingem o GEO1 de forma homogênea. Nele existem áreas em que a atividade humana possui menor intensidade, fazendo com que no geossistema tenha geofácies em resistasia e em biostasia de maneira simultânea.

### **6.1.1 Geofácies do Alto Cachoeira**

Dessa forma, as geofácies delimitadas no GEO1 foram as seguintes: Floresta Estacional Alterada, sobre Argissolos, com drenagem regular; Floresta Estacional Alterada, sobre Luvissolos, com boa drenagem (Figura 73).

Figura 73 - Geofácies do Geossistema do Alto Cachoeira, na BHRC.



Fonte: IBGE (2022a). Produção do autor.

- Floresta Estacional Alterada, sobre Argissolos, com drenagem regular

Esta geofácie está localizada na porção Oeste do GEO1, inteiramente em clima subúmido a seco, perfazendo  $57 \text{ km}^2$  de área, sendo 64,5% em Itambé, 25,08% em Itororó, 4,17% em Itapetinga, 3,39% em Caatiba e 2,86% em Nova Canaã. As temperaturas médias mensais variam de 19,9°C a 24,8 °C, com junho sendo o mês mais frio e fevereiro sendo o mês mais quente. A pluviosidade média mensal oscila entre 43 mm, em junho, e 120 mm, em novembro. A densidade de drenagem (Dd) é de 1,33 km/km<sup>2</sup>, isto é, a drenagem é classificada como regular, enquanto a densidade hidrográfica é de 10,93 un/km<sup>2</sup>, sendo classificada como alta. A Dd regular é fruto da presença da floresta (vegetação alterada), principalmente em grande parte das áreas mais elevadas, onde se estabelecem os patamares, o que favorece a infiltração e diminui a tendência a erosão, mesmo em ambientes de embasamento cristalino (Figura 74).

Figura 74 - Patamares na Floresta Estacional Alterada, sobre Argissolos, com drenagem regular, mai/2024.

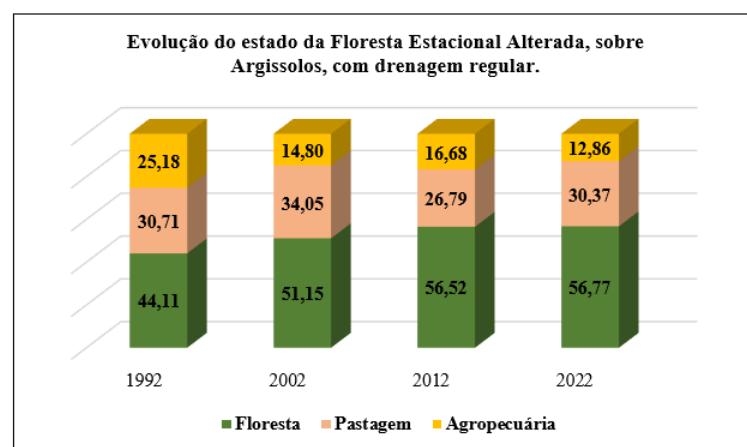


Fonte: Acervo do autor.

As intervenções sociais são observadas na geofácie em forma de enclaves, mediante a retirada da vegetação para a implementação de atividades produtivas e, nesse caso, principalmente a pecuária. Por apresentar maiores índices altimétricos, chegando a 900 m de altitude, a pressão oriunda do processo de ocupação é relativamente baixa, pois a densidade demográfica é menor do que 10 hab/km<sup>2</sup>, mas sabemos também que a altitude se constitui em um fator de potencialização da erosão, principalmente em locais desprovidos de cobertura vegetal.

Num período de trinta anos, o resultado das mudanças verificadas na paisagem da geofácie se mostraram relativamente de menor significância, já que houve ampliação das áreas de floresta e redução de pastagem e agropecuária (Figura 75).

Figura 75 - Evolução do estado da Floresta Estacional Alterada, sobre Argissolos, com drenagem regular, no período de 1992 a 2022 (%).



Fonte: Mapbiomas (2023). Produção do autor.

Nesse espaço temporal, foi observado que as áreas de pastagem e agropecuária foram substituídas pela floresta, evidenciando, dessa forma, uma geofácie onde a vegetação original está se regenerando na perspectiva de atingir o estado de clímax florestal (Tabela 26).

Tabela 22 - Estado da Floresta Estacional Alterada, sobre Argissolos, com drenagem regular, de 1992 a 2022 (%).

Classe	1992 - 2002	2003 - 2012	2013 – 2022	Resultado
Floresta	7,04	5,38	0,25	+ 12,67
Pastagem	3,34	- 7,26	3,58	- 0,34
Agropecuária	- 10,38	1,88	- 3,82	- 12,32

Fonte: Mapbiomas (2023). Produção do autor.

Dessa maneira, verificamos que existe certa estabilidade entre o potencial ecológico e a exploração biológica, demonstrando que a geofácie está em biostasia, ou seja, nesse caso, a paisagem apresenta um potencial ecológico em que a atividade morfogenética mostra-se relativamente fraca.

- Floresta Estacional Alterada, sobre Luvissolos, com boa drenagem

Esta geofácie está localizada na porção Leste do GEO1, em clima semiúmido. Possui área de 13 km<sup>2</sup>, sendo 23% em Itambé e 77% em Itororó. As temperaturas mensais variam de 19,6 °C em julho, a 24,5 °C, em fevereiro, e a pluviosidade média mensal fica entre 39 mm, no mês de setembro, e 124 mm, em novembro. A Dd é de 1,92 km/km<sup>2</sup>, classificada como boa, enquanto a Dh é de 10,17 un/km<sup>2</sup>, sendo classificada como alta.

A Dd=1,92 km/km<sup>2</sup>, classificada como boa, sinaliza a relação de desequilíbrio entre embasamento, solos, relevo, cobertura vegetal e uso, ou seja, a substituição da cobertura vegetal original por pastagens provocou a evolução regressiva da paisagem, onde a drenagem superficial foi acentuada em detrimento do processo de infiltração da água no solo. Essa situação se acentua devido a existência de áreas elevadas, que chegam a 900 m de altitude, o que favorece também o surgimento de novos canais. A existência desses novos segmentos de rios é comprovada pela densidade hidrográfica de 10,17 un/km<sup>2</sup>, classificada como alta.

Assim, nessa geofácie, a paisagem denota a predominância da atividade morfogenética e, dessa forma, o desequilíbrio entre potencial ecológico e a exploração biológica, manifestado na intensificação dos processos erosivos, a partir

da manutenção do modelo pecuarista intensivista, que busca verticalizar na paisagem sua produção material.

Ressaltamos que a erosão pluvial pode causar a impermeabilização do solo e, por consequência, a potencialização do escoamento superficial. Nesse caso, o escoamento acontece mesmo se o solo não estiver totalmente saturado, fazendo com que o solo não consiga reter água de forma eficiente, limitando, dessa maneira, a disponibilidade de água para a vegetação entre os períodos de chuvas (Bertoni, 1978). Nessa ótica, a produtividade vegetal diminui, bem como a pedogênese pode ser contida por carência de água.

Essas características do processo de apropriação material da paisagem na geofácie, ocorre porque, apesar da ocorrência dos patamares – áreas mais elevadas – e baixa densidade demográfica, existem alguns locais que a altitude fica abaixo dos 200 m, facilitando a implantação de atividades produtivas. A maior vocação do município de Itororó, a Leste, para a pecuária é um fator que intensifica a apropriação social do espaço na geofácie (Figura 76).

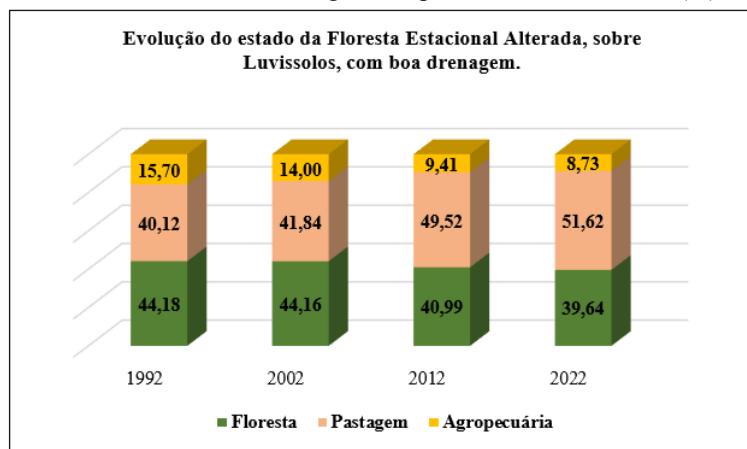
Figura 76 - Patamares na Floresta Estacional Alterada, sobre Luvissolos, com boa drenagem, out/2023.



Fonte: Acervo do autor.

Assim, observamos que na paisagem da geofácie prevalecem as áreas de pastagens, em detrimento de outras classes de Uso e Cobertura da Terra. O legado oriundo do intenso crescimento da pecuária nas décadas de 1960 e 1970 – os pastos em grandes extensões de terras – ainda caracterizam essa geofácie (Figura 77).

Figura 77 - Estado da evolução da Floresta Estacional Alterada, sobre Luvissolos, com boa drenagem, no período de 1992 a 2022 (%).



Fonte: Mapbiomas (2023). Produção do autor.

Na verdade, na porção que está em território de Itororó, verificamos a quase devastação da Floresta Decidual. Existe apenas poucas manchas dessa vegetação ao Norte, o que caracteriza grande modificação no potencial ecológico na paisagem. Como se observa, ocorreu aumento nas áreas de pastagens, enquanto a floresta e a agropecuária reduziram. Nessa ótica, podemos observar diante do exposto, que essa caracterização coloca a geofácie em estado de resistasia, em que a atividade morfogenética é forte, se sobrepondo às atividades pedogenéticas (Tabela 27).

Tabela 23 - Estado da Floresta Estacional Alterada, sobre Luvissolos, com boa drenagem, de 1992 a 2022 (%).

Classe	1992 - 2002	2003 - 2012	2013 - 2022	Resultado
Pastagem	1,72	7,68	2,10	+ 11,50
Floresta	- 0,02	- 3,17	- 1,35	- 4,54
Agropecuária	- 1,70	- 4,59	- 0,68	- 6,97

Fonte: Mapbiomas (2023). Produção do autor.

## 6.2 ZONA DE TRANSIÇÃO 1

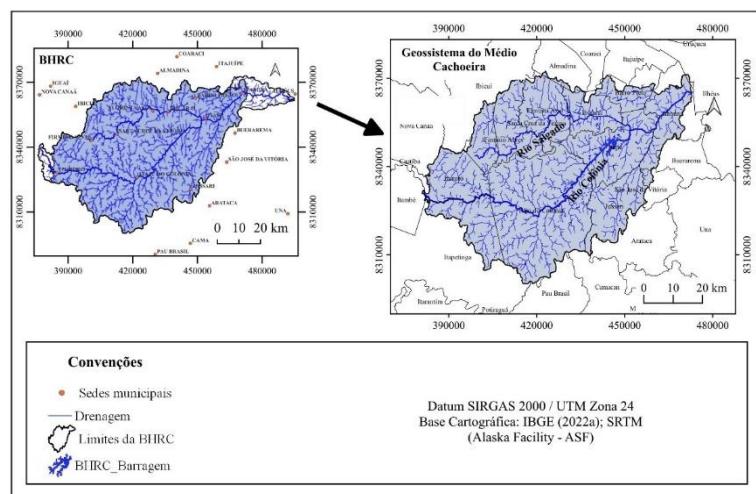
Esta zona situa-se entre o GEO1 e o GEO2, com área de 13 km<sup>2</sup> e perímetro de 50,3 km. Possui embasamento constituído de ortognaisses, frequentemente milonitizado, sob um relevo de patamares e depressões, dissecação muito forte a norte e a sul e fraca no centro. A declividade e a altitude minuem no sentido Leste,

sendo que a Sul os solos passam de Argissolos para Chernossolos (Oeste – Leste) e ao norte, estão os Luvissolos. A fisionomia vegetal muda de Floresta estacional para Pastagem, quando nos deslocamos no sentido Leste.

### 6.3 GEOSSISTEMA DO MÉDIO CACHOEIRA – GEO2

O GEO2 é o maior geossistema delimitado por este estudo. Ocupa uma área equivalente a 3.980,48 km<sup>2</sup> e corresponde a 93,39% da bacia. Está localizado na porção Central da BHRC, se limitando a Oeste com o GEO1 e a Leste com o GEO3 (Figura 78).

Figura 78 - Geossistema do Médio Cachoeira - GEO2, na BHRC.



Fonte: IBGE (2020); ANA (2012). Produção do autor.

O GEO2 engloba áreas de vinte municípios, sendo que os municípios de Itajú do Colônia, Itapé e Jussari estão integralmente no geossistema e representam, nessa ordem, os que ocupam maior percentual da área do GEO2. Ressaltamos também que, mesmo os municípios com percentual muito pequeno no geossistema, foram considerados (Tabela 28).

Tabela 24 - Municípios que compõem o GEO2, na BHRC.

Município	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Itaju do Colônia	1.218,210	30,605
Itapé	453,140	11,384
Jussari	328,130	8,243
Floresta Azul	312,080	7,840
Itororó	293,770	7,380

Itapetinga	287,090	7,212
Santa Cruz da Vitória	282,270	7,091
Itabuna	250,760	6,300
Ibicarai	221,920	5,575
Firmino Alves	166,090	4,173
Barro Preto	121,310	3,048
São José da Vitória	18,040	0,453
Almadina	15,370	0,386
Buerarema	3,850	0,097
Arataca	3,610	0,091
Ilhéus	2,140	0,054
Itambé	1,280	0,032
Nova Canaã	0,990	0,025
Pau Brasil	0,300	0,008
Camacan	0,130	0,003
<b>Total</b>	<b>3.980,480</b>	<b>100,000</b>

Fonte: IBGE (2022a). Produção do autor.

O GEO2 engloba dois tipos climáticos. A Oeste se estabelece o clima semiúmido, em que as temperaturas mais elevadas ocorrem no mês de fevereiro, a exemplo do que acontece no GEO1, sendo que Itapetinga se caracteriza como o município mais quente do GEO2. O mês mais frio é julho, quando a média mensal pode chegar a 20 °C, com Itambé se destacando como município mais frio.

Nesta porção semiúmida, as chuvas são mais intensas nos meses de novembro e dezembro, em que a média mensal chega a 119 mm, se destacando o município de Itambé, que no mês de novembro chega a 121 mm. Os meses de agosto e setembro apresentam as menores pluviosidades, chegando a 40 mm de média mensal no geossistema, com destaque para Itapetinga e Santa Cruz da Vitória, que atingem 38 mm mensal.

A Leste tem-se o clima úmido. Neste clima, apesar dos meses de janeiro e dezembro apresentarem médias térmicas de 24,7 °C e 24,5 °C, respectivamente, os meses mais quentes são fevereiro e março, quando a média mensal fica em 25 °C, se destacando Ilhéus, com 25,5 °C de média mensal. O mês de julho é o mais frio no GEO2, com destaque para Jussari, que atinge 21 °C de média mensal nesse mês.

A maior intensidade de chuvas acontece em novembro e dezembro, se destacando o mês de novembro, em que a média mensal é de 134 mm, com Itabuna chegando a 140 mm mensal. Por outro lado, agosto e setembro apresentam as menores quantidade de chuvas do ano, com 58 mm de média mensal. Em Itapé, a pluviosidade é a menor nesse período, com 43 mm de média mensal.

Assim, enquanto presenciamos os eventos recorrentes de secas hidrológicas no meio do ano, os meses de novembro, dezembro e janeiro ocasionam grandes cheias nos municípios que fazem parte do GEO2 (Figura 79).

Figura 79 - As secas e as cheias são recorrentes na BHRC.



A – Seca no rio Salgado, set/2023; B – Cheia no rio Cachoeira, dez/2024. Fonte: Acervo do autor.

As cheias e secas estão associadas a outros fatores, que de forma integrada caracterizam o geossistema e determinam sua dinâmica ambiental. Entre eles estão as características do embasamento, grau de dissecação e tipos de uso.

O GEO2 compõe estruturas Mesoarqueanas e se trata de uma grande depressão escalonada em suas bordas por serras e patamares, onde a retirada da vegetação propicia o estabelecimento de sulcos de erosão, que marcam a paisagem e denunciam o modelo de apropriação do espaço, centrado na grande propriedade voltada para a criação de gado.

A Oeste, no Complexo Ibicuí-Ipiaú, encontramos formações de gnaisses de 2.580 Ma, enquanto no Centro e a Leste do geossistema, a presença de rochas metamórficas de alto grau é marcante. É importante destacar também as rochas plutônicas presentes na porção central do GEO2, na Suíte Alcalina Itabuna-Floresta Azul, formada no Neoproterozóico, a 730 Ma.

As altitudes maiores a Norte, na bacia do rio Salgado e Sul, em Itajú do Colônia e Jussari, podem superar os 1.000 m. Na porção Central, se estende uma faixa de Oeste a Leste, envolvendo a maior parte da bacia do rio Colônia, em que as altitudes facilmente estão abaixo de 100 m. (Figura 80).

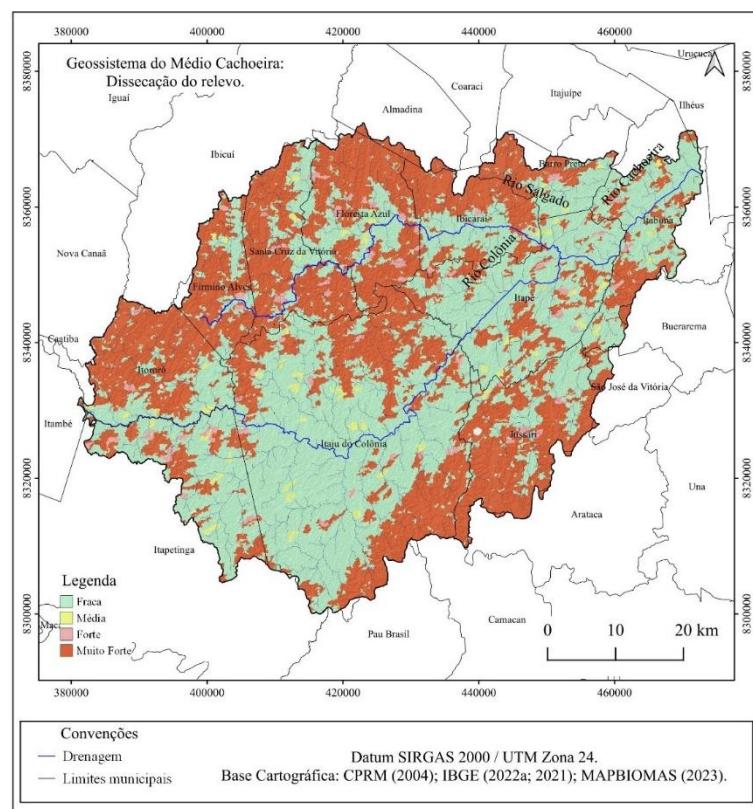
Figura 80 – Relevo no Geossistema do Médio Cachoeira, na BHRC.



A – Área de dissecação Muito Forte, a Norte, abr/2024; B – Área de dissecação Fraca, no Centro, dez/2023. Fonte: Acervo do autor.

A porção central do geossistema, sobre a Depressão Itabuna-Itapetinga, apresenta relevo com baixa movimentação, isto é, com índice de dissecação classificado como fraco. De forma contrária, ao Sul e ao Norte, o GEO2 possui uma dissecação classificada como muito forte, denotando que nestas áreas temos vales bem recortados e maior movimentação do relevo, enquanto as áreas em que o índice de dissecação é classificado como forte ou médio, estão distribuídas em pequenas porções por todo o geossistema (Figura 81).

Figura 81 - Dissecção do relevo no GEO2, na BHRC.



Fonte: IBGE (2020); ANA (2012); Ross (1994); Guimarães *et al* (2017). Produção do autor.

Dessa forma, verificamos que predominam as áreas com índice de dissecação fraco no GEO2. Bem próximas ao quantitativo das áreas anteriores, estão as porções da paisagem com dissecação muito forte, sendo que uma área reduzida apresenta o índice de dissecação forte ou médio. A maior dissecação, ao Norte e ao Sul, bem como a maior altitude, denotam um relevo mais movimentado, onde a drenagem superficial é mais intensa, potencializando os processos erosivos e consequentemente, propiciando maior transporte de sedimentos em direção à porção central do geossistema (Tabela 29).

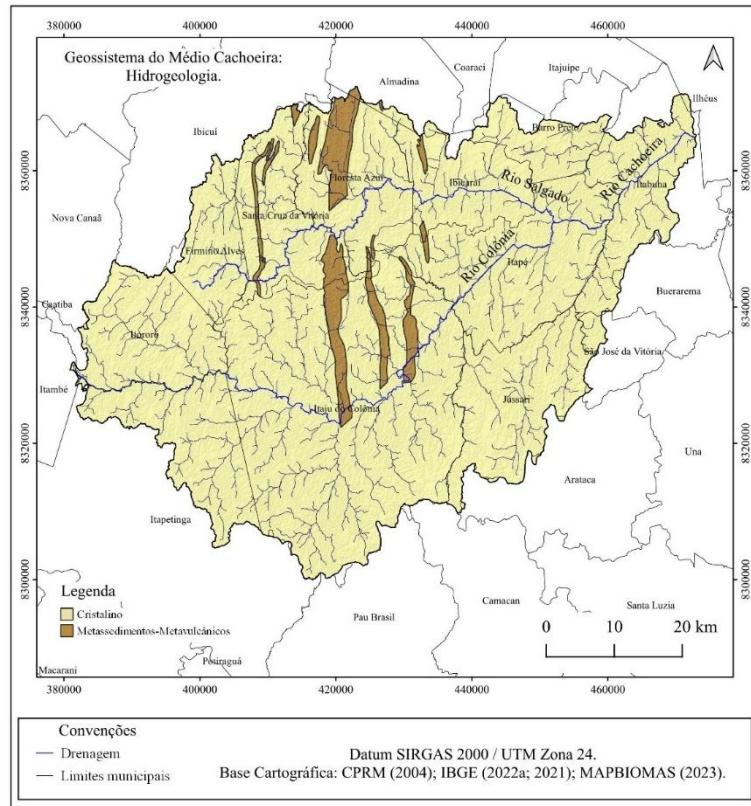
Tabela 25 - Índice de Dissecção do Relevo do Geossistema do Médio Cachoeira, na BHRC.

Classificação	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Fraco	2.096	52,66
Muito Forte	1.756	44,12
Forte	71	1,78
Médio	53	1,33
Não classificado	4,48	0,10
<b>Total</b>	<b>3.980,48</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Ross (1994); Guimarães *et al* (2017). Produção do autor.

Com relação à estrutura hidrogeológica, o GEO2 contém um ambiente cristalino, de porosidade secundária e, dessa forma, com resistência ao processo de infiltração. Ao Norte, ao longo da sub-bacia do rio Salgado, a infiltração da água ocorre predominantemente pelas fraturas e falhas das rochas, sendo que as características litológicas determinam menor circulação da água no solo e a consequente presença de água salinizada (Figura 82).

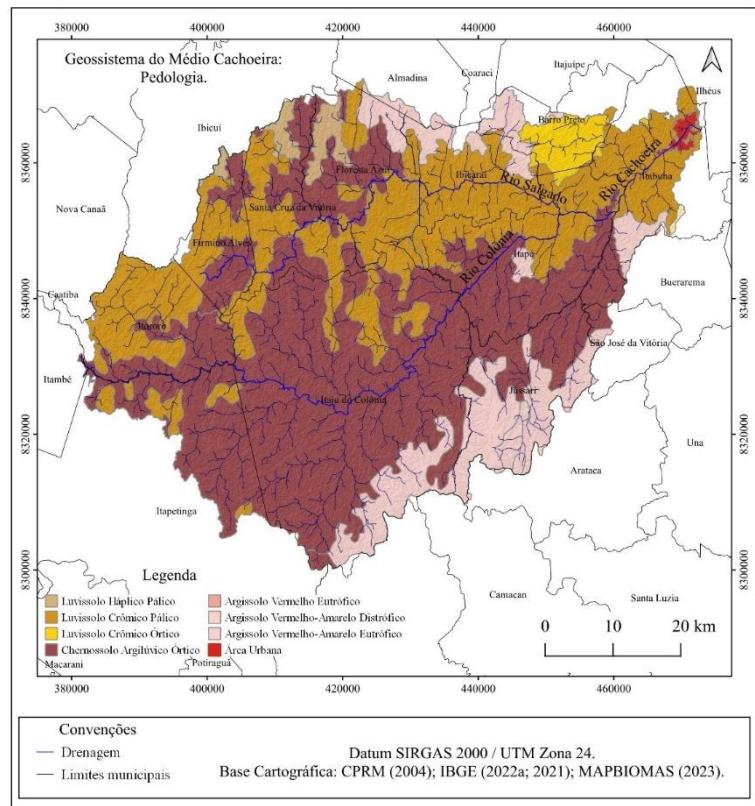
Figura 82 - Hidrogeologia do GEO2, na BHRC.



Fonte: CPRM (2004). Produção do autor.

Nas áreas de relevo mais movimentado, se estabelece uma faixa ao longo da sub-bacia do rio Salgado, onde se localizam os Luvissolos, que apresentam intenso trabalho erosivo, devido ao gradiente altimétrico do relevo. Nesses solos se verifica a presença de bolsões superficiais de água, que culminam com a salinização do solo, em decorrência da interação da água com minerais primários existentes. Esse processo de salinização também está associado ao clima úmido a semiúmido, substancialmente no período de seca, momento em que apresenta pequeno excedente hídrico. Ocupando menor área, os Argissolos compõem as porções mais elevadas no extremo Sul e Nordeste do geossistema. Sua textura média/argilosa e argilosa, além da altitude também contribui para a intensificação dos processos erosivos (Figura 83).

Figura 83 - Pedologia do GEO2, na BHRC.



Fonte: IBGE (2020; 2015); ANA (2012); CPRM (2004).  
Produção do autor.

Assim, foi observado que no GEO2 predominam os Chernossolos Argilúvicos Órticos, os Luvissolos Crônicos Pálicos e os Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos. Estes solos contribuem para a ocorrência de cheias hidrológicas, devido às características já citadas e ao fato deles possuírem caráter saprolítico e abrindo, isto é, são solos jovens onde a concentração de argila aumenta rapidamente da superfície para os horizontes inferiores, dificultando a infiltração da água e contribuindo para a drenagem superficial (Tabela 30).

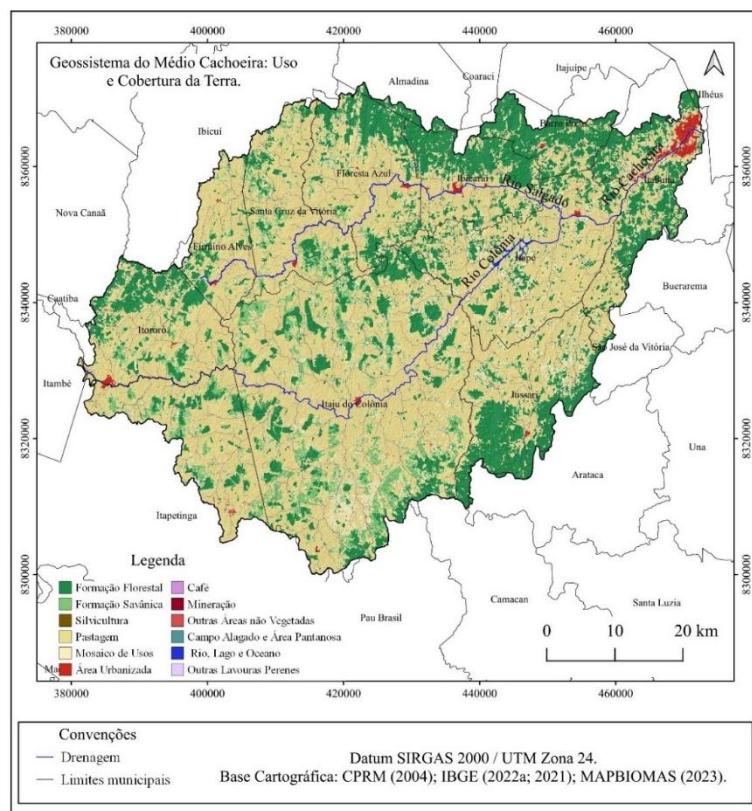
Tabela 26 - Tipos de solo no Geossistema do Médio Cachoeira, na BHRC.

<b>Classe de solo</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
Chernossolo Argilúvico Órtico	2.067,69	51,95
Luvissolo Crômico Pálico	1.228,75	30,87
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	474,77	11,93
Luvissolo Crômico Órtico	85,52	2,15
Luvissolo Háplico Pálico	66,59	1,67
Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	38,59	0,97
Área Urbana	15,25	0,38
<b>Latossolo Amarelo Distroférrico</b>	<b>3,32</b>	<b>0,08</b>
<b>Total</b>	<b>3.980,48</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Ross (1994); Guimarães *et al* (2017). Produção do autor.

O escoamento superficial é intensificado também, devido à substituição da vegetação original por pastagens, destinadas à criação de gado, que contribui para a compactação dos solos e, consequentemente, onde se observa a intensificação do assoreamento dos rios, bem como a contenção do processo de infiltração e abastecimento do aquífero. Lembrando que a retirada da vegetação dos topos de morros também compromete as áreas de recargas das nascentes. Dessa forma, as áreas de florestas marcam a paisagem em pequenos fragmentos no sentido Leste até o município de Itapé, quando verificamos, relativamente, maior concentração destas áreas florestadas (Figura 84).

Figura 84 - Uso e Cobertura da Terra no GEO2, na BHRC.

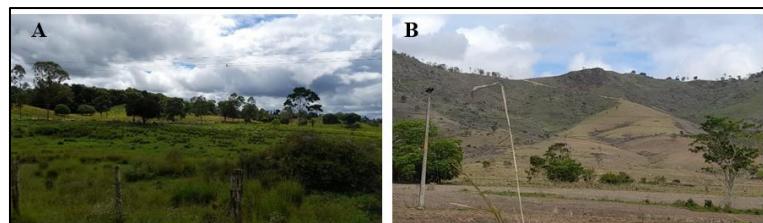


Fonte: Mapbiomas (2023); IBGE (2022a). Produção do autor.

As observações nos permitem verificar que mais da metade do GEO2 é composto pela classe de Pastagem, o que a torna a principal classe temática presente na paisagem do geossistema. Essa característica, como se sabe, é fruto do processo histórico de apropriação que predominou desde o município de Itapetinga, a Oeste, até o município de Itapé, a Leste, desde o final da década de 1880, quando os

primeiros imigrantes se estabeleceram em Itapetinga e deram origem às primeiras fazendas de gado (Hassegawa, 1992) (Figura 85).

Figura 85 - Paisagem decorrente da apropriação do espaço no GEO2, na BHRC.



A – Pastagem para a criação de gado, abr/2024; B – O desmatamento dos topos de morros é uma constante no GEO2, fev/2023. Fonte: Acervo do autor.

A classe de Formação Florestal está distribuída em forma de manchas por todo o geossistema. A maior concentração de Formação Florestal, em estado alterado, está em Itabuna, ao Norte dos municípios de Floresta Azul, Ibicaraí e Barro Preto, além do Sul de Jussari. A preservação dessas áreas está associada principalmente ao modelo de cultivo do cacau, sob a forma de cabruca, em que a mata fornece o sombreamento para o desenvolvimento da lavoura (Figura 86).

Figura 86 - A classe de Formação Florestal se faz presente em todo o geossistema GEO2, na BHRC.



A – Vegetação nativa ao Norte de Floresta Azul, abr/2024; B – Cultivo de cacau no sistema cabruca em Itapé, fev/2023. Fonte: Acervo do autor.

A Tabela 31 demonstra a representação das doze classes temáticas presentes no GEO2, conforme o Projeto Mapbiomas (2023). Além da Pastagem e da Formação Florestal, as outras duas classes de maior representação são Mosaicos de Usos e Formação Savânica. As demais classes ocupam uma porção menor do GEO2.

Tabela 27 - Classes de Uso e Cobertura da Terra no Geossistema do Médio Cachoeira, na BHRC.

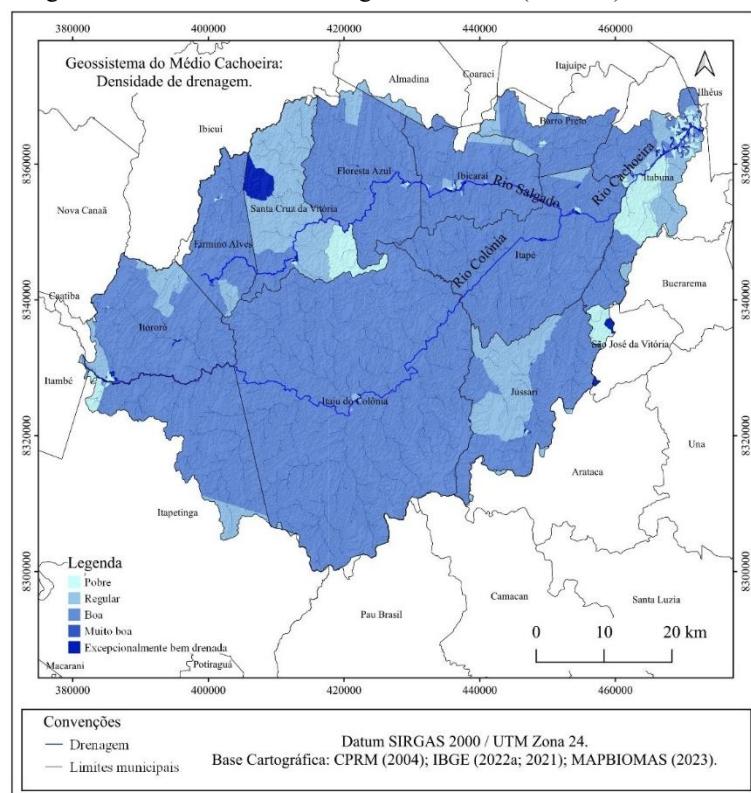
Classe	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Pastagem	2.263,63	56,87

Formação Florestal	968,88	24,34
Mosaicos de Usos	426,47	10,71
Formação Savânica	280,62	7,05
Área Urbanizada	27,37	0,69
Rio, Lago e Oceano	6,78	0,17
Outras Áreas não Vegetadas	2,01	0,05
Mineração	0,41	0,01
Campo Alagado e área Pantanosa	0,14	0,00
Silvicultura	0,07	0,00
Outras Lavouras Perenes	0,03	0,00
Café	0,01	0,00
Não classificado	4,07	0,10
<b>Total</b>	<b>3.980,48</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Mapbiomas, (2023). Produção do autor.

Apesar de existir uma Dd boa na maior parte do geossistema, a Norte, Sul e Leste ocorrem áreas com Dd pobre ou regular. Esse fato pode ser atribuído a maior presença da vegetação de Floresta Ombrófila, que contribui para a menor razão deflúvio/infiltração e, consequentemente, para a redução da Dd, mesmo com presença de rochas maficas e ultramáficas compondo o embasamento (Figura 87).

Figura 87 - Densidade de drenagem do GEO2 (km/km<sup>2</sup>), na BHRC.



Fonte: IBGE (2020); ANA (2012). Produção do autor.

O GEO2 demonstra uma variação altimétrica relativamente baixa ( $\Delta H = 219$  m). Isso é comprovado quando verificamos que a cada quilômetro, ocorre um desnível de apenas 1,5 m. Além disso, o Índice de Sinuosidade ( $Is = 1,55$ ) indica rios em transição de retilíneo para tortuosos, denunciando, dessa forma, a instalação de alguns meandros no canal principal. A menor movimentação no relevo, aliada a essas características da drenagem, reforça a tendência para a menor capacidade de transporte dos rios e maior espalhamento da água, o que favorece a existência de cheias hidrológicas no geossistema.

O GEO2 apresenta  $Dd = 1,67 \text{ km/km}^2$ , classificada como boa e  $Dh = 7,76 \text{ un/km}^2$ , que se classifica como alta. Essas características gerais da rede de drenagem estão correlacionadas com a resistência do terreno ao processo de infiltração, que concorre para a potencialização da drenagem superficial, favorecendo o surgimento de novos canais (aumento da  $Dh$ ) e densificando a rede de drenagem (aumento da  $Dd$ ) (Tabela 32).

Tabela 28 - Morfometria do GEO2, na BHRC.

Área (km <sup>2</sup> )	L (km)	L' (km)	Alt. Max (m)	Alt. Min (m)	$\Delta H$ (m)	Lt (km)	Nt (un)	Dd (km/km <sup>2</sup> )	Dh (un/km <sup>2</sup> )	Is
3.980	150,26	97,08	254	35	219	6.665	30.868	1,67	7,76	1,55

Fonte: Produção do autor.

Nos meses de agosto a dezembro foi constatada a existência de inúmeros pontos de queimadas, desde o município de Itapetinga até o município de Ibicaraí. Essa é uma prática recorrente todos os anos no GEO2 para a manutenção/renovação das pastagens, comprometendo os solos e favorecendo os processos erosivos, devido à contribuição para a intensificação da drenagem superficial (Figura 88).

Figura 88 - Queimadas no GEO2, na BHRC.

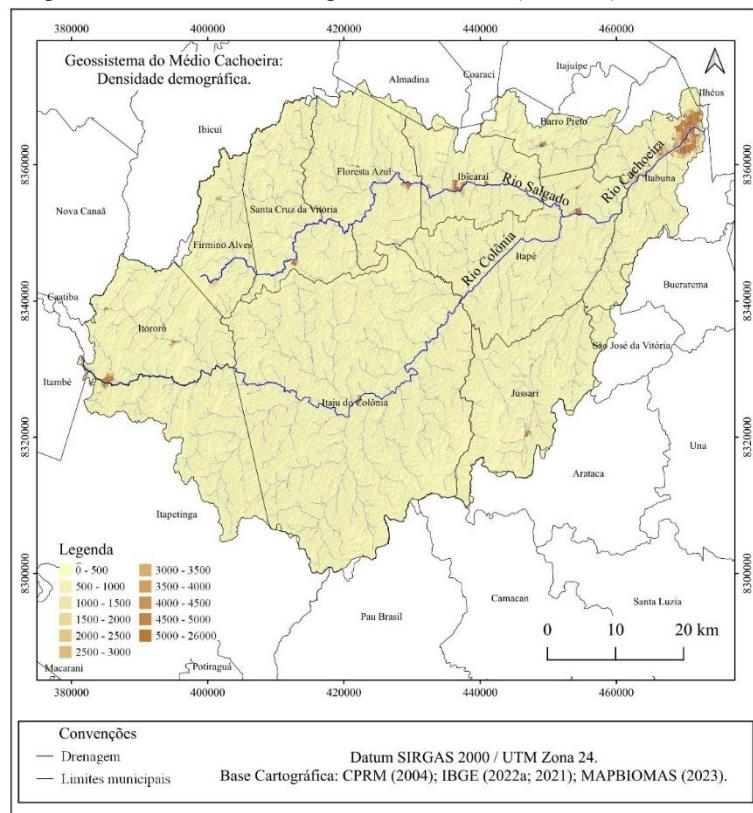


A – Queimada no município de Ibicaraí, dez/2023; B – Pós-queimada no município de Itapetinga, fev/2024.

Fonte: Acervo do autor.

Considerando a metodologia utilizada neste estudo, bem como o modelo de apropriação do espaço no GEO2, centrado na pecuária extensiva, determinou a existência de baixa DD em sua maior parte. Os setores censitários com DD menor do que 500 hab/km<sup>2</sup> é de 98,7%, enquanto em 14% dos setores censitários apresentam DD menor do que 1 hab/km<sup>2</sup>. Assim, as áreas mais densamente povoadas são as sedes municipais, onde encontramos setores censitários que pode ultrapassar os 25.000 hab/km<sup>2</sup> (Figura 89).

Figura 89 - Densidade demográfica no GEO2 (hab/km<sup>2</sup>), na BHRC.



Fonte: IBGE (2024; 2020); ANA (2012). Produção do autor.

A DD do geossistema é de 68 hab/km<sup>2</sup>, conforme dados do último Censo Demográfico (IBGE, 2024), podendo ultrapassar os 25.000 hab/km<sup>2</sup>, em alguns setores censitários localizados em sítios urbanos. Em Itabuna verificamos a maior DD do GEO2, seguido por Ibicaraí e Itororó. Os municípios com DD muito pequena foram representados 0 hab/km<sup>2</sup> (Tabela 33).

Tabela 29 - Densidades demográficas dos municípios localizados no GEO2, na BHRC.

Município	Área (km <sup>2</sup> )	Nº Hab no GEO2	DD
Itabuna	250,76	185.277	662
Ibicaraí	221,92	21.398	96
Itororó	293,77	16.607	53
Barro Preto	121,31	5.337	44
Floresta Azul	312,08	10.978	35
Firmino Alves	166,09	4.863	29
Itambé	1,28	1.128	28
Itapé	453,14	10.341	23
Jussari	328,13	5.883	18
Santa Cruz da Vitória	282,27	4.678	17
Itapetinga	287,09	4.402	15
Ilhéus	2,14	188	6
Itaju do Colônia	1.218,21	6.030	5
Almadina	15,37	0	0
Arataca	3,61	0	0
Buerarema	3,85	0	0
Camacan	0,13	0	0
Nova Canaã	0,99	0	0
Pau Brasil	0,3	0	0
São José da Vitória	18,04	0	0
<b>Total</b>	<b>3.980,48</b>	<b>277.110</b>	<b>68</b>

Fonte: IBGE (2024). Produção do autor.

No GEO2 a pressão sobre os rios é muito intensa. Além da retirada da vegetação original, existe o desmatamento da mata ciliar para o cultivo de algumas culturas, como o eucalipto, bem como para a ocupação humana. Esse cenário de alteração da paisagem vem comprometendo a dinâmica dos rios da bacia, principalmente com relação ao assoreamento e diminuição da vazão. Com relação ao cultivo do eucalipto, sabe-se que pode dificultar o estabelecimento de estrato herbáceo, permitindo uma intensa transmissão de energia à superfície, através da erosão pluvial e do escoamento superficial (Caus, 2010) (Figura 90).

Figura 90 - Ocupação das margens dos rios no GEO2, na BHRC.



A – Desmatamento da Mata Ciliar, rio Salgado, out/2024; B – Plantio de Eucalipto, rio Colônia, abr/2024; C – Cultura de subsistência, rio Salgado, out/2024; D – Ocupação humana, rio Salgado, out/2024. Fonte: Acervo do autor.

Nessa ótica, a colonização vegetal e a pedogênese no GEO2 são contrariadas pela geomorfogênese, que domina a dinâmica global da paisagem. O desequilíbrio entre potencial ecológico e a exploração biológica, manifestado na paisagem, ocorre devido à morfogênese ocasionada pela ação social, quando observamos a subtração da vegetação original para a implantação de atividades econômicas e ocupação humana.

Ressaltamos que, quando analisamos internamente o GEO2, em nível das geofácies, verificamos que em alguns locais existe uma atividade morfogenética fraca, em que, mesmo existindo as manifestações das intervenções sociais, não provoca uma ruptura grave do equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica.

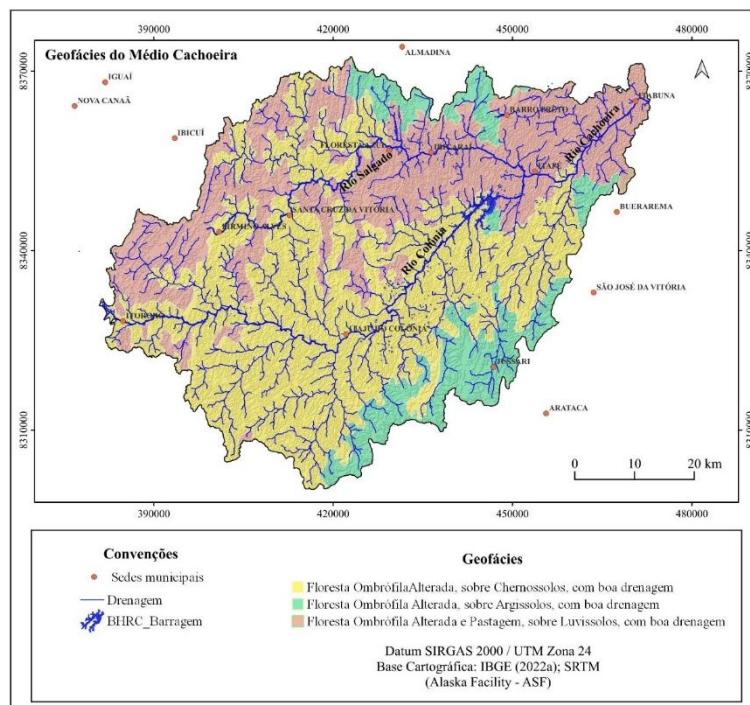
A retirada da vegetação original, principalmente nas áreas de preservação, como margens dos rios e topo de morro, inserção da pecuária extensiva, bem como a ocupação humana e seus desdobramentos, são as principais questões relacionadas com o desequilíbrio nos componentes da paisagem no GEO2 em grande parte de sua área.

### 6.3.1 Geofácies do Médio Cachoeira

Nesse sentido, as geofácies delimitadas no GEO2 foram: Floresta Ombrófila Alterada, sobre Chernossolos, com boa drenagem; Floresta Ombrófila Alterada,

sobre Argissolos, com boa drenagem; Floresta Ombrófila Alterada e Pastagem, sobre Luvisolos, com boa drenagem (Figura 91).

Figura 91 - Geofácies do Geossistema do Médio Cachoeira, na BHRC.



Fonte: IBGE (2022a); ANA (2012). Produção do autor.

- Floresta Ombrófila Alterada, sobre Chernossolos, com Boa drenagem

Esta geofácie se estende de Oeste ao Centro-Leste, ocupando grande parte da porção central do GEO2. Possui área de 2.067,21 km<sup>2</sup> e engloba áreas de quatorze municípios (Tabela 34).

Tabela 30 - Municípios que compõem a Floresta Ombrófila Alterada, sobre Chernossolos, com Boa drenagem.

Município	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Itaju do Colônia	970,24	46,935
Itapetinga	242,76	11,743
Itapé	231	11,182
Santa Cruz da Vitória	127	6,147
Jussari	126	6,113
Floresta Azul	121	5,840
Itororó	115	5,568
Firmino Alves	80	3,871
Itabuna	39	1,901
São José da Vitória	12	0,567
Itambé	1	0,062
Buerarema	1	0,057
Ibicuí	0,245	0,012

Pau Brasil	0,039	0,002
<b>Total</b>	<b>2067,215</b>	<b>100,000</b>

Fonte: IBGE (2022a). Produção do autor.

A temperatura média mensal é de 23 °C, o mês mais quente é fevereiro e o mais frio é julho. Nessa geofácie a média pluviométrica mensal é de 75 mm, com as chuvas apresentando maior concentração em novembro (123 mm), sendo setembro o mês menos chuvoso (44 mm).

A  $Dd = 1,74 \text{ km/km}^2$  é classificada como boa e a  $Dh = 8,57 \text{ un/km}^2$ , como alta. Esse contexto indica dificuldade de infiltração da água e alta capacidade de formar novos canais, resultado da presença das pastagens, substituindo a vegetação original, em Chernossolos, sobre um embasamento cristalino. Esses fatores preponderam sobre a ocorrência de um relevo plano, depressivo, onde as altitudes ficam abaixo dos 200 m. Assim, a erosão é intensificada, ocorrendo o transporte de sedimentos para os leitos dos rios, assoreando-os e contribuindo para eventos de cheias (Figura 92).

Figura 92 - Depressão na Floresta Ombrófila Alterada, sobre Chernossolos, com Boa drenagem, dez/2023.



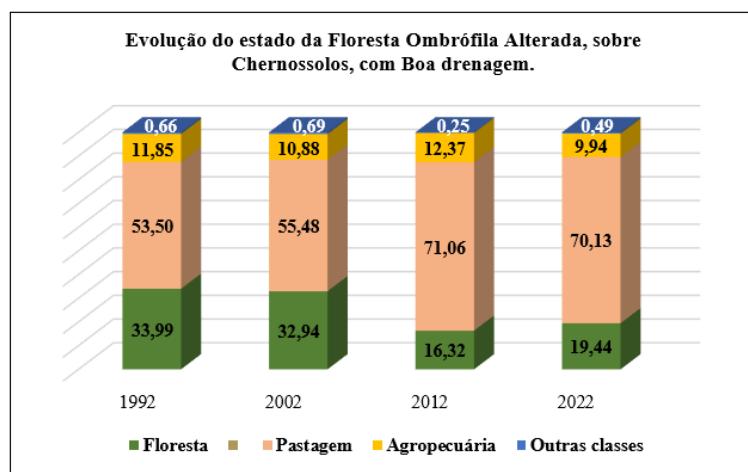
Fonte: Acervo do autor.

A ocupação nesta geofácie é relativamente menor. Com exceção das sedes municipais de Itapé, Jussari e Itabuna, onde existem setores censitários que chegam a 2.500 hab/km<sup>2</sup>, a densidade demográfica fica abaixo de 10 hab/km<sup>2</sup>. Em linhas gerais, as condições naturais favorecem a ocupação, mas a opção econômica

implementada na geofácie, a pecuária extensiva, se caracteriza pela baixa densidade demográfica e a apropriação de grandes extensões de terras.

O estado da paisagem na geofácie demonstra um ambiente altamente impactado, com grande ampliação das áreas de pastagens e recuo das florestas ao longo dos trinta anos analisados (Figura 93).

Figura 93 - Evolução do estado da Floresta Ombrófila Alterada, sobre Chernossolos, com Boa drenagem, no período de 1992 a 2022 (%).



Fonte: Mapbiomas (2023). Produção do autor.

Dessa forma, enquanto houve redução das áreas de floresta e agropecuária, as pastagens avançaram nos trinta anos analisados. A constatação do desequilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica nos apresenta uma geofácie em resistasia, em que os processos morfogenéticos prevalecem (Tabela 35).

Tabela 31 - Estado da Floresta Ombrófila Alterada, sobre Chernossolos, com Boa drenagem, de 1992 a 2022 (%).

Classe	1992 - 2002	2003 - 2012	2013 – 2022	Resultado
<b>Pastagem</b>	1,98	15,58	- 0,93	+ 16,63
<b>Agropecuária</b>	- 0,97	1,49	- 2,44	- 1,92
<b>Floresta</b>	- 1,04	- 16,62	3,12	- 14,54
<b>Outras classes</b>	0,04	- 0,45	0,25	- 0,16

Fonte: Mapbiomas (2023). Produção do autor.

- Floresta Ombrófila Alterada sobre Argissolos, com boa drenagem

Esta geofácie ocupa uma porção de 513,37 km<sup>2</sup> em três locais do geossistema, a Nordeste, Sul e Sudeste. O GEO2 abrange áreas de dezesseis

municípios, com destaque para Jussari e Itaju do Colônia, que possuem maiores áreas no geossistema (Tabela 36).

Tabela 32 - Municípios que compõem a Floresta Ombrófila Alterada sobre Argissolos, com boa drenagem.

Município	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Jussari	201,760	39,3013
Itaju do Colônia	127,024	24,7433
Ibicarai	46,805	9,1173
Barro Preto	37,646	7,3332
Floresta Azul	31,967	6,2269
Itabuna	29,178	5,6837
Almadina	14,251	2,7760
Itapé	11,975	2,3326
São José da Vitória	6,120	1,1921
Arataca	3,612	0,7036
Buerarema	2,585	0,5035
Pau Brasil	0,278	0,0542
Camacan	0,128	0,0249
Itajuípe	0,033	0,0064
Itambé	0,003	0,0006
Coaraci	0,002	0,0004
<b>Total</b>	<b>513,37</b>	<b>100,00</b>

Fonte: IBGE (2022a). Produção do autor.

A geofácie apresenta médias de temperaturas mensais entre 20,7 °C, no mês de julho, e 25 °C, em fevereiro, sendo que novembro é o mês mais chuvoso, com 130 mm de média, e agosto, o mês mais seco, com 50 mm de média.

A Dd = 1,53 km/km<sup>2</sup>, classificada como boa e a Dh = 6,89 un/km<sup>2</sup>, que se classifica como média. Tendo em vista que nesta geofácie encontramos um ambiente de serras, com altitudes que chegam a 1.000 m, de forte dissecação do relevo e embasamento cristalino, deveríamos encontrar valores mais elevados de Dd e Dh, devido a esses fatores contribuírem para dificultar sobremaneira a infiltração da água e, dessa forma, intensificar a drenagem superficial e possibilitando a formação de maior número de segmentos de rios (Figura 94).

Figura 94 - Serras na Floresta Ombrófila Alterada sobre Argissolos, com boa drenagem, abr/2024.

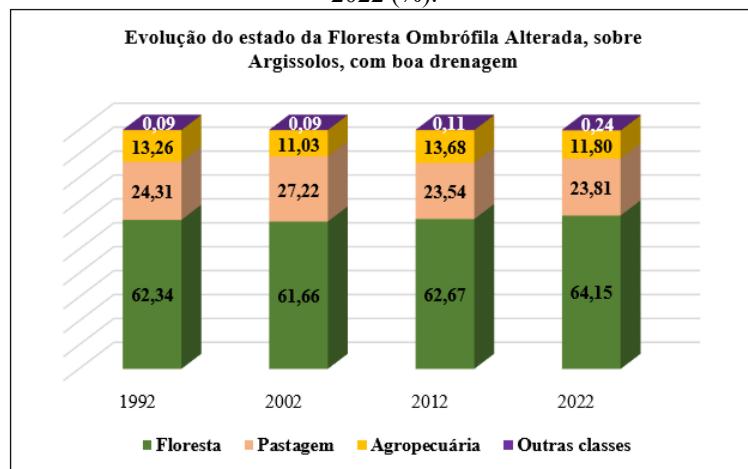


Fonte: Acervo do autor.

Entretanto, nesta geofácie, encontramos uma cobertura vegetal alterada e não devastada, em especial nas áreas mais elevadas, pois a população se estabelece nos locais até 200 m de altitude. Isso significa, nesse caso, que a floresta ombrófila ocupa grande parte da geofácie, contribuindo para a redução da Dd e da Dh, pois é a floresta que intercepta e potencializa a infiltração da água nos argissolos presentes na geofácie. Outro fator é a baixa DD em toda a área. Apenas em alguns setores censitários na sede do município de Jussari possuem DD considerada alta, enquanto no restante da geofácie a DD está abaixo de 10 hab/km<sup>2</sup>.

A paisagem nesta geofácie apresentou mínimas alterações no decorrer dos trinta anos analisados, pois as intervenções perpetradas pela sociedade não chagam a comprometerem o equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica (Figura 95).

Figura 95 - Evolução do estado da Floresta Ombrófila Alterada sobre Argissolos, com boa drenagem, de 1992 a 2022, no período de 1992 a 2022 (%).



Fonte: Mapbiomas (2023). Produção do autor.

A estabilidade na geofácie pode ser verificada mediante observação das variações percentuais das classes de Uso e Cobertura da Terra, visto que ao longo dos trinta anos os índices se mantiveram muito próximos. Dessa forma, podemos classificar o estado da geofácie como em biostasia (Tabela 37).

Tabela 33 - Estado da Floresta Ombrófila Alterada sobre Argissolos, com boa drenagem, de 1992 a 2022 (%).

Classe	1992 - 2002	2003 - 2012	2013 – 2022	Resultado
<b>Floresta</b>	-0,68	1,01	1,49	+ 1,82
<b>Pastagem</b>	2,91	-3,68	0,26	- 0,51
<b>Agropecuária</b>	-2,23	2,65	-1,88	- 1,46
<b>Outras classes</b>	0,00	0,01	0,13	+ 0,14

Fonte: Mapbiomas (2023). Produção do autor.

- Floresta Ombrófila Alterada e Pastagem, sobre Luvissolos, com boa drenagem

Esta geofácie possui área de 1.396,56 km<sup>2</sup> e ocupa uma faixa de Oeste a Leste na porção norte do GEO2, sendo composto por áreas de quinze municípios, conforme a Tabela 38.

Tabela 34 - Municípios que compõem a Floresta Ombrófila Alterada e Pastagem, sobre Luvissolos, com boa drenagem.

Município	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Itapé	210,00	15,037
Itabuna	178,95	12,814
Itororó	178,66	12,793
Ibicarai	175,11	12,539
Floresta Azul	159,39	11,413
Santa Cruz da Vitória	155,20	11,113
Itaju do Colônia	120,94	8,660
Firmino Alves	86,07	6,163
Barro Preto	83,66	5,990
Itapetinga	44,33	3,175
Ilhéus	2,14	0,153
Almadina	1,12	0,080
Ibicuí	0,84	0,060
Buerarema	0,10	0,007
Nova Canaã	0,05	0,003
<b>Total</b>	<b>1.396,56</b>	<b>100,000</b>

Fonte: IBGE (2022a). Produção do autor.

O mês de março é o mais quente nesta geofácie, chegando a 25 °C de média mensal, enquanto em julho e agosto, acontecem as menores médias, chegando a 21

°C. No mês de novembro, a pluviosidade média mensal é de 125 mm e em setembro, de 49 mm. A Dd = 1,62 km/km<sup>2</sup>, classificada como boa, e a Dh = 7,28 un/km<sup>2</sup>, classifica-se como alta. A Dd boa e a Dh alta apontam um ambiente em que existe dificuldade para a infiltração da água e a consequente potencialização da drenagem superficial.

Isso ocorre devido ao embasamento ser cristalino em toda a geofácie, e principalmente à retirada da cobertura vegetal original para a implantação da agropecuária. As altitudes nos patamares variam até 500 m, podendo chegar, nas bordas norte, a 700 m, o que justifica a presença dos Luvissolos, característicos de relevo movimentado, menos profundos e sua suscetibilidade à erosão. O clima subúmido a seco (Santos; Paula; Rego, 2008), com pequeno ou nenhum excedente hídrico, aliado à presença de minerais primários, confere a essa geofácie a existência de rios com maior teor de salinidade (Figura 96).

Figura 96 - Patamares na Floresta Ombrófila Alterada e Pastagem, sobre Luvissolos, com boa drenagem, abr/2024.

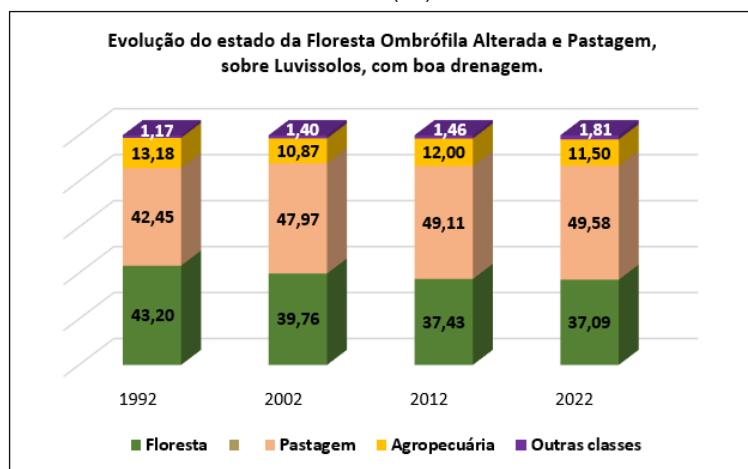


Fonte: Acervo do autor.

Nessa geofácie, verificamos a predominância da atividade morfogenética, determinando a instabilidade no potencial ecológico, o que se evidencia pela mobilidade das vertentes, oriunda dos processos erosivos. A resistasia é reforçada pelo fato de esta geofácie ser a que possui maior concentração populacional, pois, apesar de possuir DD < 10 hab/km<sup>2</sup> na maior parte de sua área, abriga os maiores sítios populacionais do geossistema, como Itabuna e Ibicaraí, onde pode-se encontrar setores censitários com DD > 2.500 hab/km<sup>2</sup>.

A observação da paisagem pode demonstrar a ampliação das áreas de pastagens nesta geofácie e retração das florestas, o que representam intervenções da sociedade no equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica, colocando a geofácie em estado de resistasia (Figura 97).

Figura 97 - Evolução do estado da Floresta Ombrófila Alterada e Pastagem, sobre Luvissolos, com boa drenagem, no período de 1992 a 2022 (%).



Fonte: Mapbiomas (2023). Produção do autor.

As áreas de pastagens foram as que mais avançaram na geofácie, enquanto as áreas de florestas e agropecuária reduziram. As áreas de maior pressão estão em torno das sedes municipais de Floresta Azul, Ibicaraí, Itapé e Itabuna (Tabela 39).

Tabela 35 - Estado da Floresta Ombrófila Alterada e Pastagem, sobre Luvissolos, com boa drenagem, de 1992 a 2022 (%).

Classe	1992 - 2002	2003 - 2012	2013 – 2022	Resultado
<b>Pastagem</b>	5,52	1,14	0,48	+ 7,14
<b>Agropecuária</b>	-2,31	1,14	-0,50	- 1,67
<b>Floresta</b>	- 3,44	- 2,33	- 0,34	- 6,11
<b>Outras classes</b>	0,23	0,05	0,36	+ 0,64

Fonte: Mapbiomas (2023). Produção do autor.

#### 6.4 ZONA DE TRANSIÇÃO 2

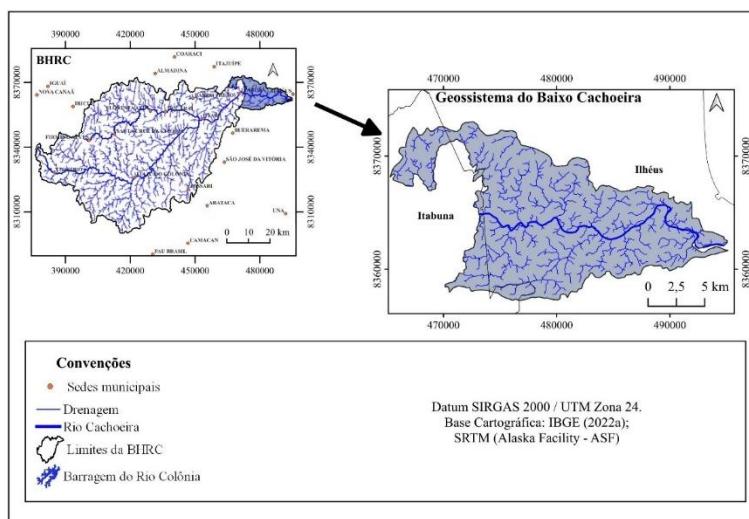
A Zona de Transição 2 está localizada entre o GEO2 e o GEO3, com área de 16,3 km<sup>2</sup> e perímetro de 83 km. Possui embasamento constituído de ortognaisses plutônicos e granulitos, sob um relevo de depressões, dissecação muito forte a norte e a sul e fraca no centro. A declividade e a altitude minuem em direção ao centro da

área, predominando os Luvissolos, mas com uma transição destes para latossolos, a Sul. A fisionomia vegetal muda de Floresta Ombrófila para Pastagem. Nesta zona temos grande destaque para a existência de uma paisagem que muda de ocupação humana bem marcante para área de Floresta Ombrófila.

### 6.5 GEOSSISTEMA DO BAIXO CACHOEIRA – GEO3

O GEO3 localiza-se na porção Leste da BHRC, ocupando uma área equivalente a 224,7 km<sup>2</sup>, correspondendo a 5,27% da bacia. A Oeste, limita-se com o GEO2 e a Leste com a Baía do Pontal, município de Ilhéus (Figura 98).

Figura 98 - Geossistema do Baixo Cachoeira, na BHRC.



Fonte: IBGE (2020); ANA (2012). Produção do autor.

O geossistema envolve os dois principais municípios da bacia, sendo que nenhum deles pertence integralmente ao GEO3. A Leste está Ilhéus, enquanto a Oeste encontramos Itabuna. Ambos exercem grande influência no geossistema, tanto com relação aos aspectos naturais, como também em relação ao processo de apropriação do espaço. Entretanto, Ilhéus, em seu percurso histórico, vem empreendendo maiores intervenções na paisagem do GEO3 (Tabela 40).

Tabela 36 - Municípios que compõem o GEO3, na BHRC.

Município	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Ilhéus	192,67	85,75
Itabuna	32,03	14,25
<b>Total</b>	<b>224,70</b>	<b>100,00</b>

---

Fonte: IBGE (2022a). Produção do autor.

O clima úmido do GEO3 determina médias anuais de temperatura em torno de 23,6 °C, com as maiores médias ocorrendo no mês de dezembro e de janeiro a março, quando as médias mensais chegam a 25,3 °C, destacando Ilhéus, onde a média mensal chega a 25,5 °C. O mês de julho é o mais frio no geossistema, com média mensal de 21,4 °C, ressaltando que em Itabuna, pode chegar a 21 °C.

Os meses de novembro e dezembro ocorrem as maiores pluviosidades. Em novembro, chega a 137 mm mensal, sendo que Itabuna, nesse mesmo mês atinge 140 mm. Nos meses de agosto e setembro, a pluviosidade é menor, ficando em torno de 69 mm em setembro, mês menos chuvoso. Em agosto, pode chegar a 63 mm em Itabuna.

Como se observa, o efeito da maritimidade, que aumenta no sentido O – L, confere mais estabilidade ao geossistema, com menores amplitudes térmicas e melhor distribuição de pluviosidade durante o ano.

Na verdade, o efeito da maritimidade nesse geossistema, de forma geral, faz com que as temperaturas sejam mais amenas durante o ano, pois o oceano tem a propriedade de retenção e conservação da temperatura, influenciando, dessa forma, na umidade do ar, na temperatura e circulação dos ventos. Por isso, no GEO3, a amplitude térmica, considerando as médias mensais, é de 4° C.

Nos meses de dezembro e janeiro é comum a ocorrência de cheias hidrológicas no GEO3. Isso é facilitado pela localização do geossistema, a jusante da BHRC, para onde confluem toda a drenagem da bacia. No ano de 2021, ocorreu uma das maiores cheias da história do rio Cachoeira, quando, em 48 horas, choveu mais de 140 mm apenas no município de Itabuna, sem contar nos municípios à montante, fazendo o rio subir 9 m, deixando Itabuna literalmente em baixo d'água, com 1.500 pessoas desabrigadas ou desalojadas. No centro da cidade a água chegou a 5,5 m (G1 Bahia, 2022). Essa cheia só se comparou à ocorrida em 1967, em que a cidade sofreu consequências semelhantes. No município de Ilhéus, a situação se assemelha, sobretudo no distrito do Banco da Vitória, localizado às margens do rio Cachoeira e cortado pela BR-415, que chega a ficar interditada em períodos de maiores intensidades das cheias.

Nessa ótica, observamos que as cheias hidrológicas no GEO3 são corriqueiras, ano após ano. Nos meses de maiores pluviosidades, os municípios de Itabuna e Ilhéus são afetados por estes eventos, demonstrando que a previsibilidade das cheias no rio Cachoeira não é utilizada como um elemento importante para a gestão da bacia (Figura 99).

Figura 99 - Cheias no GEO3, na BHRC.



A – Centro de Itabuna, dez/1967; B – Centro de Itabuna, dez/2021;  
C – Distrito do Banco da Vitória (Ilhéus), dez/2022; D – Distrito do Banco da Vitória (Ilhéus), nov/2024.

Fonte: Lima (2021); G1 Bahia (2022); Rio [...] (2024).

A formação estrutural do GEO3 se deu em três momentos distintos da história de nosso planeta. As porções Oeste e Leste - Complexo São José e Complexo Buerarema, respectivamente – temos as áreas mais antigas, originadas no Paleoproterozoico, a 2.130 Ma. Essas áreas se unem por uma faixa ao Sul do geossistema. Predominam os granulitos e rochas maficas e ultramáficas.

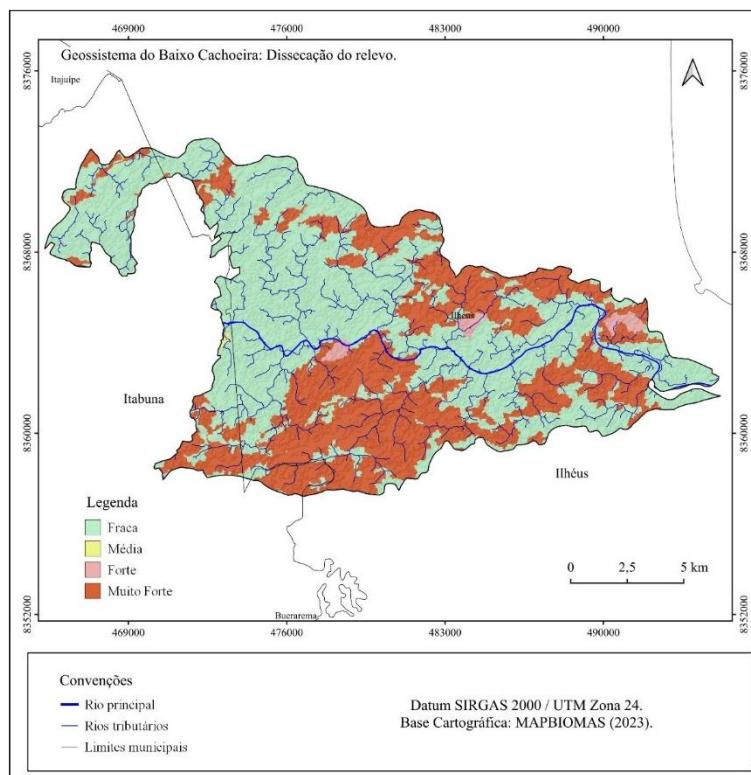
Na porção Central e Norte do geossistema existe uma área mais jovem – Suíte Alcalina de Itabuna/Floresta Azul –, formada no Neoproterozoico, a 730 Ma, onde encontramos rochas plutônicas.

Já no extremo Leste, encontramos a porção mais jovem do geossistema e da BHRC, formada no Quaternário (Período Holoceno), a 11 mil anos. Nela, encontramos sedimentos sem consolidação, cuja composição é de argila e silte, com a presença de muita matéria orgânica e turfa.

Ao Norte e ao Sul, encontramos as áreas mais elevadas, formadas por patamares, que chegam a 100 m de altitude. Nesses locais ocorre maior dissecação do relevo, em detrimento das áreas depressivas e planas, com menor dissecação.

Assim, nos patamares, predomina o Índice de Dissecação do Relevo classificado como Muito Forte e nas áreas depressivas é classificado como fraco. Essa conformação mostram as porções Norte e Sul como áreas de potencialização da drenagem superficial, em detrimento das áreas de depressão (Figura 100).

Figura 100 - Dissecação do relevo no GEO3, na BHRC.



Fonte: IBGE (2020); ANA (2012); Ross (1994); Guimarães *et al* (2017). Produção do autor.

No GEO3, as áreas com dissecação Fraca predominam no geossistema, onde a geomorgênese foi menos atuante ao longo do tempo. Os processos morfogenéticos mais intensos esculpiram o relevo das bordas Norte e Sul, onde a dissecação é Muito Forte. O restante da área possui Índices de Dissecação do Relevo menos representativos (Tabela 41).

Tabela 37 - Índice de Dissecação do Relevo do GEO3, na BHRC.

Classificação	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Fraco	135,05	60,10
Muito Forte	86,55	38,52
Forte	2,54	1,13

Médio	0,19	0,09
Não classificado	0,37	0,16
<b>Total</b>	<b>224,70</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Ross (1994); Guimarães *et al* (2017). Produção do autor.

Se estendendo de Oeste a Leste em uma faixa entre os patamares, até a Planície Litorânea, está a depressão Itabuna-Itapetinga. Esta depressão inicia a Oeste com uma largura de 13 km, se comprimindo entre os patamares até 1,3 km de largura, depois de 18,7 km, quando faz contato com a Planície Litorânea (Figura 101).

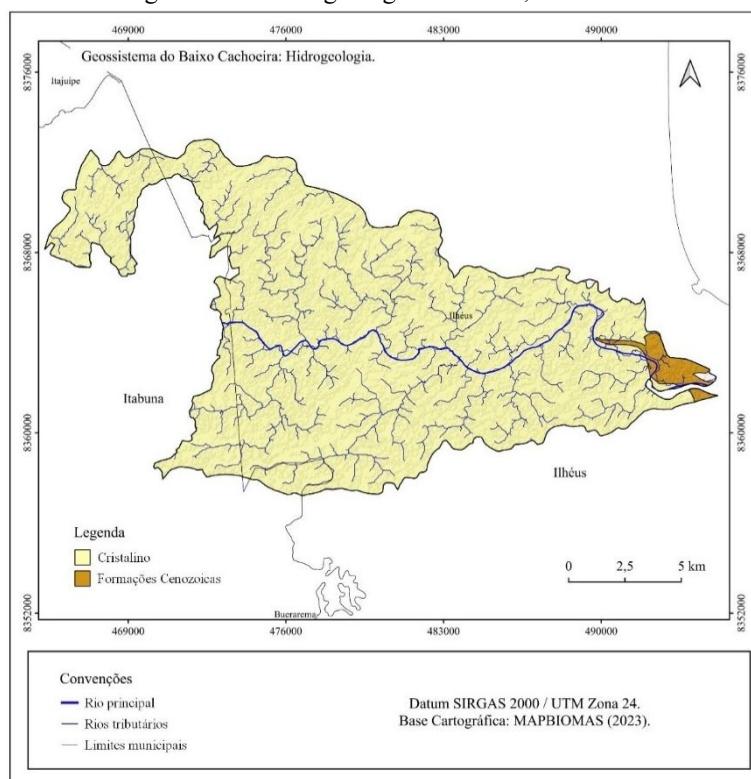
Figura 101 - Paisagem na Depressão Itabuna-Itapetinga, na BHRC dez/2023.



Fonte: Acervo do autor.

Verificamos que apenas a Planície Litorânea possui terreno sedimentar, enquanto as áreas depressivas e os patamares estão sobre terreno cristalino. Dessa forma, 98% do GEO3 estão sobre estrutura cristalina e 2% sobre Formações Cenozoicas, a Leste. Isso significa que existe maior resistência à infiltração em grande parte do geossistema, dificultando a recarga do aquífero e potencializando a drenagem superficial. Associado ao fato da localização – à jusante da BHRC –, esse fator contribui para a ocorrência das recorrentes enchentes no GEO3 (Figura 102).

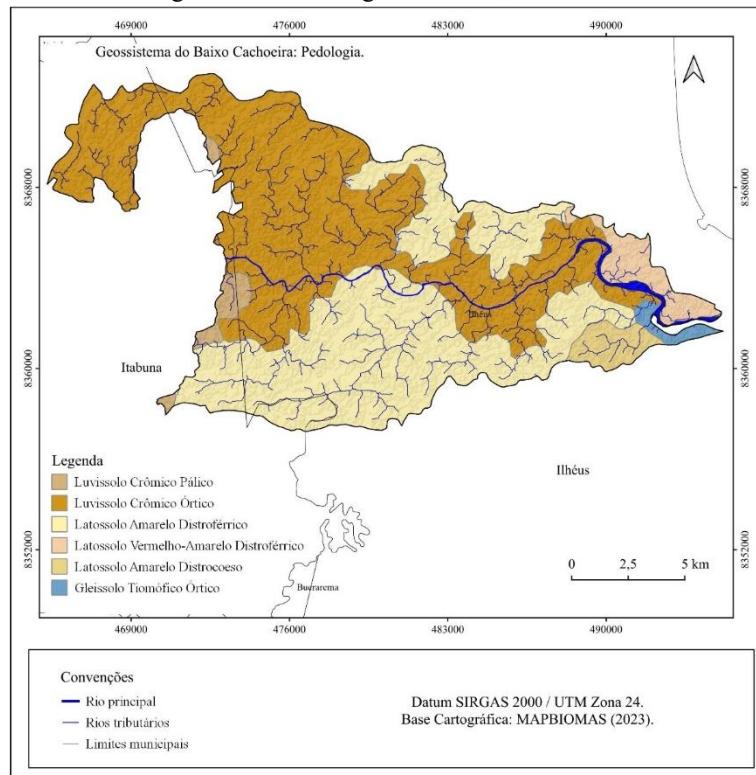
Figura 102 - Hidrogeologia do GEO3, na BHRC.



Fonte: CPRM (2004). Produção do autor.

Com relação a ocorrência dos tipos de solos no GEO3, verificamos que os Luvissolos ocupam a porção Noroeste, se estendendo por uma faixa no centro do Geossistema até o Leste, quando se encontram com os Gleissolos. Apesar de apresentar profundidade mediana, os Luvissolos são solos saprolíticos – concentração de argila, oriunda do intemperismo químico – e abruptos – suscetibilidade à erosão. Os Latossolos estão a Norte, Sul e Leste, sobre áreas de relevo em Patamares. São solos porosos desenvolvidos, que favorecem o processo de infiltração em detrimento do processo erosivo. Já os Gleissolos estão a Leste, nas proximidades da foz do rio Cachoeira, na margem direita, se caracterizando como um solo hidromórfico, localizado em ambiente de baixa oferta de oxigênio e grande quantidade de matéria orgânica (Figura 103).

Figura 103 - Pedologia no GEO3, na BHRC.



Fonte: IBGE (2020; 2015); ANA (2012); CPRM (2004). Produção do autor.

Os Luvissolos Crônicos Órticos e os Latossolos Amarelos Distroféricos são predominantes no GEO3. Os primeiros são solos sujeitos à compactação e com concentração de argila, favorecendo a drenagem superficial. Os segundos são solos desenvolvidos bem drenados e bem intemperizados, o que favorece a infiltração a depender do ambiente onde se localizam. Já os Gleissolos, possuem menor representação no GEO3 (Tabela 42).

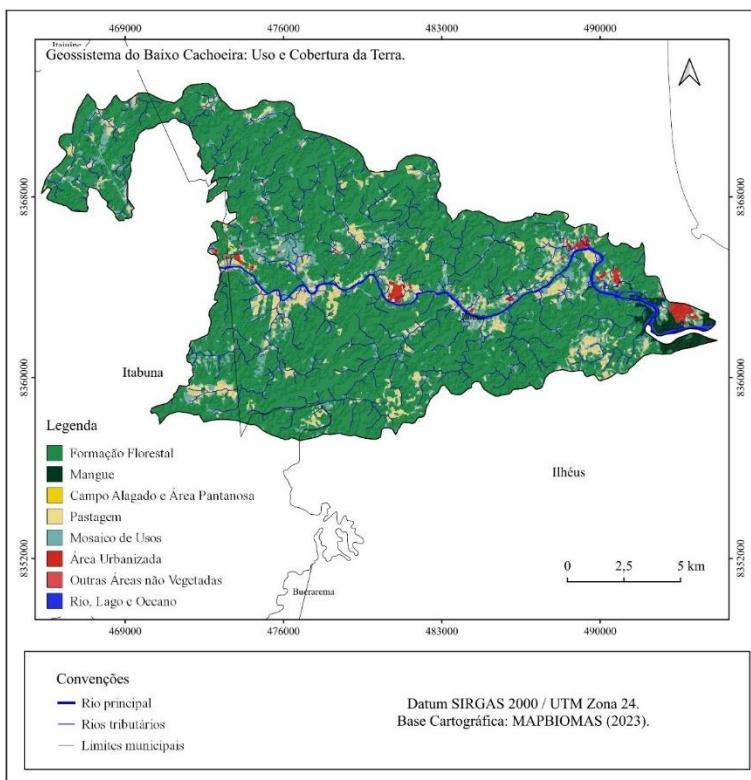
Tabela 38 - Tipos de solo no GEO3, na BHRC.

Classe de solo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Luvissolo Crômico Órtico	112,01	49,85
Latossolo Amarelo Distroférico	90,51	40,28
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	7,77	3,46
Latossolo Amarelo Distrocoeso	5,75	2,56
Luvissolo Crômico Pálico	4,25	1,89
Gleissolo Tiomórfico Órtico	2,3	1,02
Corpo d'água continental	1,47	0,65
Área Urbana	0,65	0,29
<b>Total</b>	<b>224,70</b>	<b>100,00</b>

Fonte: IBGE (2021). Produção do autor.

O GEO3 compõe uma porção relativamente mais preservada da BHRC. As florestas são predominantes, com algumas áreas em estado de preservação. Entretanto, não podemos deixar de observar que a paisagem exibe também marcas humanas importantes, principalmente a partir da presença de áreas significativas de pastagem por todo o geossistema, além de relevantes focos de ocupação humana, sobretudo a Leste, às margens dos rios, onde também se destaca a classe de Mosaicos de Usos, em Ilhéus e Itabuna (Figura 104).

Figura 104 - Usos e Cobertura da Terra no GEO3, na BHRC.



Fonte: Mapbiomas (2023); IBGE (2022a). Produção do autor.

Dessa forma, verificamos que a classe temática Formação Florestal é predominante no GEO3. Esta classe é representada principalmente pela Floresta Ombrófila Densa, que nesse caso, a permanência da floresta se associa ao sistema de cabruca, onde o cacau é cultivado sob a vegetação nativa. Já a classe Mosaicos de Usos está associada às localidades em que se pratica a agropecuária. A Pastagem também se faz presente no GEO3, além de outras classes com menores representações (Tabela 43).

Tabela 39 - Classes de Uso e Cobertura da Terra no GEO3, na BHRC.

Classe	Área (km2)	Área (%)
Formação Florestal	177,22	78,87
Mosaicos de Usos	23,67	10,54
Pastagem	16,05	7,14
Mangue	2,68	1,19
Rio, Lago e Oceano	2,39	1,06
Área Urbanizada	2,15	0,96
Outras Áreas não Vegetadas	0,10	0,04
Campo Alagado e área Pantanosa	0,02	0,01
Não classificado	0,42	0,19
<b>Total</b>	<b>224,70</b>	<b>100,00</b>

Fonte: MapBiomas, (2023). Produção do autor.

A observação da paisagem do geossistema nos permite verificar algumas heranças do processo de apropriação do espaço pela sociedade. Assim, é possível verificar a presença do avanço da urbanização, desde o século XVI, com destaque para cultivo do cacau no século XVIII, devido à sua contribuição para a manutenção de parte da vegetação original, devido ao seu processo particular de cultivo na região. Também é possível verificar áreas de cultivos diversos, como coco, além de processos degradativos importantes, a exemplo da ocupação irregular dos mangues, que se consubstancia em efeitos negativos da presença da sociedade (Figura 105).

Figura 105 - Apropriação do espaço no GEO3, na BHRC.



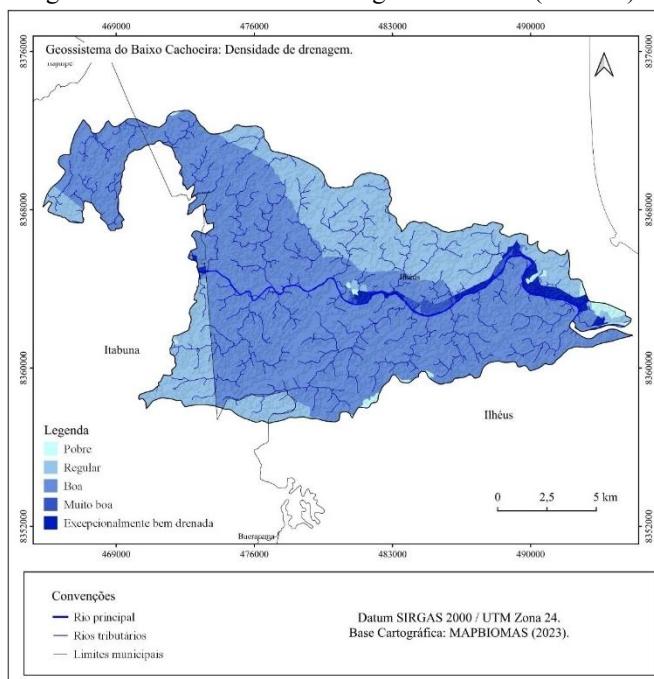
A – Ocupação humana, Itabuna, abr/2024; B – Cultivo de coco, Ilhéus, abr/2024; C – Lançamento de esgoto no mangue, Ilhéus, ago/2022. Fonte: Acervo autor.

O GEO3 possui  $D_d = 1,63 \text{ km/km}^2$ , classificada como boa e  $D_h = 8,18 \text{ un/km}^2$ , classificada como alta. Essa característica reflete uma paisagem localizada sobre estrutura cristalina, pois nos ambientes onde a infiltração encontra barreiras, ocorre a intensificação da drenagem superficial e consequentemente a formação de

maior número de segmentos de rios. Esse cenário é ideal para a ocorrência de eventos de cheias hidrológicas. As cheias são favorecidas também pela conformação do relevo, com patamares ao Norte e ao Sul e a depressão no centro, por onde flui a água, que naturalmente tendencia a aumentar de volume à jusante.

Nas porções Norte e Sudoeste do geossistema ocorrem um relevo bastante movimentado, a presença de pastagens e enclaves populacionais importantes. Essas características, aliadas ao embasamento cristalino, são suficientes para a existência de elevadas densidades de drenagem e hidrográfica, porque limita a infiltração da água e impulsiona a drenagem superficial. Entretanto, a predominância da floresta exerce certa compensação e determina uma Dd regular. A Dd pobre é reservada para as áreas de maior povoamento no centro e no Leste do GEO3, devido ao processo de impermeabilização do solo, característico do avanço da urbanização. Em grande parte do GEO3, a ocorrência das pastagens e da ocupação humana, sobretudo ao longo do rio principal contribui para a existência de uma Dd boa. Assim, ocorre uma questão preocupante, que é a área de maior Dd se localizar nas margens do rio principal, pois isso eleva os processos erosivos e contribui para o assoreamento do leito (Figura 106).

Figura 106 - Densidade de drenagem no GEO3 ( $\text{km}/\text{km}^2$ ).



Fonte: IBGE (2020); ANA (2012). Produção do autor.

Apesar de possuir alguns meandros, o Índice de Sinuosidade (Is) do rio Cachoeira indica que ele se apresenta predominantemente retilíneo, além de possuir desnível de 1,20 m, isto é, a cada quilômetro ocorre uma variação de 1,20 m na gradiente altimétrica. A pequena sinuosidade do rio, associada à baixa diferença altimétrica e desnível, é outro fator que favorece a diminuição da competência e da vazão do rio, o que vai contribuir para o assoreamento e para as cheias hidrológicas (Tabela 44).

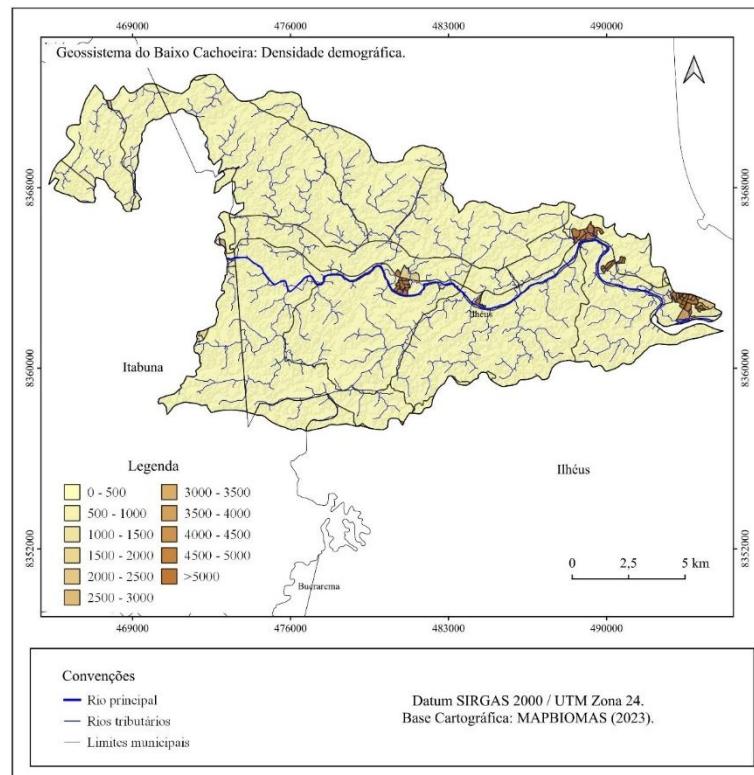
Tabela 40 - Morfometria no GEO3, na BHRC.

Área (km <sup>2</sup> )	Perímetro (km)	L (km)	L' (km)	Alt. Max (m)	Alt. Min (m)	ΔH (m)	Lt (km)	Nt (un)	Dd (km/km <sup>2</sup> )	Dh (un/km <sup>2</sup> )	Lm (m)	Is
224,7	117	29	21,76	35	0	35	366	1.838	1,63	8,18	0,15	1,30

Fonte: Produção do autor.

No início do processo histórico de ocupação do espaço do GEO3, no século XVI, a extração do pau-brasil e mais tarde a cana de açúcar foram centralidades no modelo de apropriação do espaço, sendo que esta última se fundamentou no trabalho escravo. A partir de meados do século XVIII, o cacau inicia seu processo de expansão, tendo como rota as margens dos rios sob as florestas, chegando ao município de Ilhéus em 1752.

O financiamento do capital mercantil e a figura do desbravador propiciaram a expansão do processo de ocupação no geossistema, formando as vilas e posteriormente as cidades. Na atualidade, o GEO3 apresenta população de 30.404 habitantes e DD = 135,31 hab/km<sup>2</sup>. Em sua maior parte, a DD chega a, no máximo, 500 hab/km<sup>2</sup>, sendo que na porção central, nos bairros do Salobrinho e Banco da Vitória, e a Leste, a DD é maior, superando 5.000 hab/km<sup>2</sup> (Figura 107).

Figura 107 - Densidades demográfica no GEO3 (hab/km<sup>2</sup>), na BHRC.

Fonte: IBGE (2024; 2020); ANA (2012). Produção do autor.

A cobertura vegetal, relativamente preservada, classificada aqui como alterada, aliada à presença das Pastagens e ao fato de existir maior ocupação nas proximidades das margens dos rios, são fatores importantes para as particularidades da drenagem presentes no GEO3. Assim, nas áreas mais elevadas, em que a Dd naturalmente se mostraria mais elevada, a Dd caracteriza-se como regular. Têm-se aí a justificativa da vegetação, que propicia a infiltração e atenua a drenagem superficial, também influenciada pela presença dos Latossoslos, já que são solos mais desenvolvidos e propensos ao processo de infiltração.

O contrário acontece nas localidades mais planas, em que a Dd boa está atrelada à presença das Pastagens, que potencializa a drenagem superficial e dificulta consequentemente o processo de infiltração da água. Nessas áreas, ao contrário dos patamares, existe maior densidade de segmentos de rios.

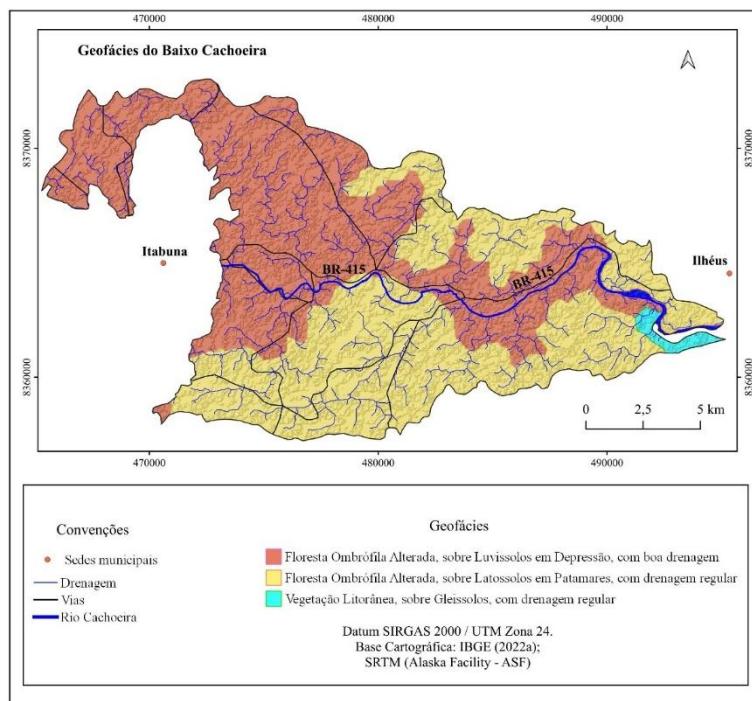
No GEO3, observamos que os processos pedológicos são sobrepostos pelos processos morfogenéticos, determinando um potencial ecológico em relativa instabilidade. Por outro lado, em sua porção Leste, encontramos condições de relativa estabilidade no potencial ecológico, evidenciando uma área em biostasia.

Assim, nesse geossistema, verificamos certo desequilíbrio e certa fragilidade ambiental.

### 6.5.1 Geofácies do Baixo Cachoeira

No GEO3, foram delimitadas três geofácies, a saber: Floresta Ombrófila Alterada, sobre Luvissolos, com boa drenagem; Floresta Ombrófila Alterada, sobre Latossolos, com drenagem regular; Vegetação Litorânea Preservada, sobre Gleissolos, com drenagem regular (Figura 108).

Figura 108 - Geofácie do Geossistema do Baixo Cachoeira, na BHRC.



Fonte: IBGE (2022a). Produção do autor.

- Floresta Ombrófila Alterada sobre Luvissolos, com boa drenagem

A geofácie perfaz uma área de 116,26 km<sup>2</sup>, se estendendo do Noroeste até o centro do GEO3, de onde forma uma faixa que vai até o Leste do geossistema, ocupando áreas dos municípios de Itabuna (18,48 %) e Ilhéus (81,52 %).

As temperaturas variam entre 21 °C em julho e 25 °C nos meses de fevereiro e março, com média pluviométrica mensal de 69 mm em setembro e 137 mm em novembro. A Dd, de 1,8 km/km<sup>2</sup>, é classificada como boa e a Dh, de 9,81 un/km<sup>2</sup>,

como alta. Os Luvissoslos de caráter abrupto, sobre terreno cristalino, contribuem para uma maior Dd e maior Dh. Esses índices seriam ainda mais elevados, se não fosse o fato da geofácie está em ambiente depressivo, abaixo dos 100 m de altitude, com baixa dissecação do relevo, além da presença de uma cobertura vegetal relativamente densa, representada sobretudo pela cabruca, que juntos facilitam a infiltração e consequentemente, desfavorecem a Dd e a Dh. Existe também a impermeabilização das áreas urbanizadas, que não favorece a infiltração, mas tende a apresentar baixas densidades de drenagem e hidrográfica (Figura 109).

Figura 109 - Depressão na Floresta Ombrófila Alterada sobre Luvissolos, com boa drenagem, abr/2024.



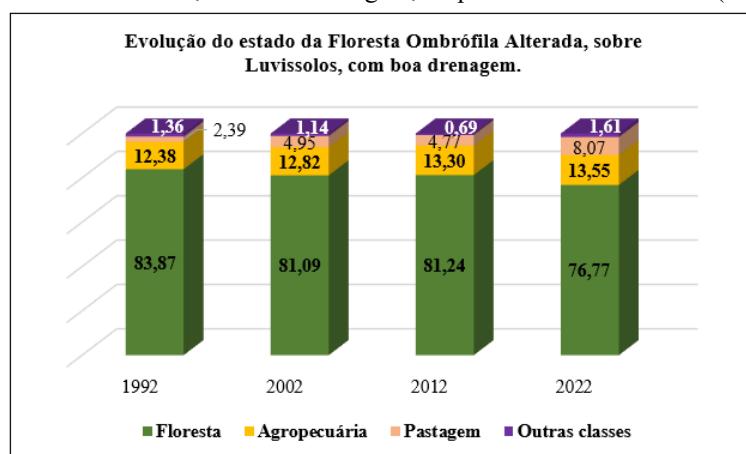
Fonte: Acervo do autor.

Na maior parte da geofácie, a DD é menor do que 10 hab/km<sup>2</sup>, sendo que as maiores ocupações estão a Leste, em Ilhéus, no bairro do Banco da Vitória e na Vila Cachoeira, onde existem setores censitários com DD > 5.000 hab/km<sup>2</sup>. É importante ressaltar que nesta geofácie se estabelecem comércios diversificados, várias empresas atacadistas, cinco postos de combustíveis, um hospital regional, um porto seco, além da CEPLAC (que hoje cedeu uma parte de sua área para a Universidade Federal do Sul da Bahia – UFSB) e da Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, entre outros, que se distribuem ao longo da BR-415. Esta BR apresenta intenso tráfego, principalmente na alta estação, quando, além do trânsito normal, ocorrem os deslocamentos de visitantes para Ilhéus e outros municípios do Sul da Bahia.

Para Monteiro (1978, p. 56), “as cidades, povoações, fábricas, também são elementos materializados que se incorporam ao sistema”. Assim, essas características materializadas na geofácie reverberam em suas condições ambientais, haja vista que os rios vêm sofrendo processo de assoreamento, devido à retirada da mata ciliar, desmatamento e, somando-se a isso, o depósito de efluentes *in natura*. Esses elementos em conjunto contribuem para a potencialização da atividade morfogenética em detrimento da pedogênese.

Essa geofácie apresenta altos índices de floresta, se comparados aos índices de outras classes de Uso e Cobertura da Terra. Mesmo assim, é possível observar a implementação de alterações a partir do incremento nas classes de pastagem e agropecuária no decorrer dos trinta anos (Figura 110).

Figura 110 - Evolução do estado da Floresta Ombrófila Alterada sobre Luvissolos, com boa drenagem, no período de 1992 a 2022 (%).



Fonte: Mapbiomas (2023). Produção do autor.

A classe de floresta foi a única que regrediu no período analisado. Essa mudança de estado denota que a geofácie está em resistasia, ou seja, existe um desequilíbrio entre potencial ecológico e exploração biológica (Tabela 45).

Tabela 41 - Estado da Floresta Ombrófila Alterada sobre Luvissolos, com boa drenagem, de 1992 a 2022 (%).

Classe	1992 - 2002	2003 - 2012	2013 – 2022	Resultado
Pastagem	2,56	- 0,18	3,30	+ 5,68
Agropecuária	0,44	0,48	0,25	+ 1,17
Floresta	- 2,78	0,15	- 4,47	- 7,10
Outras classes	- 0,23	- 0,45	0,91	+ 0,23

Fonte: Mapbiomas (2023). Produção do autor.

- Floresta Ombrófila Alterada sobre Latossolos, com drenagem regular

Esta geofácie compreende uma área de 104,69 km<sup>2</sup>, nos municípios de Itabuna (10,07%) e Ilhéus (89,93%), abrangendo uma porção ao Norte e outra ao Sul do GEO3. As características climáticas são similares às da geofácie anterior, sendo que a Dd é 1,43 km/km<sup>2</sup>, classificada como regular e a Dh, de 6,68 un/km<sup>2</sup>, como média. Nesta geofácie, encontramos um relevo de dissecação alta e com altitudes até 200 m, resultado dos processos erosivos de outrora e atuais. Sobre a estrutura cristalina, verificamos a existência dos patamares e dos Latossolos, onde se instalaram a Floresta Ombrófila e, em algumas áreas, o sistema de cabruca. A presença dos Latossolos, geralmente bem estruturados e porosos, e a cobertura vegetal, justifica as características da Dd e da Dh, regular e média, respectivamente (Figura 111).

Figura 111 - Patamares na Floresta Ombrófila Alterada sobre Latossolos, com drenagem regular, nas proximidades da foz do rio Cachoeira, dez/2024.



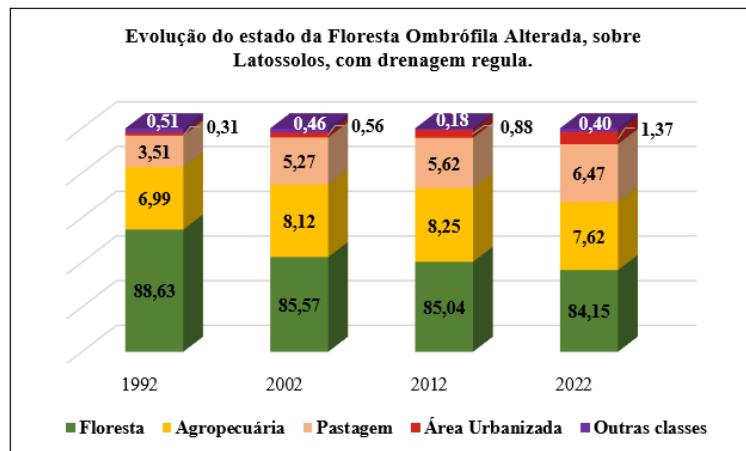
Fonte: Acervo do autor.

As áreas com maiores ocupações estão ao longo do rio Cachoeira, em Ilhéus, nos Bairros do Salobrinho, Banco da Vitória (Programa Minha Casa, Minha Vida) e Teotônio Vilela. Nesses locais, em alguns setores censitários, a DD chega a mais de 5.000 hab/km<sup>2</sup>.

Dessa forma, a pressão exercida pelo modelo de apropriação, com as atividades comerciais ao longo da BR-415, que margeia o rio Cachoeira, a consequente a retirada da mata ciliar e o desmatamento, potencializa os processos morfogenéticos, evidenciando um desequilíbrio entre o potencial ecológico e a

exploração biológica. Assim, é possível observar que o estado desta geofácie vem se modificando no decorrer do tempo, de forma paulatina (Figura 113).

Figura 113 - Evolução do estado da Floresta Ombrófila Alterada sobre Latossolos, com drenagem regular, no período de 1992 a 2022 (%).



Fonte: Mapbiomas (2023). Produção do autor.

Nesse sentido, a geofácie demonstra características do estado de resistasia, em que as áreas de floresta foram as que mais reduziram, em detrimento da agropecuária, pastagem e áreas urbanizadas (Tabela 46).

Tabela 42 - Estado da Floresta Ombrófila Alterada sobre Latossolos, com drenagem regular, de 1992 a 2022 (%).

Classe	1992 - 2002	2003 - 2012	2013 – 2022	Resultado
Pastagem	1,75	0,36	0,84	+ 2,95
Área Urbanizada	0,25	0,32	0,48	+ 1,05
Agropecuária	1,12	0,13	- 0,63	+ 0,62
Floresta	- 3,06	- 0,53	- 0,89	- 4,48
Outras classes	- 0,04	- 0,28	0,22	- 0,11

Fonte: Mapbiomas (2023). Produção do autor.

- Vegetação Litorânea Preservada, sobre Gleissolos, com drenagem regular

Esta geofácie localiza-se a Leste no GEO3, na foz do rio Cachoeira, inteiramente no município de Ilhéus, possuindo área de 2,3 km<sup>2</sup>. O fato de estar em contato com o ambiente oceânico confere particularidades climáticas à geofácie. A maritimidade determina características mais amenas de temperatura ao longo do ano, além de menor amplitude térmica. A pluviosidade é mais bem distribuída no ano, com chuvas concentradas no mês de novembro e abril.

Nesta geofácie, temos relevo plano de baixa altitude e fraca dissecação, com embasamento cristalino e cenozoico, onde se estabelecem os Gleissolos. Esse ambiente possibilitou a instalação de uma vegetação típica de ambientes úmidos e salinos, nesse caso os mangues. No caso da Dd, as características do embasamento e do solo são cruciais para a determinação de uma Dd, de  $1,11 \text{ km/km}^2$ , classificada como regular e uma Dh  $7,83 \text{ un/km}^2$ , classificada como alta, haja vista que ambos dificultam a infiltração. Soma-se a isso, o efeito da maritimidade no volume e frequência da pluviosidade nesta geofácie (Figura 114).

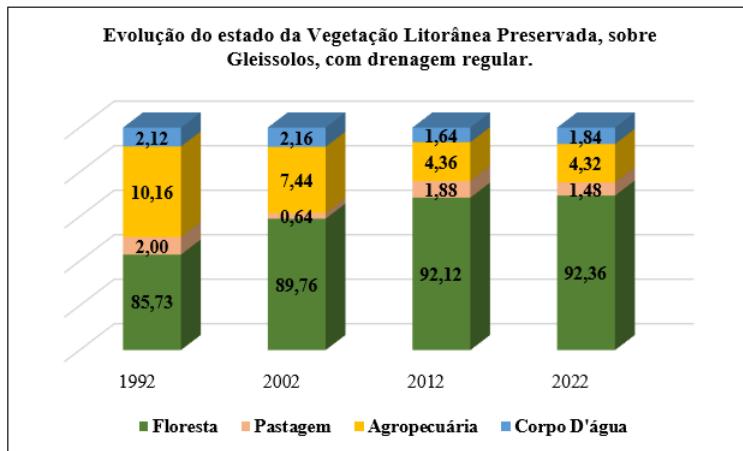
Figura 114 - Ambiente úmido e salino na Vegetação Litorânea Preservada, sobre Gleissolos, com drenagem regular, na foz do rio Cachoeira, dez/2024.



Fonte: Acervo do autor.

A ocupação na geofácie é menor do que  $12 \text{ hab/km}^2$  e, aliada às características naturais, demonstra que existe relativa estabilidade no potencial ecológico, onde a paisagem global demonstra a predominância dos processos pedogenéticos. Esse cenário é constatado a partir da observação da evolução do estado da geofácie, com incremento da floresta e redução das atividades maior impacto ambiental (Figura 115).

Figura 114 - Evolução do estado da Vegetação Litorânea Preservada, sobre Gleissolos, com drenagem regular, no período de 1992 a 2022 (%).



Fonte: Mapbiomas (2023). Produção do autor.

Os índices percentuais do Uso e Cobertura da Terra apresentam uma geofácie em biostasia, com o avanço da floresta e recuo das áreas de pastagem e agropecuária, ao longo dos trinta anos analisados na pesquisa (tabela 47).

Tabela 43 - Estado da Vegetação Litorânea Preservada, sobre Gleissolos, com drenagem regular, de 1992 a 2022 (%).

Classe	1992 - 2002	2003 - 2012	2013 – 2022	Resultado
Floresta	4,04	2,36	0,24	+ 6,64
Pastagem	-1,36	1,24	-0,40	-0,52
Agropecuária	-2,72	-3,08	-0,04	-5,84
Corpo D'água	0,04	-0,52	0,20	-0,28

Fonte: Mapbiomas (2023). Produção do autor.

Em estudo realizado na BHRC, Silva (2016) corrobora conosco quando afirma que a vegetação se restringe apenas a algumas poucas áreas de topo de morro (lembrando que no GEO2 o desmatamento dos topos de morros é recorrente) e que ausência de vegetação é uma questão fundamental para a diminuição da vazão na bacia. Também concordamos que o desmatamento da bacia se associa ao seu escopo econômico, centrado na atividade pecuarista.

O modelo pecuarista, segundo Soares (2008), a partir do processo de compactação dos solos, contribui para a redução da permeabilidade na BHRC, o que também constatamos. Soma-se a essa questão, a investigação de Nacif (2000), que

identificou a maioria dos solos da bacia com horizonte b argiloso ou muito argiloso, mudança textural abrupta e aumento de densidade do horizonte A para o B, o que evidencia diminuição da porosidade.

A dificuldade de infiltração da água apontada por nós, é referendada por Campos et al (2012); Nacif (2000), quando apontam em seus estudos as características pedológicas e do embasamento. Assim, em sintonia com Engelbrecht *et al* (2019), a baixa infiltração resulta em menor abastecimento do aquífero, o que evidencia menor contribuição deste para a vazão dos rios. O fluxo de base reduzido se deve, dessa forma, à falta de um manto de intemperismo espesso, que limita o armazenamento de água em subsuperfície (Engelbrecht *et al*, 2019).

Concordamos com Silva (2016) em relação à recorrência das cheias hidrológicas na bacia e com a inconformidade dos parâmetros morfométricos com a realidade observada na BHRC. Entretanto, o destoamos em relação à densidade de drenagem (Dd) encontrada. A Dd oriunda da pesquisa de Silva (2016) foi classificada como pobre, enquanto em nosso caso a Dd classificou-se como regular. Tendo em vista que o embasamento da bacia é caracterizado, quase que exclusivamente, como cristalino (Silva; Amorim; Rego, 2018), em ambos os estudos foi identificada a insubordinação litológica.

Sabemos também que alguns municípios da BHRC vêm buscando outras atividades econômicas, como é o caso de Itapetinga, no Oeste, em que a indústria de calçados implantou sua sede no final da década de 1990 e pulverizou sua estrutura produtiva por outros municípios, como Itambé, Itororó, Firmino Alves, entre outros (Nery; Mendes, 2004; Nogueira; Botelho; Almas, 2017).

A Leste, nos municípios de Itabuna e Ilhéus, a implantação da atividade industrial data da década de 1970 e caracteriza como o primeiro momento de diversificação econômica, sendo que no final da década de 1990 foi instalado o Polo de Calçados e Confecções em Itabuna e o Polo de Informática em Ilhéus. como vimos, o cacau continuou liderando a economia regional até a década de 1990, até o surgimento da vassoura de bruxa (Costa, 2018). Nos últimos anos o setor de serviços ganhou grande destaque e o turismo vem despontando em Ilhéus (Costa, 2018).

Essa diversificação econômica se traduz em maiores pressões sobre os bens naturais, causando desequilíbrio ecológico e impactando negativamente nas condições de vida da população (Sousa, 2005). Em relação aos rios da BHRC, seu

processo de degradação, como a retirada da mata ciliar, a deficiência de saneamento básico e a remoção do lixo descartado ao longo das margens dos rios, é o reflexo da falta de políticas públicas de enfretamento (Sousa, 2005).

#### 6.6 POSSÍVEIS CENÁRIOS NA EVOLUÇÃO DO PROCESSO DE APROPRIAÇÃO DO ESPAÇO NA BHRC.

Como já explicitado, a BHRC encontra-se localizada no bioma da Mata Atlântica e, no decorrer de seu processo de apropriação, foi e é acometida por intervenções socioespaciais, que vêm provocando a degradação do ambiente. Essas degradações são mais perceptíveis à medida que se desloca para o Oeste, haja vista que nas áreas de cultivo do cacau, a Leste, o modelo de plantio de outrora (cabruca) contribuiu para intervenções relativamente menores.

Assim, na Tabela 17 verificamos a evolução da Cobertura e Uso da Terra em um período de trinta anos, mais especificamente nos anos de 1992, 2002, 2012 e 2022, onde a Pastagem ocupou a maior percentual na bacia em todos os anos, sempre acima de 50% da área, com pequenas oscilações. Entre os anos de 1992 e 2002 observou-se um aumento em torno de 2% nesta classe, o que corrobora com o modelo produtivo implementado a partir da década de 1970, período de acentuado crescimento da pecuária bovina na bacia, em que o capital foi direcionado, principalmente para a ampliação do rebanho e das propriedades.

A redução de 1,4% nas áreas de Pastagem, entre 2002 e 2012 alinha-se com o que acontecia no cenário nacional em meados da década de 1990 e 2000 (período de realização dos censos agropecuários), quando as áreas de pastagens reduziram 10,7% e a taxa de lotação das áreas subiu 28% (IBGE, 2012). As áreas de Pastagem também sofreram leve redução de 2012 para 2022, cerca de 0,08%. Em linhas gerais, se observado o ano inicial e final (1992 a 2022), as áreas de Pastagem sofreram maior aumento, 0,5%, além de maior incremento em área, que foi 12,905 km<sup>2</sup> (Tabela 18).

Tabela 44 - Cobertura e Uso da Terra na BHRC, de 1992 a 2022.

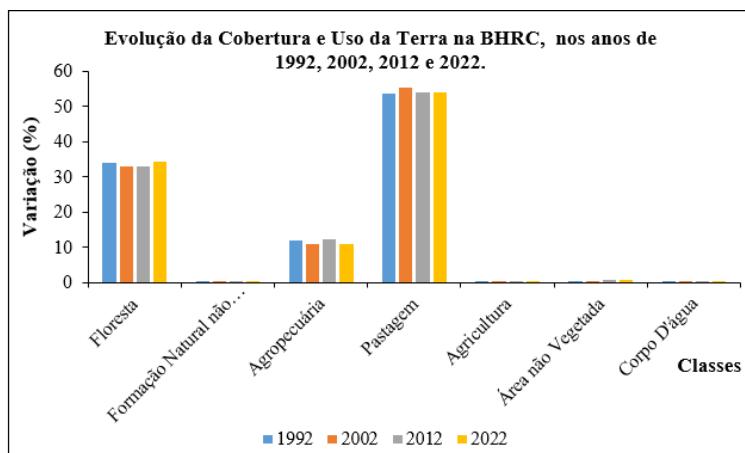
Classe	1992		2002		2012		2022	
	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)						
Floresta	1.455,481	33,993	1.411,030	32,943	1.407,607	32,859	1.467,391	34,255
Formação Natural não Florestal	0,086	0,002	0,031	0,001	0,068	0,002	0,164	0,004

Agropecuária	507,606	11,855	466,193	10,884	530,285	12,379	461,110	10,764
Pastagem	2.290,379	53,493	2.376,292	55,478	2.316,777	54,083	2.313,284	54,001
Agricultura	0,016	0,000	0,019	0,000	0,008	0,000	0,082	0,002
Área vegetada não	15,336	0,358	20,629	0,482	24,812	0,579	32,368	0,756
Corpo D'água	12,746	0,298	9,079	0,212	4,186	0,098	9,347	0,218
<b>Total</b>	<b>4.281,649</b>	<b>100,000</b>	<b>4.283,273</b>	<b>100,000</b>	<b>4.283,744</b>	<b>100,000</b>	<b>4.283,744</b>	<b>100,000</b>

Fonte: Mapbiomas (2023). Produção do autor.

O Gráfico 55 apresenta as classes temáticas, conforme o MapBiomass. Dessa forma, observa-se a evolução de cada classe em trinta anos, com destaque para Pastagem (já analisada), Agropecuária e Floresta. As áreas de Agropecuária demonstraram alternância de avanços e recuos, mas foi a classe que sofreu maior redução, em torno de 1%, se comparados os anos entre 1992 e 2022. As áreas de Floresta apresentaram crescimento de 0,3%, entre 1992 e 2022 e, mesmo representando uma pequena porção da bacia, as áreas não vegetadas apresentaram crescimento em todos os anos analisados, sendo que entre 1992 e 2022 aumentaram 0,4%. (Gráfico 55).

Gráfico 55 - Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra na BHRC, por classe.



Fonte: MapBiomass (2023). Produção do autor.

É pertinente destacar aqui que o espaço temporal utilizado neste estudo não retrata fielmente o intenso processo de desmatamento ocorrido na bacia, desde o século XVI, quando se intensificou a ocupação do Brasil e a extração do pau-brasil. Santos *et al* (2020) apontam que uma correlação de vários fatores, em especial, o crescimento populacional, a expansão dos centros urbanos e o desenvolvimento

socioeconômico, propiciaram o desmatamento da Mata Atlântica. Já mais recentemente, no século XX, se observou a substituição da floresta nativa, em ambientes de Mata Atlântica, por áreas de agricultura e pecuária (Dean, 2002; Santos *et al*, 2020).

No ano de 2022, a Bahia assumiu um papel preocupante no desmatamento, liderando os estados, reduzindo 12.288 ha, o que correspondeu a 207% em relação ao ano anterior, com destaque para o município de Ilhéus (Costa; Lopes, 2024).

Esse cenário de degradação possibilitou a classificação da Mata atlântica como um *hotspot*, ao lado de outras 36 regiões do mundo<sup>7</sup>, evidenciando a necessidade de preservação desse bioma, pois, segundo Lima (2015), as áreas de Mata Atlântica existentes demonstram que os fragmentos existentes ainda são capazes de manter a vida e a desenvolver espécies.

Os locais mais desmatados na BHRC estão a Oeste e na porção Central, com a transformação das florestas originais em pastagens (Alves; Gonçalves; Nascimento, 2022; Sousa, 2005). Assim, as investidas de ações destinadas à produção agropecuária e à ocupação urbana mascaram as degradações, ao utilizar artifícios legais e sociais para a manutenção da atividade humana (Lima, 2025).

Derivam dessas investidas os eventos de cheias e secas hidrológicas (Rocha; Assis; Fontes, 2024), lançamentos de esgotos sem tratamento (Santos; Rego, 2012) e, sobretudo a Leste, o desmatamento do manguezal (Martins, 2008). Soma-se a esse contexto a ocupação desordenada das margens dos rios, que além de provocar o desmatamento da mata ciliar, se configura como calamidade pública, com o acúmulo de lixo, ocorrência de desabrigados, desabamentos de moradias e aumento dos casos de doenças de veiculação hídrica, quando ocorrem as cheias (Hora; Gomes, 2009).

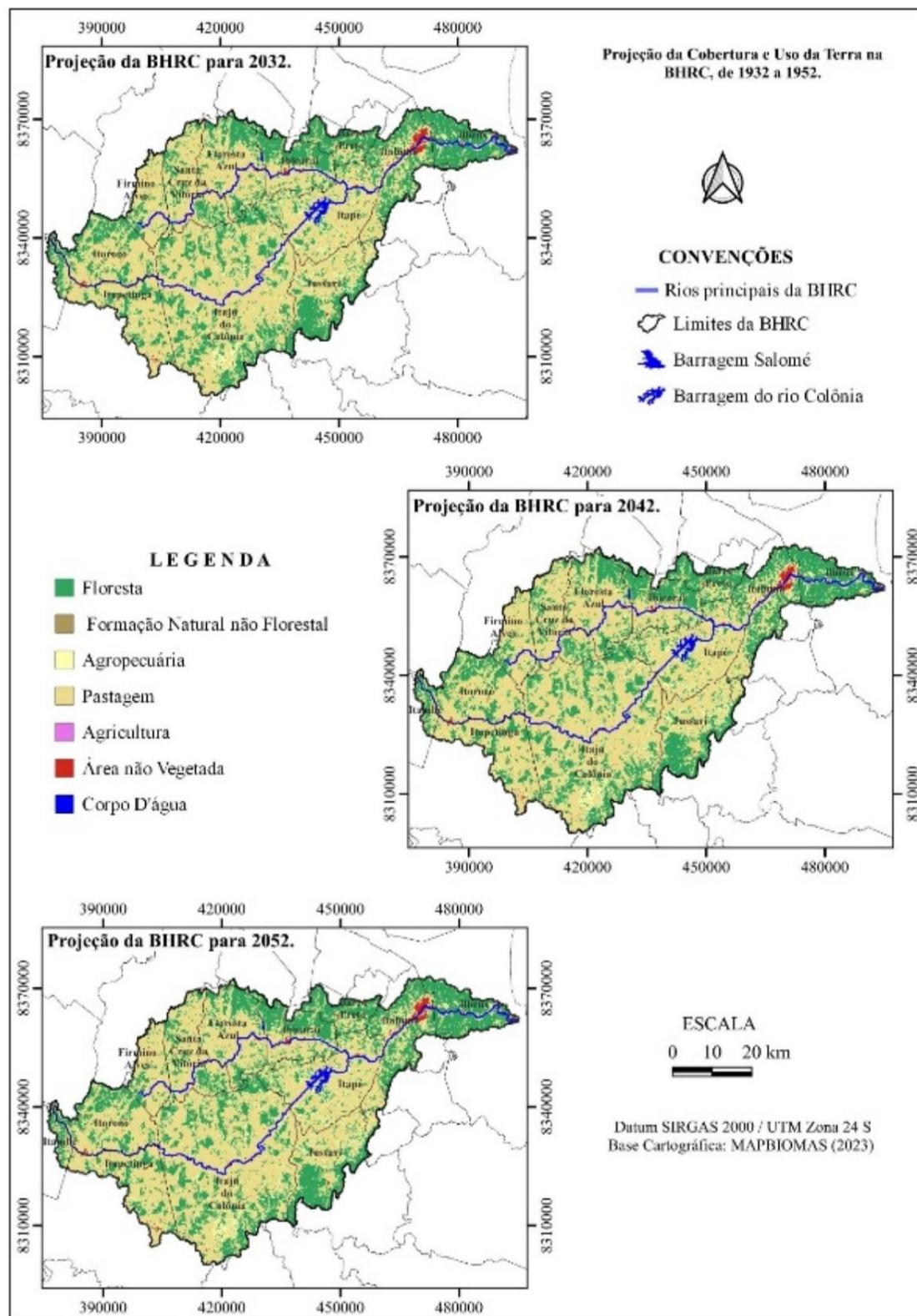
Após a etapa de caracterização da área de estudo até o ano de 2022, conforme a metodologia apresentada, empreendemos esforços no sentido de observar possíveis cenários para os próximos 30 anos. Dessa forma, a Figura 115 demonstra a projeção do cenário, com relação à cobertura e uso da terra, na BHRC em um espaço temporal de trinta anos, comparando os anos de 2032, 2042 e 2052. Observou-se que as

---

<sup>7</sup> O termo *hotspot* de biodiversidade vem sendo utilizado para definir áreas que abrigam uma grande concentração de espécies com alto grau de endemismo e que estão sobre grande ameaça (Costa; Lopes, 2024, p. 17).

classes Pastagem, Floresta e Agropecuária permanecerão predominando na bacia neste período.

Figura 115 - Projeção da Cobertura e Uso da Terra na BHRC, para os anos de 2032, 2042 e 2052.



Fonte: MapBiomas (2023). Produção do autor.

Os dados de projeção demonstraram que a classe Pastagem continuará a prevalecer, inclusive com ampliação nos três anos analisados, destacando o período de 2032 para 2042, quando crescerá cerca de 0,183% ( $7,8 \text{ km}^2$ ). No último período, de 2042 a 2052, seu aumento corresponderá a menos de 1% (em torno de  $3,5 \text{ km}^2$ ). A classe Floresta, ao contrário da Pastagem, sofreu decréscimo nos três anos projetados. Entre 2032 e 2042, a redução será de 1,6%, com o ritmo abrandando de 2032 para 2042, quando sua redução será de 0,07%. A classe Agropecuária seguirá a mesma perspectiva da Floresta, com recuo em todos os três anos analisados. Sua retração será de 0,023% e 0,011%, de 2032 para 2042 e de 2042 para 2052, respectivamente. As outras classes temáticas não apresentarão alterações significativas no período projetado (Tabela 19).

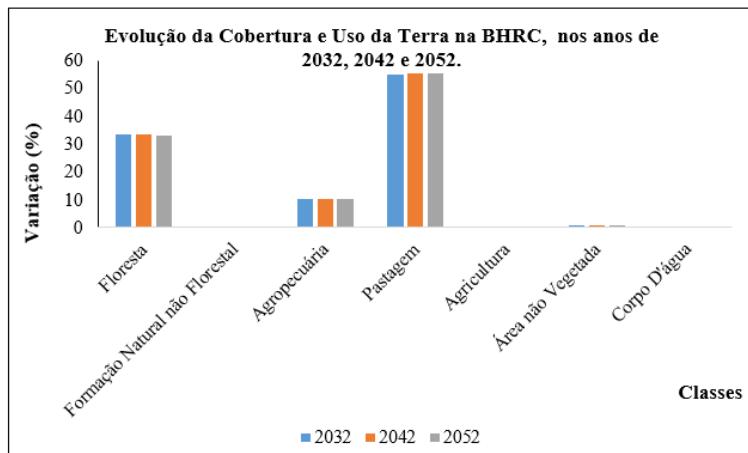
Tabela 45 - Cobertura e Uso da Terra na BHRC, de 2032 a 2052.

Classe	2032		2042		2052	
	Área ( $\text{km}^2$ )	Área (%)	Área ( $\text{km}^2$ )	Área (%)	Área ( $\text{km}^2$ )	Área (%)
Floresta	1.434,812	33,500	1.428,037	33,342	1.425,039	33,272
Formação Natural não Florestal	0,163	0,004	0,163	0,004	0,163	0,004
Agropecuária	446,512	10,425	445,508	10,402	445,065	10,391
Pastagem	2.360,903	55,122	2.368,723	55,305	2.372,175	55,386
Agricultura	0,064	0,001	0,063	0,001	0,063	0,001
Área não Vegetada	31,370	0,732	31,343	0,732	31,334	0,732
Corpo D'água	9,196	0,215	9,181	0,214	9,180	0,214
<b>Total</b>	<b>4.283,019</b>	<b>100,000</b>	<b>4.283,019</b>	<b>100,000</b>	<b>4.283,019</b>	<b>100,000</b>

Fonte: MapBiomas (2023). Produção do autor.

A comparação entre o primeiro período, de 2032 a 2042, com o último período, de 2042 a 2052, permitiu verificar que o maior avanço será da Pastagem, com cerca de 1,4% de crescimento. Todas as outras classes terão redução, com destaque para a Floresta, com 1% de retração (Gráfico 56).

Gráfico 56 - Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra na BHRC, de 2032 a 2052.



Fonte: MapBiomas (2023). Produção do autor.

As análises demonstram que ao final de 2052, considerando de 1992 a 2052, a classe Pastagem será a que mais avançará, cerca de 1,9%. As classes Área não Vegetada, Formação Natural não Florestal e Agricultura apresentarão crescimentos pouco representativos, 0,4%, 0,002% e 0,001%, respectivamente. Por outro lado, a classe Agropecuária sofrerá a maior redução na bacia, em torno de 1,5%. As classes Floresta e Corpo D'água reduzirão 0,722% e 0,083%, respectivamente (Tabela 20).

Tabela 46 - Diferença nos valores das classes de Cobertura e Uso da Terra na BHRC, de 1992 a 2052 (%).

Classe	1992 a 2022	2023 a 2052	Diferença
Floresta	0,261	-0,983	-0,722
Formação Natural não Florestal	0,002	0,000	0,002
Agropecuária	-1,091	-0,373	-1,464
Pastagem	0,509	1,384	1,893
Agricultura	0,002	0,000	0,002
Área não Vegetada	0,397	-0,024	0,373
Corpo D'água	-0,079	-0,004	-0,083

Fonte: MapBiomas (2023). Produção do autor.

Para Monteiro (1978), a prognose parece ser uma preocupação crescente das pesquisas, pois as alterações estão se acentuando pelas decisões deliberadas produzidas impensadamente no presente, podendo interferir na perspectiva futura dos sistemas espaciais. No caso da área de estudo, os resultados, em relação à apropriação do espaço, perspectivam a continuidade do processo de alteração do

ambiente na BHRC, com o indicativo de continuidade da supressão da vegetação. Os rios poderão ser ameaçados, na medida que a retirada da vegetação poderá impactar negativamente o ciclo hidrológico e impactar diretamente as vazões dos rios no decorrer do ano.

A modificação da cobertura vegetal também modifica o valor econômico da água, da pedogênese etc. A alteração da cobertura vegetal de uma bacia modifica também o regime dos rios, podendo influir na disponibilidade de água para o abastecimento humano, obrigando a sociedade a construir represa artificial para suprir suas necessidades (Tricart, 1977).

É importante frisar também que o estabelecimento das pastagens impõe sérias alterações na paisagem da bacia, haja vista que, segundo Tricart (1977), a pastagem possui um papel hidrológico diferente da formação arbustiva, promovendo menor interceptação das chuvas, concentrando o escoamento de forma mais rápida, fortalecendo os picos de cheias e o assoreamento dos rios.

Outro ponto de grande relevância que poderá influenciar fortemente o prognóstico para a BHRC é a possível aprovação do Projeto de Lei (PL) 2.156/2021, que tramita no Congresso Nacional, dispendo sobre o Licenciamento Ambiental. De acordo com Parecer técnico (Sánchez; Fonseca, 2025), o referido PL, já aprovado no Senado Federal em maio/2025, tem participação pública insuficiente e abre margem para que estados e municípios criem regras próprias, sem propiciar parâmetros nacionais mínimos; não resolve o problema da falta de critérios gerais para o licenciamento ambiental quanto ao enquadramento de tipologias de atividades e empreendimentos, fazendo o contrário, quando incentiva isenções; legitima o auto licenciamento, em que basta declaração via internet, sem a obrigatoriedade de apresentar nenhum estudo ambiental; promove a Licença Ambiental Especial, voltada, nesse caso, para o acolhimento político de projetos maiores.

## CONCLUSÃO

Os resultados permitiram observar que a BHRC apresenta suas condições naturais atreladas à variação do relevo e a sua posição geográfica, determinando uma pluviosidade que aumenta de Oeste para Leste, de 800 mm a 2000 mm, e amplitude térmica que se eleva de Leste para Oeste. Isso indica que a porção Leste possui maior pluviosidade, o que incentiva a ocorrência de cheias na sub-bacia do rio Cachoeira. A sub-bacia do rio Colônia apresenta as menores pluviosidades, mas também abriga eventos de cheias durante o ano. Esse aspecto se justificado pela comprovação do gradiente de declividade no alto curso desta sub-bacia, com desnível de 400 m, da nascente até Itororó, que provoca, a partir deste município, o efeito de espraiamento da água, acentuando os eventos de cheias, devido à “brusca” diminuição da declividade e de ter a maior área entre as sub-bacias.

Entretanto, as análises morfométricas (Coeficiente de Compacidade, Fator de Forma e índice de circularidade) demonstraram que a BHRC, bem como as sub-bacias, não é suscetível a eventos de cheias, levando-se em conta que ela possui forma mais alongada, tendenciando, dessa maneira, para menor concentração de deflúvio. Todavia, a análise hidrológica desenvolvida, mediante a HAE e a série histórica amostrada, demonstrou que acontecem 28 eventos de cheias na BHRC, bem como em suas sub-bacias, se consideradas separadamente, 21 cheias no rio Colônia e 22 no Salgado.

Os eventos de cheias ocorreram em 48% dos anos da série histórica amostrada, de 1966 a 2019, com a maior delas acontecendo em 1967, quando a vazão de pico chegou  $1.640 \text{ m}^3/\text{s}$ . Assim, se viu que as cheias hidrológicas são eventos comuns na BHRC e em suas sub-bacias, considerando-as isoladamente. As secas são ainda mais recorrentes do que as cheias. Elas aconteceram em 80% dos anos da série histórica, sendo mais severas na década de 1980. Esses eventos de cheias e secas estão associados, especialmente, ao modelo de apropriação, com a implantação de pastagens, que está provocando a redução da oferta hídrica na BHRC.

Com base na série histórica estudada e nas normativas do estado da Bahia, verificamos qual a oferta hídrica da bacia, calculando o valor da vazão de outorga e encontrando o valor de  $0,14 \text{ m}^3/\text{s}$ . Isso significa que a oferta hídrica da BHRC equivale a  $12.096 \text{ m}^3/\text{dia}$ , considerando a permanência e a garantia de água em seu

leito, no Q<sub>90</sub>. Se considerarmos a população absoluta atual da bacia, de 542.692 hab, com consumo per capita diário de 200 L, teremos um consumo de 108.538.400 L/dia ou 108.538,4 m<sup>3</sup>/dia. A oferta hídrica atual da bacia (12.096 m<sup>3</sup>/dia) equivale a pouco mais de 11% da demanda da população, o que confirma a escassez hídrica na bacia e justifica a construção de barragens.

Esse cenário se estabelece, devido à baixa porosidade das rochas que compõem o embasamento, como os sienitos e os gnaisses, que dificulta a infiltração e compromete a recarga do aquífero, determinando a instabilidade da vazão subsuperficial durante o ano. Por isso, 61% dos pontos de captação de água acontecem superficialmente, com a predominância dos pontos de captação subterrânea situados junto às zonas de cisalhamento. Têm-se também, nessa ótica, uma grande quantidade de canais de 1<sup>a</sup> ordem, indicando a alta capacidade da bacia de formar novos canais e evidencia a presença do embasamento cristalino, onde a infiltração é menos privilegiada. Assim, se observa a reduzida disponibilidade hídrica e baixa taxa de reposição por recarga, indicando restrição na captação de água e a necessidade de construção de programa de gestão que contemple estratégias de manejo na BHRC (Engelbrecht *et al*, 2019).

A densidade de drenagem (Dd = 0,63) e a densidade hidrográfica (Dh = 0,39) da BHRC foram classificadas como baixas, o que evidenciaria um embasamento poroso e menor intensidade na drenagem superficial. Todavia, o embasamento da área de estudo é, em sua quase totalidade cristalino, constituindo-se de rochas plutônicas e metamórficas. Essa verificação revela a insubordinação litológica, isto é, existe uma drenagem regular em um ambiente de estrutura cristalina. A justificativa para a insubordinação litológica está na baixa declividade que se estabelece na maior parte da bacia, atenuando a velocidade do escoamento superficial e potencializando os eventos de cheias, além da presença de latossolos, que são mais permeáveis do que os Argissolos (Silva, 2021). Esse cenário estabelecido é acentuado pela presença de solos predominantemente abruptos, como os Chernossolos, que propiciam o aumento da drenagem superficial, devido a sua diminuta porosidade em decorrência da presença de argila no horizonte B.

As análises permitiram observar que as intervenções socioespaciais, decorrentes do processo de apropriação do espaço na bacia teve origem no século XVI e se estabeleceu distintamente em duas áreas. Tendo o município de Itapé como

transição, a Leste se efetivou uma ocupação mais antiga, iniciada com as Capitanias, financiada pelo capital comercial, que se propagou através das margens dos rios, onde se plantava o cacau sob a floresta. Inicialmente, os indivíduos “anônimos” responsáveis por esta propagação eram denominados de desbravadores e posteriormente se transformaram, em sua grande parte, na figura do coronel. O século XXI demarca o fim desse processo em razão das verticalizações características da economia global contemporânea.

Para Oeste de Itapé, se estabeleceram inicialmente, no final do século XIX, as primeiras fazendas de gado e a agricultura de subsistência, tendo com protagonista a figura do imigrante. Mais tarde, no início do século XX, a via mais importante da região, Via Pedestres, serviu de rota para a chegada dos primeiros posseiros, que se estabeleceram em grandes propriedades de terras. Assim, ao contrário do Leste da bacia, no Oeste os primeiros visitantes tinham nome e sobrenome, quando chegaram à região e se estabeleceram, tendo como principal mecanismo de financiamento o capital mercantil. Ainda no final do século XX, o grande crescimento horizontal e o aumento da concentração fundiária foram responsáveis pelo estrangulamento da economia da pecuária.

Assim, o cacau subsidiou a formação da chamada “civilização do cacau”, que se estendeu até locais onde as condições ambientais não permitiram a fixação do cacau. Nesses locais, se estabeleceram áreas destinadas à alimentação do gado, em que existia um sistema de produção de subsistência com baixo nível de manejo. Dessa forma, no Oeste, as pastagens se estabeleceram e se expandiram, em muitos casos degradadas, pois geralmente não existem práticas voltadas para a conservação do solo, concordando com Sousa (2005). Prova disso é a recorrência da prática de queimadas anualmente para renovar as pastagens.

Isto posto, é público e notório que o modelo de apropriação do espaço implementado na bacia vem provocando alterações significativas na paisagem. O processo de desmatamento instalado, onde a vegetação original está sendo substituída por pastagens, por exemplo, potencializa a drenagem superficial e dificulta a infiltração, contribuindo para os eventos de cheias na bacia. As características edafoclimáticas favoráveis, em especial os solos, favoreceram o desenvolvimento das pastagens no âmbito da bacia (Souza *et al.*, 2011).

A ocupação demonstra maior depredação ambiental na direção Oeste, a partir do município de Itapé, mesmo existindo menor densidade populacional nessa parte da bacia. O sistema agropastoril predominante nessa porção da bacia vem entrando em decadência pela ausência de práticas de manejo conservacionistas das pastagens (Souza *et al*, 2011; Schiavetti; Schilling; Oliveira, 2002).

No Leste, apesar do modelo de plantio do cacau (cabruca) ter contribuído para a preservação da cobertura vegetal, os sistemas ambientais são degradados com o desmatamento da mata ciliar, despejo de esgotos domésticos sem tratamento e ocupação inadequada dos manguezais.

Além de dificultar a infiltração, o desmatamento mostra-se ainda mais preocupante porque ocorre também nos topo de morros, área de fundamental importância para a recarga das nascentes. Portanto, o desmatamento vem inibindo a circulação vertical da água no solo, acentuando a drenagem superficial, contribuindo para o assoreamento dos rios, pelo aumento dos processos erosivos, bem como dificultando a recarga e existência das nascentes. Esse processo impacta diretamente os solos e o ciclo hidrológico.

O histórico das vazões é um bom parâmetro para mensurar as respostas dos sistemas às intervenções. A vazão média da BHRC, nos 54 anos da série estudada, foi de  $19 \text{ m}^3/\text{s}$ , sendo que a vazão média anual sofreu diminuição significativa a partir de 1980 e se intensificou nos anos 2000. A década de 1980 marcou também a ampliação da quantidade de meses que apresentaram, pelo menos 1 dia, com vazão zero, indicando a instauração de escassez hídrica na bacia.

Esse processo pode continuar se acentuando se consideramos a forma como a precipitação, a vazão e o aquífero interagem na bacia. Foi observado que as precipitações têm maior participação na variação da vazão durante o ano, em relação ao aquífero, determinando a classificação da bacia como impermeável, o que significa que o tempo necessário para que a água decorrente das precipitações impacte o exultório é menor do que trinta dias. Este fato pode ser associado ao embasamento cristalino predominante na bacia, que dificulta a infiltração e potencializa o escoamento superficial, concordando com Engelbrecht *et al* (2019).

O estudo desta série histórica possibilitou também identificar o estado de desequilíbrio do rio principal, o que é perfeitamente normal, sendo que a relação cota/vazão, analisada a partir da Curva de Descarga, mostrou que a busca pelo

equilíbrio fez com que o rio intercalasse períodos de predomínio da deposição (assoreamento), de predomínio da erosão ou de estabilidade de seu leito, em consonância com as afirmações de Rocha (2009) e Christofolletti (1980), quando tratam da busca do equilíbrio pelo rio. Esse desequilíbrio também foi constatado através da identificação das anomalias no leito do rio, tendo em vista que rios em equilíbrio não apresentam anomalias. Foram identificadas duas zonas de soerguimento e duas zonas de subsidência.

Com relação aos barramentos existentes na bacia, após a construção da barragem de Salomé, a vazão média anual diminuiu, foram 21 anos sem a existência excedente hidrológico, conforme resultado da HAE. No entanto, quando se observa a média mensal das vazões, Salomé contribuiu para sua regularização, além de abastecer alguns municípios abarcados pela BHRC. Desse modo, a barragem de Salomé contribuiu para o controle das cheias, mas reduziu a quantidade de água na bacia, favorecendo o aumento do número de anos deficitários, ou seja, os eventos de cheias reduziram, mas os eventos de secas sofreram ampliação.

Já a barragem do rio Colônia, ao contrário não exerce a influência no rio para a qual foi projetada, pois existe alteração do fluxo à jusante, com aumento da escassez de água em alguns períodos e eventos de cheias intensas em outros. Além disso, contribui para o acúmulo de plantas aquáticas, que poluem as áreas à jusante, sobretudo o município de Itabuna e as praias de Ilhéus. A observação das anomalias existentes na bacia revelou que este barramento também pode ser responsável pelo assoreamento à sua montante, na medida que barra o transporte de sedimentos que é característico no transcurso dos rios.

O estado atual da bacia constatado se deve, como já dito, à predominância do modelo de apropriação do espaço, concentrado no sistema agropastoril. No período de trinta anos, anteriores a 2022, as áreas de pastagem sofreram maior aumento, com relação a outras classes, como a floresta. E nos trinta anos posteriores a 2022, isto é, até 2042, as projeções indicaram que as pastagens continuarão prevalecendo e se ampliando, ao passo que as áreas de florestas sofrerão decréscimo.

As dinâmicas relacional e interacional dos elementos da BHRC foram estudadas a partir da abordagem geossistêmica, onde os atributos utilizados, permitiram identificar três geossistemas na bacia, denominados de Geossistema do Alto Cachoeira (GEO1), Geossistema do Médio Cachoeira (GEO2) e o Geossistema

do Baixo Cachoeira (GEO3). Foi verificado que em todos esses geossistemas existe certa fragilidade natural e certo desequilíbrio. Isto quer dizer que em algumas áreas da bacia é possível observar um certo equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica, evidenciando menores alterações na paisagem.

No GEO1, o desequilíbrio entre potencial ecológico e a exploração biológica em algumas áreas, em razão da grande movimentação do relevo, da baixa sinuosidade dos rios e da substituição da cobertura vegetal original pelas pastagens, rompeu a estabilidade do geossistema, mudando seu estado. Esse cenário contribuiu para a intensificação da drenagem superficial, elevando a densidade de drenagem e a densidade hidrográfica. A densidade de drenagem do geossistema é classificada como regular, mas a Floresta Semidecidual pouco alterada à Noroeste, determina uma menor razão deflúvio/infiltração e em consequência disto uma densidade de drenagem menor. Já a densidade de drenagem boa a Leste, se deve à presença dos Luvissolos pouco profundos e à maior presença das pastagens, provocando maior razão deflúvio/infiltração e elevando a densidade de drenagem.

A movimentação do relevo, em especial, contribui sobremaneira para o processo de apropriação do espaço no GEO1. É o geossistema menos povoado, onde o modelo, pautado na apropriação de grandes glebas de terra, se destaca mais a Leste, onde está a geofácie Floresta Estacional Alterada, sobre Luvissolos, com boa drenagem. Nessa geofácie, existe predominância da geomorfogênese sobre a pedogênese, devido à retirada da vegetação e movimentação do relevo, determinando seu estado de resistasia. Assim, ocorreu acentuação da drenagem superficial, estabelecendo, dessa forma, a elevação da densidade de drenagem a densidade hidrográfica, com o incentivo à formação de novos segmentos de rios.

À Oeste situa-se a geofácie Floresta Estacional Alterada, sobre Argissolos, com drenagem regular. Nesta geofácie, encontramos um potencial ecológico em que a atividade morfogenética apresenta-se fraca na paisagem, demonstrando que a geofácie está em biostasia. Os patamares característicos desta área, em sua maioria, cobertos pela floresta, forçam uma densidade de drenagem regular, pois favorece a infiltração, mas o embasamento cristalino denuncia uma capacidade alta de formar novos canais.

No GEO2 a geomorfogênese domina a dinâmica global da paisagem. O desequilíbrio inscrito em alguns locais na paisagem se dar devido à morfogênese,

intensificada pela ação social, quando observamos o desmatamento, especialmente dos topos de morros, para a implantação de atividades econômicas e ocupação humana. Nesse geossistema, os eventos de cheias e secas hidrológicas contrastam com as recorrentes queimadas e o assoreamento dos rios, provocado, sobretudo, pelo desmatamento das matas ciliares. O povoamento mostra-se baixo e justifica, nesse sentido, seu modelo de apropriação.

Esse contexto favorece a intensificação da drenagem superficial, elevando a densidade de drenagem e a densidade hidrográfica. A densidade de drenagem do geossistema é classificada como regular, mas a presença da floresta em alguns locais contribui para uma menor razão deflúvio/infiltração e em consequência disto uma densidade de drenagem menor e, em outros locais, a instalação dos Luvissoslos e das pastagens provocam maior razão deflúvio/infiltração e elevam a densidade de drenagem.

A área considerada em estabilidade ou em biostasia no GEO2, é a geofácie Floresta Ombrófila Alterada, sobre Argissolos, com boa drenagem. Nela, se verificou mínima alteração nas classes de Uso e Cobertura, num espaço de 30 anos, principalmente nas pastagens. O ambiente de altitudes que chegam a mil metros, com cobertura vegetal e baixo povoamento condicionam uma densidade de drenagem e densidade hidrográfica, relativamente baixas.

A geofácie Floresta Ombrófila Alterada, sobre Chernossolos, com boa drenagem apresentou um estado de resistasia, pois os processos morfogenéticos dominam a paisagem, favorecidos pelo fato de que a pastagem foi a classe que mais avançou em 30 anos, em detrimento da redução da floresta. A resistência do terreno à infiltração da água, em decorrência da presença das pastagens e dos Chernossolos, sobre um embasamento cristalino, contribui para a elevação da densidade de drenagem e da densidade hidrográfica. Ademais, o modelo de apropriação instalado apresenta uma geofácie com baixo povoamento, exceto nas sedes dos municípios que se localizam na geofácie.

A terceira geofácie do GEO2 é a Floresta Ombrófila Alterada e Pastagem, sobre Luvissolos, com boa drenagem. As intervenções da sociedade, sobretudo através da redução das áreas de florestas e ampliação das pastagens, contribuem para o desequilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica, classificando a geofácie com em resistasia. A presença dos Luvissolos nas áreas de patamares, sob

embasamento cristalino, estimula o aumento da drenagem superficial e impõe a elevação da densidade de drenagem e da densidade hidrográfica. A resistasia desta geofácie é reforçada por uma maior concentração populacional em torno de alguns dos maiores sítios do GEO2, como Itabuna e Ibicaraí.

No GEO3 foi constatada a predominância dos processos morfogenéticos sobre os processos pedológicos, o que traz relativa instabilidade para o potencial ecológico. Entretanto, à Leste, existe uma área em relativa estabilidade do potencial ecológico, atribuindo a ela as características de biostasia.

Desta forma, foi possível observar que o GEO3 se constitui na porção mais preservada da área de estudo, devido ao seu processo histórico de apropriação, marcado pelo cultivo do cacau sob a floresta. No entanto, existem intervenções importantes na paisagem, com destaque para o desmatamento e a ocupação das margens dos rios, lançamento de esgoto doméstico sem tratamento adequado nos rios e ocupação irregular dos manguezais em Ilhéus. Essas intervenções se dão substancialmente ao longo da BR-415, que margeia o rio principal da BHRC e se constitui em uma área de expansão da ocupação, desde Itabuna até Ilhéus, devido a esta via ser uma importante rota de deslocamento para as zonas turísticas do Sul da Bahia.

Os desdobramentos dessas intervenções na paisagem, no que se refere ao sistema de drenagem, se manifestam pela elevação da densidade de drenagem e da densidade hidrográfica, pois esse cenário, considerando também o embasamento cristalino na maior parte do geossistema, potencializa a drenagem superficial e a formação de novos segmentos de rios. Vale destacar que a presença da floresta contribui para a contenção desses índices, inferindo-se, dessa forma, que sem a floresta teríamos maior intensidade na circulação superficial da água e menor infiltração.

A porção mais preservada do GEO3 é a geofácie Vegetação Litorânea Preservada, sobre Gleissolos, com drenagem regular. Esta geofácie apresentou aumento das florestas e redução das pastagens em trinta anos, colocando-a em estado de biostasia. Nela a densidade de drenagem e a densidade hidrográfica são influenciadas fortemente pelas características do embasamento, do solo e da maritimidade, determinando valores relativamente elevados para esses índices, pois o

relevo de baixa movimentação existente nessa geofácie, denotaria valores baixos para os referidos índices.

A geofácie denominada de Floresta Ombrófila Alterada, sobre Luvissolos, com boa drenagem, apresentou estado de resistasia, tendo em vista a redução das florestas e o avanço das pastagens e agropecuária, causando desequilíbrio entre potencial ecológico e exploração biológica. Esta geofácie engloba a quase totalidade do rio principal da BHRC, o que significa dizer que aí estão as relevantes intervenções do GEO3, destacadas anteriormente. A baixa movimentação do relevo, a presença da vegetação em algumas partes e a impermeabilização do solo nas áreas urbanizadas se confrontam com a existência de Luvissolos de caráter abrupto, sobre embasamento cristalino, resultando na contenção da densidade de drenagem e da densidade hidrográfica, que deveriam, de acordo com as características ambientais locais, serem ainda mais elevadas.

A redução das áreas de florestas, o desmatamento da mata ciliar e os demais desdobramentos oriundos do modelo de apropriação, coloca a geofácie Floresta Ombrófila Alterada, sobre Latossolos, com drenagem regular, em estado de resistasia. Apesar de existir um relevo movimentado, sobre o embasamento cristalino, em que os processos erosivos são favorecidos, a presença dos Latossolos cobertos pela floresta contribuem para amenizar as densidades de drenagem e hidrográfica.

Nessa conjuntura, corroborando com os estudos desenvolvidos a partir da abordagem sistêmica, entendemos que ela se enquadra perfeitamente nas análises geográficas de cunho ambiental, respondendo aos anseios do pesquisador em desvendar problemáticas inscritas na paisagem e potencializar a elaboração de proposições voltadas para o gerenciamento dessas problemáticas.

A implementação dos elementos da Hidrologia na análise dos geossistemas mostrou-se desafiadora. Após observar inúmeras possibilidades, verificamos que a densidade de drenagem e densidade hidrográfica foram os dois elementos hidrológicos que mostraram respostas mais qualificadas às demandas dos geossistemas identificados.

Esses dois elementos são capazes de, conforme suas variações, permitirem pressupor a existência de vetores naturais ou sociais que estão presente na paisagem. Assim, é possível, mediante esses elementos, entender as características da

porosidade das rochas que compõem o embasamento do terreno e, nessa ótica, se há maior ou menor tendência para esculturação de canais; respondem ao grau de dissecação do relevo, pois em ambientes com alta dissecação ocorre maior facilidade para o escoamento e formação de novos canais; influenciam o escoamento e o transporte sedimentar na bacia de drenagem, tendo em vista que quanto mais elevadas a Dd e a Dh, maior o volume de água escoada por unidade de tempo, o mesmo ocorrendo com o transporte sedimentar; mensuram a dimensão dos segmentos de rios, já que esses elementos têm relação inversa com o comprimento dos rios; podem possibilitar a interpretação de paleoredes, mediante a análise de suas variações espaciais e temporais.

Nessa ótica, frisamos que a Dd e a Dh podem embasar modelos de caracterização de bacias, pois as bacias podem sofrer modificações rápidas, devido a mudanças no fornecimento de matéria e energia ao sistema, e esses elementos são sensíveis às mudanças ambientais ou sociais em curto período.

Dito isso, entendemos que os referenciais teórico-metodológicos forneceram lastro suficiente para que o objetivo do trabalho fosse contemplado, na medida que analisamos e testamos a Dd e a Dh como elementos importantes para fundamentar um olhar mais atento para os aspectos hidrológicos, no âmbito dos geossistemas. O enlaçamento da Dd e da Dh com os elementos biofísicos dos geossistemas propiciou o deslinde das rugosidades encontradas na paisagem e, dessa forma, das particularidades passadas e presentes da relação dos atores sociais com a natureza, no que diz respeito à BHRC. O processo de apropriação do espaço na bacia é revelado a partir das formas e objetos presentes na paisagem, mas também no comportamento da drenagem, quando observamos que a Dd e a Dh, destoam de sua evolução natural.

No percurso de desenvolvimento da pesquisa, foram encontrados os seguintes entraves: carência de dados fluviométricos, carência de imagens antigas de satélites com boa resolução espacial. As informações fluviométricas abarcaram o período de 1966 a 2019, na estação 53170000. Esta foi a estação mais à jusante que encontramos, localizada no bairro de Ferradas, em Itabuna, com dados que atendessem minimamente aos objetivos do estudo, atualmente desativada. Na verdade, o ideal seria uma estação mais próxima da foz, no município de Ilhéus, com dados mais recentes. O mesmo ocorreu com as outras duas estações fluviométricas utilizadas na pesquisa.

A esse respeito a HAE foi de suma importância, pois possibilitou eficientemente o tratamento dos dados coletados junto às estações, haja vista que os mesmos se apresentam incompletos e, em muitos casos, sem a confiabilidade adequada.

Outro entrave importante foi a indisponibilidade de informações orbitais. As imagens de satélite datam da década de 1970, quando o processo de ocupação da bacia iniciou no século XVI. Além disso, só mais recentemente encontramos imagens com melhor resolução espacial, o que possibilita o trabalho com escalas maiores. Esse cenário inviabilizou a percepção real do processo de degradação instaurado na BHRC, desde a implementação da primeira atividade econômica, que foi a extração do pau-brasil.

## SUGESTÕES

As reflexões aqui desenvolvidas nos permitiram entender a dinâmica espacial e temporal da BHRC, o que nos induz a tecer, em caráter propositivo, algumas sugestões, com o potencial de contribuírem para os estudos de bacias hidrográficas e, no nosso caso específico, para a gestão da BHRC.

Nessa perspectiva, o presente estudo, diante dos resultados atingidos, indica a não utilização dos parâmetros morfométricos de maneira isolada, ou seja, o uso de apenas alguns indicadores morfométricos para caracterizar uma determinada bacia pode incorrer em inconsistências com a realidade. No caso deste estudo, por exemplo, o Coeficiente de compacidade, o Fator de forma e o Índice de circularidade indicaram a não suscetibilidade da bacia para cheias, quando comprovamos que estes eventos são recorrentes na BHRC e em suas sub-bacias. A comprovação, nesse caso, foi realizada com a utilização da HAE e entrevistas em campo com a população.

Identificamos também a carência de dados de monitoramento para realizar estudos mais atuais e de maior dimensão temporal, sobretudo, de dados fluviométricos. Assim, é necessário rever o caso das estações que foram desativadas (relacionadas no corpo do texto), revitalizar as estações existentes em funcionamento e implementar novas estações à jusante da bacia. Inclusive, entendemos como importante a catalogação dos pequenos barramentos existentes na bacia, com o fim de mensurar a influência deles para as vazões e compatibilidade com as outorgas, em bora Cardoso *et al* (2020) tenha encontrado valor inferior a 0,13% da área da bacia ocupada por reservatórios de água e atribuindo, dessa forma, pouca relevância a esses corpos d’água.

Refletindo sobre as intervenções diagnosticadas na área de estudo, gostaríamos de sugerir a elaboração de planejamento para recomposição da floresta, da vegetação ciliar e dos tipos de morros, pelo menos, atendendo ao que as normativas preconizam. A literatura pertinente traz algumas possibilidades de metodologias para esta recomposição, como Botellho; Davide (2002); Cau (2019); Ferreira *et al* (2016); Silva-Forsberg (2017) e Nossak (2012).

Reafirmamos que, além disso, existe a necessidade de realizar outras ações, buscando preservar a disponibilidade de água na bacia, considerando sua quantidade

e qualidade, sobretudo ações em sintonia com a dinâmica do processo de ocupação existente.

Como foi explanado, os eventos de cheias e secas são recorrentes na bacia. Para essa problemática, sugerimos a implementação de dois barramentos, sendo um na quebra de relevo do rio Colônia e outro na quebra de relevo do rio Salgado, com descarga de fundo controlada, no intuito de amenizar esses eventos a jusante. A localização desses barramentos deve ser estudada, considerando a dinâmica ambiental tómporo-espacial apontada neste estudo.

Por fim, sugerimos a implementação de padrão de outorga centrado na sazonalidade da bacia. Essa **outorga sazonal** possibilitaria maior oferta de água no início e no final de cada ano, nos meses de maiores vazões e menor oferta nos meses intermediários, quando a vazão é menor. Essa outorga sazonal, proporcional a cada mês, tornaria o uso da água sustentável, considerando a capacidade de suporte da BHRC.

## REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. **Os Domínios da Natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ACKLAS Jr. Ricardo; ETCHEBEHERE, Mário Lincoln de Carlos; CASADO, Fábio da Costa. Análise de perfis longitudinais de drenagens do Município de Guarulhos para a detecção de deformações neotectônicas. **Revista UnG – Geociências**, ano 6, n. 8, p. 64-78, 2003. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8425253>. Acesso em: 03 de março de 2024.

AGERSA. Agência Reguladora de Saneamento Básico do Estado da Bahia. Disponível em: <http://www.agersa.ba.gov.br/?p=6555>. Acesso em: 18 de outubro de 2023.

ALMEIDA, Nadjacleia Vilar; CUNHA, Sandra Baptista da. A cobertura vegetal e sua importância na análise morfodinâmica da bacia hidrográfica do rio Taperoá–Nordeste do Brasil/Paraíba. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 6, p. 365-378, 2012. Disponível em: [https://www.ufpb.br/lcg/contents/documentos/artigos/a12\\_nadja\\_a-cobertura-vegetal.pdf](https://www.ufpb.br/lcg/contents/documentos/artigos/a12_nadja_a-cobertura-vegetal.pdf). Acesso em: 03 de março de 2024.

ALVARES, Clayton Alcarde; STAPE, José Luiz; SENTELHAS, Paulo Cesar; GONÇALVES, José Leonardo de Moraes; SPAROVEK, Gerd. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: [http://143.107.18.37/material/mftandra2/ACA0225/Alvares\\_et al\\_Koppen\\_climate\\_classBrazil\\_MeteoZei\\_2014.pdf](http://143.107.18.37/material/mftandra2/ACA0225/Alvares_et al_Koppen_climate_classBrazil_MeteoZei_2014.pdf). Acesso em 03 de março de 2023.

ALVES, Jamille Evangelista; GONÇALVES, Thiago dos Santos; NASCIMENTO, Sérgio Augusto de Moraes. Precipitação na Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, Nordeste do Brasil: tendências e variabilidade (1970-2020). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais**, v. 17, n. 2, p. 527-542, 2022. Disponível em: <https://boletimcn.museu-goeldi.br/bcnaturais/article/view/841>. Acesso em 05 de agosto de 2025.

AMADO, Jorge. **Terras do sem-fim**. Editora Companhia das Letras, 2008.

ANA. Agência Nacional de Água e Saneamento Básico. Sistema Nacional de Hidrografia e Recursos Hídricos – SNHRH. **Hidroweb. Séries históricas**. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em 03 de março de 2023.

ANA. Agência Nacional de Água e Saneamento Básico. Sistema Nacional de Hidrografia e Recursos Hídricos – SNHRH. **Estações Fluviométricas e Pluviométricas da Rede**, 2023a. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/f85dbf06-a869-414c-afc5-bb01869e9156>. Acesso em 03 de agosto de 2023.

ANA. Agência Nacional de Água e Saneamento Básico. Sistema Nacional de Hidrografia e Recursos Hídricos – SNHRH. **Rios, Base Hidrográfica Ottocodificada**, 2012. Disponível em: <https://metadados.snhrh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/a01764d3-4742-4f7d-b867-01bf544dde6d>. Acesso em 03 de agosto de 2024.

ANDRADE, Maria Palma. **Ilhéus: passado e presente**. 2. ed. Ilhéus, BA: Editus, 2003.

ANDRADE, Maria Palma; ROCHA, Lurdes Bertol. **De Tabocas a Itabuna: um estudo histórico-geográfico**. Ilhéus, Ba: Editus, 2005.

ARCANJO, João Batista Alves (Org.). **Itabuna: folha SD.24-Y-B-VI** - estado da Bahia. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Brasília: CPRM, 1993.

ASF, Alaska Satellite Facility. **MapReady**. Disponível em: <https://search.asf.alaska.edu/#/>. Acesso em: 10 de setembro de 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2. ed. **Informação e documentação – citações em documentos - apresentação**: NBR 10520. Rio de Janeiro: ABNT, 2023. Disponível em: <https://abnt.org.br/>. Acesso em 03 de abril de 2025.

BAHIA. Secretaria de Infraestrutura Hídrica e Saneamento (SIHS). **Catálogo de barragens estratégicas do estado da Bahia**. Disponível em: [bahiahttps://portaldagua.sihs.ba.gov.br/portal/apps/MapJournal/index.html?appid=02aab3d23f5b43a5b025b9cab61e6b62&autoplay](https://portaldagua.sihs.ba.gov.br/portal/apps/MapJournal/index.html?appid=02aab3d23f5b43a5b025b9cab61e6b62&autoplay). Acesso em: 03 de dezembro de 2023.

BAHIA. **Decreto Nº 6.296 DE 21 DE MARÇO DE 1997**. Dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos, infração e penalidades e dá outras providências. Disponível em: <http://www.seia.ba.gov.br/sites/default/files/legislation/Dec6296.pdf>. Acesso em 18 de julho de 2022.

BAHIA. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). **Relatórios do Monitora**. Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/servicos/monitoramento/qualidade-das-aguas/>. Acesso em: 28 de junho de 2022.

BAHIA. Secretaria do Meio Ambiente. **Plano estratégico para Revitalização da Bacia do Rio Cachoeira**. Diagnóstico Ambiental, v. 1, Salvador, 2017. Disponível em: [https://www.ba.gov.br/meioambiente/sites/site-sema/files/migracao\\_2024/arquivos/File/Projeto\\_Cachoeira/RF\\_Plano\\_Estrategico\\_de\\_Revitalizacao\\_da\\_Bacia\\_do\\_Rio\\_Cachoeira1.pdf](https://www.ba.gov.br/meioambiente/sites/site-sema/files/migracao_2024/arquivos/File/Projeto_Cachoeira/RF_Plano_Estrategico_de_Revitalizacao_da_Bacia_do_Rio_Cachoeira1.pdf). Acesso em 04 de março de 2022.

BAHIA. (2010) **Plano Estadual de Manejo de Águas Pluviais e Esgotamento Sanitário**. Bloco I. Bahia: Governo do Estado da Bahia/Secretaria de Desenvolvimento Urbano. Disponível em:

<http://www.silhs.ba.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=18>. Acesso em: 28 de junho de 2022.

BAHIA. Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – **CONERH Nº 43** DE 02 DE MARÇO DE 2009. Institui a Divisão Hidrográfica Estadual em Regiões de Planejamento e Gestão das Águas. Disponível em:

<http://www.seia.ba.gov.br/sites/default/files/legislation/RESOLUCAO%20CONERH%2043.pdf>. Acesso em 27 de junho de 2022.

BAHIA. **Instrução Normativa Nº 01**, de 27 de fevereiro de 2007. Dispõe sobre a emissão de outorga de direito de uso dos recursos hídricos de domínio do Estado da Bahia, assim como a sua renovação, ampliação, alteração, transferência, revisão, suspensão e extinção, e dá outras providências, da Superintendência de Recursos Hídricos - SRH. Salvador: Diário Oficial, 2007a. Disponível em: [file:///C:/Users/Emilson/Dropbox/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/silo.tips\\_instruao-normativa-n-01-de-27-de-fevereiro-de-2007.pdf](file:///C:/Users/Emilson/Dropbox/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/silo.tips_instruao-normativa-n-01-de-27-de-fevereiro-de-2007.pdf). Acesso em 06 de fevereiro de 2022.

BAHIA. **Instrução Normativa Nº 03**, de 08 de novembro de 2007. Dispõe sobre critérios técnicos referentes à outorga para fins de diluição, transporte ou disposição final de esgotos domésticos em corpos de água de domínio do Estado da Bahia, da **SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS HÍDRICOS - SRH**. Salvador: Diário Oficial, 2007b. Disponível em: <http://www.oads.org.br/leis/2777.pdf>. Acesso em 06 de fevereiro de 2022.

BARBOSA, Johildo Salomão Figueiredo; PINHO, Ivana Conceição de Araújo; SOBRINHO, Valter Rodrigues Santos; CRUZ, Simone Cerqueira Pereira. **Ipiaú-SD.24-Y-B-II**, escala 1:100.000. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM/Serviço Geológico do Brasil. Salvador: UFBA /CPRM, 2007. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/10457>. Acesso em: 03 de março de 2022.

BARBOSA, Johildo Salomão Figueiredo; SABATÉ, Pierre. Colagem Paleoproterozóica de placas arqueanas do Cráton do São Francisco na Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**. 33(1-Suplemento):7-14, março de 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/2568/1/10323-35270-1-PB.pdf>. Acesso em 01 de maio de 2022.

BARBOSA, Liriane Gonçalves; GONÇALVES, Diogo Laercio. A paisagem em geografia: diferentes escolas e abordagens. **Élisée-Revista de Geografia da UEG**, v. 3, n. 2, p. 92-110, 2014. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/elisee/article/view/3122>. Acesso em 06 de fevereiro de 2025.

BARREIROS, André Mateus. **Da paisagem como objeto da geografia**: repasse teórico e sugestão metodológica. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017. Disponível em:

[https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-19022018-121253/publico/2017\\_AAndreMateusBarreiros\\_VCorr.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-19022018-121253/publico/2017_AAndreMateusBarreiros_VCorr.pdf). Acesso em: 03 de fevereiro de 2025.

BERTALANFFY, Ludwing Von. **Teoria geral dos sistemas**: fundamentos, desenvolvimento e aplicações. 5. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

BERTONI, José. Utilização dos recursos naturais, um problema ecológico. In: I SIMPÓSIO A COMUNIDADE VEGETAL COMO UNIDADE BIOLÓGICA, TURÍSTICA E ECONÔMICA, 1978, São Paulo. **Anais** [...] São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1978.

BERTRAND, Georges; BERTRAND, Claude. **Uma geografia transversal e de travessias**: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades. Maringá: Massoni, 2007.

BERTRAND, Georges. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. **Revue géographique des Pyrénées et sud-ouest**, v. 39, fasc. 3, p. 249-272, 1968. Disponível em: [https://www.persee.fr/doc/rgpso\\_0035-3221\\_1968\\_num\\_39\\_3\\_4553](https://www.persee.fr/doc/rgpso_0035-3221_1968_num_39_3_4553). Acesso em 03 de março de 2023.

BIZZI, Luiz Augusto; SCHOBENHAUS, Carlos; VIDOTTI, Roberta Mary; GONÇALVES, João Henrique. **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. Brasília: CPRM; Editora da UNB, 2003. Disponível em: [file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/geologia\\_tectonica.pdf](file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/geologia_tectonica.pdf). Acesso em 03 de fevereiro de 2022.

BOLÒS I CAPDEVILA, Maria de. Problemática actual de los estudios de paisaje integrado. **Revista de geografía**, p. 45-68, 1981. Disponível em: [file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/udl,+Article04.pdf](file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/udl,+Article04.pdf). Acesso em 18 de abril de 2024.

BORNHEIM, Gerd Alberto. **Os Filósofos Pré-Socráticos**. 9. ed. São Paulo: Cultriz 1998.

BOTELHO, Soraya Alvarenga; DAVIDE, Antonio Cláudio. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. **Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas**, v. 5, p. 123-145, 2002. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Soraya-Botelho/publication/242672925\\_METODOS\\_SILVICULTURAIS\\_PARA\\_RECUPERACAO\\_DE\\_NASCENTES\\_E\\_RECOMPOSICAO\\_DE\\_MATAS\\_CILIARES/links/55ba18fb08aed621de0ab2a6/METODOS-SILVICULTURAIS-PARA-RECUPERACAO-DE-NASCENTES-E-RECOMPOSICAO-DE-MATAS-CILIARES.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Soraya-Botelho/publication/242672925_METODOS_SILVICULTURAIS_PARA_RECUPERACAO_DE_NASCENTES_E_RECOMPOSICAO_DE_MATAS_CILIARES/links/55ba18fb08aed621de0ab2a6/METODOS-SILVICULTURAIS-PARA-RECUPERACAO-DE-NASCENTES-E-RECOMPOSICAO-DE-MATAS-CILIARES.pdf). Acesso em 03 de agosto de 2025.

BRASIL. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)**. Série histórica. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 28 de junho de 2022.

BRASIL. Carta Geológica. **Folha SD.24-V-D-V Jaguaquara**. Programa Geologia do Brasil. Escala 1:100.000. CPRM, 2009. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/jspui/handle/doc/17676>. Acesso em 01 de maio de 2022.

BRASIL. **Folha SD.24 Salvador**: potencial dos recursos hídricos/IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. PROJETO RADAM-Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/17495>. Acesso em: 01 de maio de 2022.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SD. 24 Salvador**; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=23603>. Acesso em: 01 de maio de 2022.

CAMPOS, Milton Cesar Costa; MONTANARI, Rafael; MARQUES JÚNIOR, José; PEREIRA, Gener Tadeu; SOUZA, Zigomar Menezes. Caracterização de Argissolos em diferentes segmentos de vertente na região de Jaboticabal, SP. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 55, p. 251-259, 2012. Disponível em: <https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/rca.2012.072>. Acesso em: 11 de agosto de 2025.

CARDOSO, Christiany Araujo; DIAS, Herly Carlos Teixeira; SOARES, Carlos Pedro Boechat; MARTINS, Sebastião Venâncio. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista árvore**, v. 30, p. 241-248, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/cXmkNxXThc8ksdjWwFM6vNt/>. Acesso em: 02 de março de 2023.

CARDOSO, Sabrina Brandão; CUNHA, Caroline Favoreto da; ENGELBRECHT, Bruno Zanon; CHANG, Hung Kiang. Detecção e delimitação de pequenos reservatórios na Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, Bahia, utilizando imagens multiespectrais. **Holos Environment**, 20(4), 458-475, 2020. Disponível em: <https://cea-unesp.org.br/holos/article/view/12391/8302>. Acesso em: 04 de agosto de 2025.

CARVALHO, Daniel Fonseca; SILVA, Leonardo Duarte Batista da. **Hidrologia – Cap. 3: Bacia Hidrográfica**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <https://www.profec.com.br/escola/apostilas/basico-em-hidrologia-pfc-2.pdf>. Acesso em 03 de março de 2023.

CAU, Letícia Boina. Restauração florestal de uma área de vegetação ripária no Sítio Pampulha, município de Linhares, ES. **Revista IfesCiência**, v. 5, n. 2, p. 39-62, 2019. <https://pdfs.semanticscholar.org/c7d0/4427818f0925d790c371145154bfd1d880fe.pdf>

CAUS, Fernando Mieis. **Proposta de análise empírica da instabilidade potencial do relevo em estudos integrados.** Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências Humanas e Naturais. Universidade Federal do Espírito Santo, 2010.

CBPRM. Companhia Baiana de Pesquisa Mineral. **Geologia da Bahia:** pesquisa e atualização. v. 1. Salvador: CBPRM, 2012. Disponível em: [file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/Volume\\_1\\_Completo.pdf](file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/Volume_1_Completo.pdf). Acesso em 02 de maio de 2023.

CERB. Companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia. **Acompanhamento Operacional de Reservatórios**, 2023. Disponível em: <https://portaldaagua.sih.sba.gov.br/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=6509ff8fb90b4fe4aaffe3d3a778c259>. Acesso em: 13 de março de 2023.

CHAGAS, Cesar da Silva; FRANCO, Gustavo Barreto; MARQUES, Eduardo Antônio Gomes; GOMES, Ronaldo Lima. **Levantamento de reconhecimento de alta intensidade dos solos da bacia do Rio Almada, Estado da Bahia.** Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2015. 171 p. Disponível em: [file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/BPD256LevantamentoRioAlmada.pdf](file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/BPD256LevantamentoRioAlmada.pdf). Acesso em 05 de maio de 2023.

CHORLEY, R. J. Geomorphology and General Systems Theory. US. **Geological Survey Professional Paper**, vol. 500-B, 1962, pp. 1-10. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/pp/0500b/report.pdf>. Acesso em: 03 de março de 2024.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Modelagem de sistemas ambientais.** São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Significância da Teoria de Sistemas em Geografia Física. **Boletim de Geografia Teórica** 16-17 (31-34 e 119-128), Encontro de Geógrafos da América Latina, Rio Claro, 1986-1987. Disponível em: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/tegal1/Teoriaymetodo/Teoricos/SIGNIFICANIADATEORIADESISTEMAS.pdf>. Acesso em: 01 de abril de 2022.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia.** 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 1980. Disponível em: [file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/447141261-Geomorfologia-Antonio-Christofoletti.pdf](file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/447141261-Geomorfologia-Antonio-Christofoletti.pdf). Acesso em: 02 de fevereiro de 2024.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. A análise da densidade de drenagem e suas implicações geomorfológicas. **Geografia**, p. 23-42, 1979. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/14769/1403>. Acesso em: 03 de março de 2024.

CLIMATE-DATA. ORG. **Dados climáticos para cidades mundiais.** Disponível em: <https://pt.climate-data.org>. Acesso em 03 de março de 2022.

COM 200 desabrigados e 2 mil afetados por enchente, Itororó decreta emergência. **Metro1**, Salvador, 25 de dezembro de 2021. Disponível em: <https://www.metro1.com.br/noticias/bahia/116983,com-200-desabrigados-e-2-mil-afetados-por-enchente-itororo-decreta-emergencia>. Acesso em: 03 de 09 de 2024.

CONCEIÇÃO, Herbert; ROSA, Maria de Lourdes da Silva; OBERLI, Felix; RIOS, Débora Correia. Idade U-Pb do dique sienítico Anurí, sul da Bahia: magmatismo alcalino-potássico paleoproterozoico e sua implicação para a orogenia transamazônica no Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, 37(4, Supl.): 61-69, dezembro de 2007. Disponível em: [file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/RBG\\_2007\\_sup-Craton.pdf](file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/RBG_2007_sup-Craton.pdf). Acesso em: 02 de junho de 2023.

CONTI, José Bueno. Geografia e Paisagem. **Ciência e Natura**, v. 36, edição especial, pp. 239-245, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/13218/pdf>. Acesso em: 19 de março de 2025.

CORREIA, Larissa Costa; SOUZA, Nadia Aparecida. Pesquisa Bibliográfica ou Revisão de Literatura: traçando limites e ampliando compreensões. In: XIX Encontro Anual de Iniciação Científica – EAIC, 2010, Paraná. **Anais** [...], UNICENTRO, Guarapuava, PR, 2010. Disponível em: <https://anais.unicentro.br/xixeaic/pdf/1262.pdf>. Acesso em: 03 de março de 2025.

COSTA, Francisco Mendes. O dinamismo do setor de serviços e sua interação com o crescimento econômico de Itabuna e Ilhéus no período 1990-2015. **Revista Observatório de lá economia latino-americana. Ilhéus-Ba**, 2018.

COSTA, Diego Souza; NUVOLONI, Felipe Micoli; LOPES, Elfany Reis do Nascimento. **Mata Atlântica: a história que a história não contou**. SciELO-EDITUS, 2024. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=gqxyEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=desmatamento+mata+atl%C3%A2ntica+bahia&ots=QTid6yGRp2&sig=0jdHL8LNViNXahj3uMNEu51o74&redir\\_esc=y#v=onepage&q=desmatamento%20mata%20atl%C3%A2ntica%20bahia&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=gqxyEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=desmatamento+mata+atl%C3%A2ntica+bahia&ots=QTid6yGRp2&sig=0jdHL8LNViNXahj3uMNEu51o74&redir_esc=y#v=onepage&q=desmatamento%20mata%20atl%C3%A2ntica%20bahia&f=false). Acesso em 03 de agosto de 2025.

COSTA, Oldair Vinhas. **Cobertura do solo e degradação de pastagens em áreas de domínio de Chernossolos do sul da Bahia**. Dissertação de Mestrado. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/jscFQvyp69JS5nGNxxQPsrg/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 01 de julho de 2022.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Serviço Geológico do Brasil. Arquivos vetoriais (shp). **Carta Hidrogeológica do Nordeste ao Milionésimo**, escala 1:1.000.000. Projeto Gis Brasil. GEOSGB, 2016. Disponível em: <https://geosgb.sgb.gov.br/geosgb/downloads.html>. Acesso em: 22 de março de 2022.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Serviço Geológico do Brasil. Arquivos vetoriais (shp). **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo**, escala 1:1.000.000. Projeto Gis Brasil. GEOSGB, 2010. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/jspui/handle/doc/4997?mode=full>. Acesso em: 08 de janeiro de 2024.

DEAN, Warren. **A Ferro e Fogo**: A História da Devastação da Mata Atlântica Brasileira. São Paulo: Cia das Letras, 2002, 484p. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/Cg4JkHQfHgPbPhmz4KFdR8Q/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 de agosto de 2025.

DELGADO, Inácio de Medeiros; SOUZA, João Dalton de; SILVA, Luiz Carlos da; FILHO, Nelson Custódio da Silveira; SANTOS, Reginaldo Alves dos; PEDREIRA, Augusto José; GUIMARÃES, José Torres; ANGELIM, Luiz Alberto de Aquino; VASCONCELOS, Antonio Maurílio; GOMES, Iaponira Paiva; FILHO, Joffre Valmorio de Lacerda; VALENTE, Cidney Rodrigues; PERROTTA, Mônica Mazzini; HEINECK, Carlos Alberto. **Geotectônica do Escudo Atlântico**. In: BIZZI, Luiz Augusto; SCHOBENHAUS, Carlos; VIDOTTI, Roberta Mary; GONÇALVES, João Henrique. Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas & SIG. Brasília: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2003. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/294860719\\_Geotectonica\\_do\\_Escudo\\_Atlantico\\_Geotectonics\\_of\\_the\\_Atlantic\\_Shield](https://www.researchgate.net/publication/294860719_Geotectonica_do_Escudo_Atlantico_Geotectonics_of_the_Atlantic_Shield). Acesso em 02 de fevereiro de 2023.

DOS PASSOS, Messias Modesto. **A raia divisória**: geosistema, paisagem e eco-história. Maringá: Eduem, 2006- 2008. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/1xeZ\\_GvN7L\\_Lp6vOe1RJs7D-icclNe1-/view](https://drive.google.com/file/d/1xeZ_GvN7L_Lp6vOe1RJs7D-icclNe1-/view). Acesso em 17 de março de 2025.

DOS PASSOS, Messias Modesto. **Biogeografia e Paisagem**. 2. ed. Maringá: UEM, 2003. Disponível em: [file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/biogeografia-e-paisagem\\_compress.pdf](file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/biogeografia-e-paisagem_compress.pdf). Acesso em 18 de outubro de 2024.

DOS PASSOS, Messias Modesto. A conceituação da paisagem. **Formação** (Online), v. 1, n. 3, 1996. Disponível em: [file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/2441-Texto%20do%20Artigo-6709-7182-10-20130821.pdf](file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/2441-Texto%20do%20Artigo-6709-7182-10-20130821.pdf). Acesso em: 03 de março de 2025.

EMBASA. Empresa Baiana de Água e Saneamento S. A. **Barragem do rio Colônia**. Salvador, 2014. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/semliao123456/apresentao-barragem-do-rio-colonia>. Acesso em: 18 de outubro de 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: [file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/Sistema\\_Brasileiro\\_de\\_Classificacao\\_de\\_Solos\\_5.ed.rev.ampl.pdf](file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/Sistema_Brasileiro_de_Classificacao_de_Solos_5.ed.rev.ampl.pdf).

2FKMGTQQ)/Downloads/SiBCS2018ISBN9788570358004.pdf. Acesso em 26 de maio de 2025.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 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. disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/327212>. Acesso em 02 de outubro de 2023.

ENGELBRECHT, Bruno Zanon; GONÇALVES, Roger Dias; TERAMOTO, Elias Hideo; CHANG, Hung Kiang. Disponibilidade hídrica e balanço hídrico da Bacia do Rio Cachoeira na região de Itabuna/Ba. **Geociências**, v. 38, n. 3, p. 731 - 740, São Paulo, UNESP, 2019. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/13806/11322>. Acesso em: 03 de março de 2022.

FERREIRA, Rodrigo Cesar Flores; NASCIMENTO, Clovis Eduardo de Souza; CUNHA, Tony Jarbas Ferreira; SÁ, Iedo Bezerra; SILVA, Licia Mara Marinho da; CORREIA, Rebert Coelho. Produção de mudas nativas para o reflorestamento de matas ciliares: cartilha. **Aliança de Serviços de Informação Agrícola**, Petrolina, Embrapa/Chesf, 2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1070663/1/CartilhamataciliarChesfClovis2017.pdf>. Acesso em: 03 de agosto de 2025.

FILHO, Adonias. **Sul da Bahia: chão de cacau**. 2. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

FITZ, H. C.; SKLAR, F. H.; WARING, T.; VOINOV, A.; COSTANZA, R.; MAXWELL, T. Development and Application of the Everglades Landscape Model. In: **Landscape simulation modeling: A spatially explicit, dynamic approach**. New York, NY: Springer New York, 2004. p. 143-171. Disponível em: [file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/Development\\_and\\_Application\\_of\\_the\\_Everglades\\_Land.pdf](file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/Development_and_Application_of_the_Everglades_Land.pdf). Acesso em 03 de março de 2024.

FONSECA, João José Saraiva. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila. Disponível em: <http://www.ia.ufrrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>. Acesso em 08 de fevereiro de 2023.

FUJITA, Rafaela Harumi; GON, Priscila Panzarini; STEVAUX, Jose Cândido; SANTOS, Manoel Luiz dos; ETCHEBEHERE, Mario Lincon. Perfil longitudinal e a aplicação do índice de gradiente (RDE) no rio dos Patos, bacia hidrográfica do rio Ivaí, PR. **Revista brasileira de Geociências**, 41(04), 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbgeo/a/Q7TzMv4FvFK6PRQFXTfY8hf/>. Acesso em: 02 de agosto de 2023.

GAMA, Luana Helena Oliveira Monteiro; ALMEIDA, Arlete Silva de; PAIVA, Paula Fernanda pinheiro Ribeiro; SILVA JR, Orleno Marques da; NAHUM, João

Santos. Cenários futuros de desmatamento na Floresta Nacional do Jamanxim-PA. **Rev. Bras. Cartogr.**, v. 75, p. 1, 2023.

GARCEZ, Lucas Nogueira. **Hidrologia**. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA: 1974.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em: <https://ayanrafael.com/wp-content/uploads/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9nicas-de-pesquisa-social.pdf>. Acesso em: 08 de janeiro de 2025.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: <https://home.ufam.edu.br/salomao/Tecnicas%20de%20Pesquisa%20em%20Economia/Textos%20de%20apoio/GIL,%20Antonio%20Carlos%20-%20Como%20elaborar%20projetos%20de%20pesquisa.pdf>. Acesso em: 02 de novembro de 2023.

GOÇALVES, Carlos Walter Porto. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. 14. ed. São Paulo: Contexto, 2006.

GONÇALVES, Diogo; DOS PASSOS, Messias Modesto. Da sistematização do conhecimento geográfico às diversas análises teóricas da paisagem e do geossistema. **Espaço em Revista**, v. 22, n. 2, p. 29-55, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufcat.edu.br/espaco/article/view/67328>. Acesso em: 03 de julho de 2022.

GONÇALVES, Diogo Laércio. **Uso e ocupação das terras no baixo curso do rio Paranapanema: conflitos e potencialidades da aplicação do Código Florestal** - Dissertação de Mestrado, FCT-UNESP. -Presidente Prudente, 2016. Disponível em: [file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/goncalves\\_dl\\_me\\_prud.pdf](file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/goncalves_dl_me_prud.pdf). Acesso em: 17 de março de 2025.

GONÇALVES, Mário Jorge de Souza; SANTOS, Jémison Mattos dos. Modelo de Gestão Hídrica Para Rios Perenes: Outorga Sazonal -Brasil. **Estudos Geográficos** (UNESP), v. 22, p. 251-274, 2025.

GONÇALVES, Mário Jorge de Souza. Detalhamento do fator hidrológico: um novo parâmetro para se avaliar anos hidrológicos excedentes, anos hidrológicos normais excedentes, anos hidrológicos normais deficitários e anos hidrológicos deficitários, além dos impactos nas vazões à jusante de barramentos. **Cadernos de Geociências**, V. 18, n. especial, 2023a. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cadgeoc/article/view/56147/29706>. Acesso em 03 de fevereiro de 2023.

GONÇALVES, Mário Jorge de Souza. Classificação do fluxo no rio utilizando a razão de fluxo (Rf). **Cadernos de Geociências**, V. 18, n. especial, 2023b. Disponível

em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cadgeoc/article/view/55993>. Acesso em: 22 de setembro de 2024.

**GONÇALVES, Mário Jorge de Souza. (2020). Estudo hidrológico do rio Parnaíba, na bacia hidrográfica do rio Parnaíba, visando a compreensão da dinâmica fluvial e a garantia hídrica para a tomada de decisão utilizando a metodologia: Hidrologia Avançada Experimental.** Apresentação em Power Point.

**GONÇALVES, Mário Jorge de Souza. (2019a). Metodologia de avaliação quantitativa das águas superficiais em bacias hidrográficas.** Palestra ministrada no dia 16 de maio de 2019, no auditório da Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal da Bahia-UFBA.

**GONÇALVES, Mário Jorge de Souza; TORRES, Antônio Puentes.** Distinção entre sub-bacias hidrográficas dos rios Carinhanha, Preto e Sapão, localizadas no Sistema Aquífero do Urucuia-SAU, a partir do tempo de retardo médio. (2019b). **Revista Mercator.** Submissão abril/2019.

**GONÇALVES, Mário Jorge de Souza. (2019c). Curvas integradas das médias acumuladas de precipitação e vazão (CIMApv) e sua interação com o tempo de retardo médio (TRM).** **Salvador** (2019c). Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/334446843\\_Curvas\\_integradas\\_das\\_medias\\_acumuladas\\_de\\_precipitacao\\_e\\_vazao\\_CIMApv\\_e\\_sua\\_interacao\\_com\\_o\\_tempo\\_de\\_retardo\\_medio\\_TRM](https://www.researchgate.net/publication/334446843_Curvas_integradas_das_medias_acumuladas_de_precipitacao_e_vazao_CIMApv_e_sua_interacao_com_o_tempo_de_retardo_medio_TRM). Acesso em 08 de fevereiro de 2022.

**GONÇALVES, Mário Jorge de Souza. Avaliação do impacto ambiental da redução de vazão na foz do rio São Francisco.** 1º Simpósio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. (2016). Disponível em: <<http://cdn.agenciapeixevivo.org.br/media/2019/06/Avaliza%C3%A7%C3%A3o-do-impacto-ambiental-da-redu%C3%A7ao-de-vaz%C3%A3o-na-foz-do-Rio-SF.pdf>> Acesso em: 13 de janeiro de 2022.

**GONÇALVES, Mário Jorge de Souza. (2014). Gestão quantitativa das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu no estado da Bahia – Brasil.** Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia. 167 p. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Go n%C3%A7alves%2C+M%C3%A1rio+Jorge+de+Souza>>. Acesso em: 12 de janeiro de 2022.

**GUEDES, Ivan Claudio. Análise morfotectônica do Planalto Ocidental Paulista, ao sul do Rio Tietê:** indicadores de deformações neotectônicas na fisiografia da paisagem. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/c6241df3-ba72-49e1-becf-63acc8da6950>. Acesso em: 22 de novembro de 2023.

**GUEDES, Ivan Claudio; SANTONI, Gisele de Cássia; ETCHEBEHERE, Mario Lincoln C.; STEVAUX, José Cândido; MORALES, Norberto; SAAD, Antonio Roberto.** Análise de perfis longitudinais de drenagens da bacia do rio Santo

Anastácio (SP) para detecção de possíveis deformações neotectônicas. **Revista UnG-Geociências**, v. 5, n. 1, p. 75-102, 2006. Disponível em: [https://www.academia.edu/66932560/An%C3%A1lise\\_De\\_Perfis\\_Longitudinais\\_De\\_Drenagens\\_Da\\_Bacia\\_Do\\_Rio\\_Santo\\_Anast%C3%A1cio\\_SP\\_Para\\_Detec%C3%A7%C3%A7%C3%A3o\\_De\\_Poss%C3%ADveis\\_Deforma%C3%A7%C3%A7%C3%83es\\_Neotect%C3%A3o\\_B4nicas](https://www.academia.edu/66932560/An%C3%A1lise_De_Perfis_Longitudinais_De_Drenagens_Da_Bacia_Do_Rio_Santo_Anast%C3%A1cio_SP_Para_Detec%C3%A7%C3%A7%C3%A3o_De_Poss%C3%ADveis_Deforma%C3%A7%C3%A7%C3%83es_Neotect%C3%A3o_B4nicas). Acesso em: 01 de junho de 2024.

GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Orgs). **Geomorfologia e meio ambiente**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUERRA, Antonio José Teixeira (Org.). **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1996.

GUIMARÃES, Felipe Silva; CORDEIRO, Cláudia Mendes; BUENO, Guilherme Taitson; CARVALHO, Vilma Lúcia Macagnan; NERO, Marcelo Antônio. Uma proposta para automatização do índice de dissecação do relevo. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.18, n.1, (Jan-Mar) p.155-167, 2017. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1163>. Acesso em: 02 de março de 2022.

G1 BAHIA. Prefeitura de Ilhéus decreta situação de emergência por causa da chuva; cidade registrou alagamentos e deslizamentos. **TV Bahia**, Itabuna, 02 de dezembro de 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2022/12/02/prefeitura-de-ilheus-decreta-situacao-de-emergencia-por-causa-da-chuva-cidade-registrou-alagamentos-deslizamentos-e-desalojados.ghtml>. Acesso em 05 de novembro de 2024.

HASSEGAWA, Welliton Rezende. **A Crise da Economia Pecuária Bovino-Extensiva da Micro-Região Pastoril de Itapetinga: Subordinação, Conflito e Mudança nas Relações de Produção nos Últimos 30 anos**. Mestrado em Ciência Agrária. Universidade Federal da Bahia – UFBA, Cruz das Almas, 1992.

HASUI, Yociteru *et al.* Evolução dos continentes. In: HASUI, Yociteru *et al.* (Ed.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012. p. 98-109. Disponível em: [http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/GeologiaBr\\_Degus2.pdf](http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/GeologiaBr_Degus2.pdf). Acesso em: 03 de março de 2022.

HORA, Silmara Borges da; GOMES, Ronaldo Lima. Mapeamento e avaliação do risco a inundação do Rio Cachoeira em trecho da área urbana do Município de Itabuna/BA. **Sociedade & Natureza**, v. 21, p. 57-75, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/wvzfPmYwJXtsRBPWjHsrdJP/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 03 de agosto de 2025

HORTON, Robert Elmer. Erosional development of streams and their drainage basins, hidrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v. 56, p. 275-370, 1945. Disponível em: <https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/gsabulletin/article/56/3/275/4075/EROSIONAL-DEVELOPMENT-OF-STREAMS-AND-THEIR>. Acesso em 05 de abril de 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=39499&t=resultados>. Acesso em 01 de abril de 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações Ambientais do Brasil, vegetação, 2024a**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em:

[https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/vegetacao/vetores/escala\\_250\\_mil/versao\\_2023/](https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/vetores/escala_250_mil/versao_2023/). Acesso em 11 de setembro de 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapeamento de Recursos Naturais do Brasil, geologia, 2023**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em:

[https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/geologia/levantamento\\_geologico/vetores/escala\\_250\\_mil/versao\\_2023/](https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geologia/levantamento_geologico/vetores/escala_250_mil/versao_2023/). Acesso em 01 de abril de 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapeamento de Recursos Naturais do Brasil, geomorfologia, 2023a**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em:

[https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/geomorfologia/vetores/escala\\_250\\_mil/versao\\_2023/](https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geomorfologia/vetores/escala_250_mil/versao_2023/). Acesso em 01 de abril de 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapeamento de Recursos Naturais do Brasil, pedologia, 2023b**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em:

[https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/pedologia/vetores/escala\\_250\\_mil/versao\\_2023/](https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/vetores/escala_250_mil/versao_2023/). Acesso em 01 de abril de 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Biomas Brasileiros**.

Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomas-brasileiros.html>. Acesso em 12 de outubro de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados de informações ambientais, 2022a**. Disponível em:

<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geomorfologia>. Acesso em: 27 de agosto de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bacias e divisão hidrográfica do Brasil, 2021**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/31653-bacias-e-divisoes-hidrograficas-do-brasil.html>. Acesso em: 19 de setembro de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha municipal 2020**.

Disponível em: [https://forest-gis.com/2022/10/ibge-atualiza-malha-municipal-e-intermediariabrasileira.html/#google\\_vignette](https://forest-gis.com/2022/10/ibge-atualiza-malha-municipal-e-intermediariabrasileira.html/#google_vignette). Acesso em 03 de março de 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Hidrogeologia do Nordeste, 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em:

[https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/geologia/levantamento\\_hidrogeologico\\_e\\_hidroquimico/mapas/regionais/](https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geologia/levantamento_hidrogeologico_e_hidroquimico/mapas/regionais/). Acesso em: 19 de setembro de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de pedologia**, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de vegetação**, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=263011>. Acesso em: 19 de setembro de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**. Departamento de Agropecuária, Segunda Apuração, Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: [https://ftp.ibge.gov.br/Censo\\_Agropecuario/Censo\\_Agropecuario\\_2006/Segunda\\_Apuracao/censoagro2006\\_2aapuracao.pdf](https://ftp.ibge.gov.br/Censo_Agropecuario/Censo_Agropecuario_2006/Segunda_Apuracao/censoagro2006_2aapuracao.pdf). Acesso em 05 de dezembro de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal**, 2022. Diretoria de Pesquisa, Coordenação de Agropecuária. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=37928>. Acesso em 05 de dezembro de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Logística dos Transportes**, Coordenação de Geografia / Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15793-logistica-dos-transportes.html?=&t=downloads>. Acesso em: 03 de março de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal**, 2002 a 2012. Diretoria de Pesquisa, Coordenação de Agropecuária. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=17941&t=downloads>. Acesso em 05 de dezembro de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de geomorfologia**, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66620.pdf>. Acesso em: 03 de março de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Clima do Brasil, Escala 1:5.000.000**, 2006. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/climatologia/15817-clima.html?=&t=downloads>. Acesso em: 03 de junho de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente** 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível

em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=24730>. Acesso em: 01 de agosto de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Glossário geológico**. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/metodos-e-outros-documentos-de-referencia/vocabulario-e-glossarios/16498-dicionario-geologico-geomorfologico.html>. Acesso em: 02 de agosto de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 1995-1996**. Departamento de Agropecuária, n. 15, Bahia. Rio de Janeiro: IBGE, 1998. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/48/agro\\_1995\\_1996\\_n15\\_ba.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/48/agro_1995_1996_n15_ba.pdf). Acesso em 05 de dezembro de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de Geologia**, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 1998. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv7919.pdf>. Acesso em: 19 de setembro de 2023.

ILHÉUS. Prefeitura inicia remoção de baronesas das praias de Ilhéus. **Prefeitura Municipal de Ilhéus**, 29 jan. 2024. Disponível em: <https://pimenta.blog.br/2024/01/29/prefeitura-inicia-remocao-de-baronesas-das-praias-de-ilheus/>. Acesso em 18 de abril de 2024.

INEMA. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Banco de dados, 2023**. Uso restrito.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Topodata**: mapa índice. Disponível em: <https://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Acesso em 03 de março de 2023.

ITABUNA. Prefeitura mobiliza Força-Tarefa para remoção de baronesas do Rio Cachoeira em Itabuna. **Prefeitura Municipal de Itabuna**, 26 jan. 2024. Disponível em: <https://itabuna.ba.gov.br/2024/01/26/prefeitura-mobiliza-forca-tarefa-para-remocao-de-baronesas-do-rio-cachoeira-em-itabuna/>. Acesso em 18 de abril de 2024.

ITABUNA. Estiagem nas bacias dos rios Almada e Cachoeira preocupa a Emasa. **Emasaitabuna.com.br**, 30 set. 2021. Disponível em: <https://www.emasaitabuna.com.br/site/estiagem-nas-bacias-dos-rios-almada-e-cachoeira-preocupa-a-emasa/>. Acesso em: 03 de março de 2023.

JESUS, Sabrina de. **Análise de mudanças espaço-temporais e previsão de cenários futuros no uso e ocupação do solo em uma bacia do Oeste Baiano**. Dissertação de Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional. Universidade estadual de Santa Cruz. Ilhéus, BA: UESC, 2023. Disponível em: <https://www.biblioteca.uesc.br/pergamonweb/downloadArquivo?vinculo=OUM4MTBBOVkyOWtSVzF3Y21WellUMHhNelFtWVdObGNuWnZQVGd5TmpBMkpuTmxjVkJoY21GbmNtRm1iejB5Sm5ObGNWTmxZMkZ2UFRnbWEyRnlaR1Y0UFU0bWJHOWpZV3hCY25GMWFYWnZQVU5QVFZCQIVsUkpURWhCVFVWT1Z>

FOG1ibTl0WIV0aGJXbHVhRzg5TURBd01EQXdMekF3TURBd01EazNMbkJrWmc9PUYzQzNGQUM=&nomeExtensao=.pdf. Acesso em 03 de setembro de 2024.

JÚNIOR, Juarez Cassiano de Lima; VIEIRA, Wedman de Lavor; MACÊDO, Kleber Gomes de; SOUZA, Samara Alves de; NASCIMENTO, Francisco Airdesson Lima do. Determinação das características morfométricas da sub-bacia do riacho Madeira Cortada, Quixelô, CE. In: **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. 2012. Disponível em: <https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/2868/1991>. Acesso em: 02 de março de 2024.

LAGE, Creuza Santos.; PEIXOTO, Heraldo.; VIEIRA, Cláudia Margarete Batista. Aspectos da vulnerabilidade ambiental na Bacia do Rio Corrente-BA. **Geotextos**: revista da Pós-graduação em Geografia. V. 4, n. 1 e 2. Salvador. Programa de pós-graduação em Geografia, 2008, p. 11-36. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/3293>. Acesso em: 03 de março de 2025.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. Disponível em: [https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy\\_of\\_historia-i/historia-ii/china-e-india/view](https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india/view). Acesso em: 02 de janeiro de 2025.

LEAL, Bruno. Ferramenta permite pesquisar em bancos de dados de impressos dos últimos 200 anos. 22 de dezembro de 2010. In: **Café História**. Disponível em: <https://www.cafehistoria.com.br/google-para-historiadores/>. Acesso em: 01 de março de 2025.

LIMA, Andreyer. Itabuna: Compare fotos históricas das enchentes de 1967 e 2021, **sejailimitado.com.br Conteúdo original**, Itabuna, 29 de dezembro de 2021. Disponível em: <https://sejailimitado.com.br/itabuna-compare-fotos-historicas-das-enchentes-de-1967-e-2021/>. Acesso em: 05 de novembro de 2024.

LIMA, Mirelle Tainá Vieira; OLIVEIRA, Carlos Wagner. Validação estatística dos dados climáticos disponíveis na plataforma Climate-Data.Org para o Estado do Ceará. **Revista GEAMA**, ScientificJournal of Environmental Sciences and Biotechnology, 7(2): 13-20, 2021. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/3583#:~:text=Observou%2Dse%20que%2C%20de%20acordo,de%202026%2C4%C2%B0C>. Acesso em: 04 de janeiro de 2025.

LIMA, Rafael Rodrigo Ferreira de. Cenário da conservação e da degradação da Mata Atlântica do SEALBA: uma exposição necessária. **Revista Contexto Geográfico**, v. 10, n. 23, 2025. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/contextogeografico/article/view/17721>. Acesso em 02 de agosto de 2025.

LUCHIARI, Maria Teresa Paes. A(re)significação da paisagem no período contemporâneo. In: ROSENDALH, Zeny & CORRÊA, Roberto Lobato. **Paisagem**,

**imaginário e espaço.** Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 2001. Disponível em: file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/551163505-A-RE-SIGNIFICACAO-DA-PAISAGEM-NO-PERIODO-CONTEMPORANEO-LUCHIARI-M.pdf. Acesso em 14 de março de 2025.

MACIEL, Dayana Serra; SILVA, Quésia Duarte da; FRANÇA, Danyella Vale Barros. Aplicação de parâmetros lineares e areais no alto curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, Maranhão. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 12, p. 57 - 67, jan. 2021. Disponível em: <<http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/1046>>. Acesso em: 07 de agosto de 2023.

MAPBIOMAS. PROJETO DE MAPEAMENTO ANUAL DE COBERTURA E USO DO SOLO DO BRASIL. **Coleção 8.0**. Disponível em: [https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/downloads/Legenda\\_Cole%C3%A7%C3%A3o\\_7\\_-\\_Descri%C3%A7%C3%A3o\\_Detalhada\\_-\\_PDF\\_PT.pdf](https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/downloads/Legenda_Cole%C3%A7%C3%A3o_7_-_Descri%C3%A7%C3%A3o_Detalhada_-_PDF_PT.pdf). Acesso em 09 de outubro de 2023.

MARTINS, Júlio. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Editora Dowbis, 2017. Disponível em: [https://www.academia.edu/37444609/Metodologia\\_da\\_Pesquisa\\_Científica](https://www.academia.edu/37444609/Metodologia_da_Pesquisa_Científica). Acesso em: 13 de julho de 2022.

MARTINS, Patrick Thomaz de Aquino. **Análise das intervenções antrópicas no manguezal do Rio Cachoeira, Ilhéus, Bahia**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Sergipe. Núcleo de Pós-Graduação em Geografia. São Cristóvão, SE, 2008. Disponível em: <https://ri.ufs.br/jspui/handle/123456789/5618>. Acesso em 05 de agosto de 2025.

MASCARENHAS, Rick. O tapete verde da morte: um sinal evidente da falta de saneamento básico. **Ipolítica**. Itabuna, 12 dez. 2019. Disponível em: <https://ipolitica.blog.br/o-tapete-verde-da-morte-um-sinal-evidente-da-falta-de-saneamento-basico/>. Acesso em: 18 de abril de 2023.

MENEZES, Rita Cunha Leal *et al.* O stock nefelina-sienítico Rio Pardo, província alcalina do sul do estado da Bahia. **Geonomos**, 20(1), 14-22, 2012. Disponível em: file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/nmouchrek,+Gerente+da+revista,+02\_Menezes\_et\_al\_b.pdf. Acesso em: 03 de abril de 2022.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Geossistemas**: a história de uma procura. 2. ed. São Paulo: Contextos, 2001. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6799>. Acesso em: 03 de janeiro de 2024.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Derivações antropogênicas dos geossistemas terrestres no Brasil e alterações climáticas: perspectivas urbanas e agrárias ao problema da elaboração de modelos de avaliação. In: I SIMPÓSIO A COMUNIDADE VEGETAL COMO UNIDADE BIOLÓGICA, TURÍSTICA E

ECONÔMICA, 1978, São Paulo. **Anais**[...] São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1978. Disponível em:  
<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/18325>. Acesso em: 08 de junho de 2023.

MORAES FILHO, João Cardoso Ribeiro; LIMA, Erison Soares. **Região de Itapetinga, sul da Bahia** (borda SE do Cráton do São Francisco): geologia e recursos minerais. CBPM – Companhia Baiana de Pesquisa Mineral. Série Arquivos Abertos 27. Salvador, Bahia, 2007. 60p. Disponível em:  
<https://www.cbpm.ba.gov.br/book/regiao-de-itapetinga-sul-da-bahia-borda-se-do-craton-do-sao-francisco-geologia-e-recursos-minerais/>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2023.

MORIN, Edgard. **Introdução ao pensamento complexo**. 5. ed. Porto Alegre: Sulina, 2015.

MORIN, Edgard. **O método 1: a natureza da natureza**. 2. ed. Porto Alegre: Sulina, 2008.

MUHAMMAD, Rizwan; ZHANG, Wenyin; ABBAS, Zaheer; GUO, Feng; GWIAZDZINSKI, Luc. **Spatiotemporal change analysis and prediction of future land use and land cover changes using QGIS MOLUSCE plugin and remote sensing big data**: a case study of Linyi, China. *Land*, v. 11, n. 3, p. 419, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-445X/11/3/419>. Acesso em: 07 de abril de 2022.

NACIF, Paulo Gabriel Soledade. **Ambientes naturais da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, com ênfase aos domínios pedológicos**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2000. Disponível em:  
<https://locus.ufv.br/items/aa752805-873d-47b8-bd82-dafed208c3a2>. Acesso em: 03 de março de 2022.

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues do; SAMPAIO, José Levi Furtado. Geografia Física, Geossistemas e Estudos Integrados da Paisagem. **Revista da Casa de Geografia de Sobral**. Sobral, v.6/7, nº 1, 2004/2005. Disponível em:  
<https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/130>. Acesso em: 09 de janeiro de 2025.

NAZÁRO, Héleno. Pesquisa mostra pontos a melhorar na gestão local de recursos hídricos. **Universidade Federal do Sul da Bahia-UFSB**, 18 mai. 2022. Disponível em: <https://ufsbl.br/ufsbl-ciencia/3535-pesquisa-mostra-pontos-a-melhorar-na-gestao-local-de-recursos>. Acesso em 18 de abril de 2024.

NERY, Maria Goreth e Silva; MENDES, Auro Aparecido. O Pólo calçadista de Itapetinga (BA): um estudo das relações produtivas e dos aspectos políticos do espaço industrial. In: GERARD, Lucia Helena de Oliveira; LOMBARDO, Magda Adelaide. (Org.). **Sociedade e Natureza na Visão da Geografia**. 1. ed. Rio Claro: Associação de Geografia Teórica- AGETEO, 2004, v. 1, p. 245-265. Disponível em: [https://d1wqxts1xzle7.cloudfront.net/105089294/o\\_polo-libre.pdf?1692305004=&response-content-](https://d1wqxts1xzle7.cloudfront.net/105089294/o_polo-libre.pdf?1692305004=&response-content-)

disposition=inline%3B+filename%3DO\_polo\_calcadista\_de\_Itapetinga\_BA\_um\_es.pdf&Expires=1754961006&Signature=Z-e7QqOjXcY1ZvcYQgsI2Z8Gaxz3bLi3Dx7lcRPUydeSVLpswkBKR2i08Rxwe9depNe-b8TNCoZz8fevnNTDu2EtmG4yu8Ow7x1F7wbGwAjhJYlBpBwZhsaYdO3BUE-L6GQo-UyngZtn255OXbVBTоВitJAHz6hmEiJGRzg5hAzGDXwViO2aMz8FElxCAXRPWq8VDJN082WZrueN-doN1DoUO3xX0C8QYCQ1ioR0yGSkN4LTt1RqgRbv71iLv3Y9-Xd~Xj63RxDv3bpjmMtKSB3vbVYpPfAdPFvoGmVwCMhR0vnZePHwEhfC47Lw4U2tS7u1ADUzJICT7fmDXUzGoA\_\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em 8 de agosto de 2025.

NEVES, Carlos Eduardo das. A geografia desconhecida de Georges Bertrand: contribuições à discussão e aplicação do “geossistema complexo” no brasil. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 15, p. 139-166, 2017.

NEVES, Carlos Eduardo das; GILNEI, Machado; HIRATA, carlos alberto; STIPP, Nilza Aparecida Freres. A importância dos geossistemas na pesquisa geográfica: uma análise a partir da correlação com o ecossistema. **Sociedade e natureza**, 26 (2), maio-agosto, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/qSDQ66gKwzJR3WHBBNPYXrw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 03 de março de 2024.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. Disponível em: file:///C:/Users/Emilson/Dropbox/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/liv81099.pdf. Acesso em: 28 de julho de 2023.

NOGUEIRA, Hugo Clapton; BOTELHO, Iago Fernandes; ALMAS, Rondinaldo Silva das. Aglomerações e concentração da atividade econômica na Bahia: um estudo da indústria coureiro-calçadista para o período 2010-2014. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, 2017: 1-20. Disponível em: file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/afgomes,+Editor+da+revista,+Aglomer%C3%A7%C3%A3o+B5es+e+concentra%C3%A7%C3%A3o+da+atividade+econ%C3%B4mica+na+Bahia%20(1).pdf. Acesso em 10 de agosto de 2025.

NOSSACK, Fábio Avila. **Planejamento da recomposição florestal pela análise multicriterial na sub-bacia do córrego do descalvado visando a conservação de recursos hídricos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/b787b568-ed0b-4291-8efd-aa71ce5bab70>. Acesso em: 04 de agosto de 2025.

OLIVEIRA, Nelma Gusmão de. De “capital da pecuária” ao “sonho de pólo calçadista”: a constituição da estrutura urbana de Itapetinga, BA. Mestrado (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador, 2002.

PASSOS, Dermeval. Região Sudoeste da Bahia: a organização do espaço econômico. **Sitientibus**, n. 27, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/8819>. Acesso em: 10 de abril de 2023.

PINTO, Nelson Luiz de Sousa; HOLTZ, Antonio Carlos Tatit; MARTINS, José Augusto; GOMIDE, Francisco Luiz Sibut. **Hidrologia Básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 1976.

PINTO, Nelson Luiz de Sousa; HOLTZ, Antonio Carlos Tatit; MARTINS, José Augusto. **Hidrologia de Superfície**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1973.

Plataforma de Apoio à Gestão Integrada da Infraestrutura Hídrica e Saneamento da Bahia. Disponível em: <https://portaldagua.sih.sab.gov.br/portalagua/>. Acesso em 18 de outubro de 2023.

PORTEGOÇALVES, Carlos Walter. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. 14. ed. São Paulo: Contexto, 2006.

PRADO JÚNIOR, Caio. **História econômica do Brasil**. São Paulo: Brasiliense, 1987.

PRODANOV, Cleber Cristiano. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: 05 de março de 2025.

Rio Cachoeira invade pista da BR-415, entre Ilhéus e Itabuna. **otabuleiro.com.br**, Itabuna, 28 de janeiro de 2024. Disponível em: <https://www.otabuleiro.com.br/blog/rio-cachoeira-invade-pista-da-br-415-entre-ilheus-e-itabuna>. Acesso em: 05 de novembro de 2024.

ROCHA, Lurdes Bertol. **A região cacaueira da Bahia – dos coronéis à vassoura-de-bruxa: saga, percepção, representação**. Ilhéus: Editus, 2008. Disponível em: [https://www.uesc.br/editora/livrosdigitais/a\\_regiao\\_cacaueira\\_da\\_bahia.pdf](https://www.uesc.br/editora/livrosdigitais/a_regiao_cacaueira_da_bahia.pdf). Acesso em: 02 de maio de 2022.

ROCHA, Nilzete Neli Caroline Granja da; ASSIS, Janaina Maria Oliveira de; FONTES, Andrea Sousa. Índice de anomalia de chuva e ocorrência de desastres relacionados à precipitação na bacia hidrográfica do rio Cachoeira, Bahia. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 21, n. 2024, 2024. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/OJS/index.php/REGA/article/view/915/155>. Acesso em 03 de agosto de 2025.

ROCHA, Paulo Cesar. Os processos geomórficos e o estado de equilíbrio fluvial no alto Rio Paraná, centro sul do Brasil. **Geosul**, v. 24, n. 48, p. 153-176, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/2177-5230.2009v24n48p153/12286>. Acesso em 08 de agosto de 2025.

RODRIGUES, Hermann Oliveira; SOARES-FILHO, Britaldo Silveira; COSTA, William Leles de Souza. Dinamica EGO, uma plataforma para modelagem de sistemas ambientais. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 21-26 abril, 2007, Florianópolis, p.3089-3096. **Anais**[...] Florianópolis, 2007. Disponível em: [file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/Dinamica\\_EGO\\_uma\\_plataforma\\_para\\_modelagem\\_de\\_sist.pdf](file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/Dinamica_EGO_uma_plataforma_para_modelagem_de_sist.pdf). Acesso em: 03 de março de 2024.

ROMERO, Vanessa; FORMIGA, Klebber Teodomiro Martins; MARCUZZO, Francisco Fernando Noronha. Estudo hidromorfológico de bacia hidrográfica urbana em Goiânia/GO. **Ciência e Natura**, v.39, n.2, 2017, p. 320 – 340, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/4675/467551029011/html/>. Acesso em: 23 de dezembro de 2024.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches; DEL PRETTE, Marcos Estevan. Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 12, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, Humanitas, 1998. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rdg/article/view/53736>. Acesso em: 02 de novembro de 2024.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 8, p. 63-74, 1994. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rdg/article/view/47327>. Acesso em: 13 de novembro de 2024.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo: USP/FFLCH, n. 6, p. 17-29, 1992. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rdg/article/view/47108>. Acesso em: 22 de novembro de 2024.

SÁNCHEZ, Luís Enrique; FONSECA, Alberto. **Polêmico e limitado:** o projeto da Lei Geral do Licenciamento Ambiental. Parecer Técnico preliminar sobre o PL 2.159/2021 (originalmente 3.729/2004). São Paulo e Ouro Preto, 2025.

SALGUEIRO, Teresa Barata. Paisagem e Geografia. **Revista Finisterra**, ano XXXVI, vol. 72, p. 37-53. Lisboa, 2001. Disponível em: [file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/1620-Texto%20do%20Trabalho-3770-1-10-20130102.pdf](file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/1620-Texto%20do%20Trabalho-3770-1-10-20130102.pdf). Acesso em: 20 de março de 2025.

SANTOS, Boaventura Sousa. **Um discurso sobre as ciências**. São Paulo: Cortez, 2003.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; ZARONI, Maria José; CLEMENTE, Eliane de Paula. **Solos Tropicais**. Latossolos. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais>. Acesso em 08 de fevereiro de 2022.

SANTOS, Jémison Mattos dos. **Apostila Didática da disciplina Análise e Gestão de Bacias Hidrográficas**. Curso de Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Feira de Santana -UEFS, 2017, 9 p.

SANTOS, Jémison. Mattos dos. Espaços físico-naturais, organização espacial e Território. Ensaioando outras perspectivas teóricas para análise geográfica. **XI-Encontro Nacional da ANPEGE**. A diversidade da geografia brasileira: escalas e dimensões da análise e da ação. UFF. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/305282233\\_PHYSICAL-NATURAL\\_SPACES\\_SPATIAL\\_AND\\_TERRITORY\\_ORGANIZATION\\_REHEARSING\\_OTHER\\_THEORY\\_PERSPECTIVES\\_FOR\\_GEOGRAPHICAL\\_ANALYSIS\\_ESPACOS\\_FISICO-NATURAIS\\_ORGANIZACAO\\_ESPACIAL\\_E\\_TERRITORIO\\_ENSAIANDO\\_OUTRAS\\_PER](https://www.researchgate.net/publication/305282233_PHYSICAL-NATURAL_SPACES_SPATIAL_AND_TERRITORY_ORGANIZATION_REHEARSING_OTHER_THEORY_PERSPECTIVES_FOR_GEOGRAPHICAL_ANALYSIS_ESPACOS_FISICO-NATURAIS_ORGANIZACAO_ESPACIAL_E_TERRITORIO_ENSAIANDO_OUTRAS_PER). Acesso em: 10 de março de 2023.

SANTOS, J. W.; PAULA, Francisco C. Fernandes; REGO, N. A. Tipologia Fluvial da Bacia Hidrográfica do Rio Salgado—Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, p. 217-226, 2008. Disponível em: <https://biblat.unam.mx/hevila/Revistabrasileiraderecursoshidricos/2008/vol13/no1/18.pdf>. Acesso em: 03 de agosto de 2025.

SANTOS, Anderson Alves; GOMES, Ronaldo Lima; REGO, Neylor A. Calasans. Avaliação da aplicação de cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Cachoeira, sul da Bahia. **REGA**. v. 8, n. 2, p. 5-18, jul./dez. 2011. Disponível em: [https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/78/1a86d421e9a8977e44507475795c210e\\_641cbc0345b1d15d802bfcb141924d0.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/78/1a86d421e9a8977e44507475795c210e_641cbc0345b1d15d802bfcb141924d0.pdf). Acesso em 03 de agosto de 2025.

SANTOS, Leandro Duarte dos; SCHLINDWEIN, Sandro Luís; FANTINI, Alfredo Celso; HENKES, Jairo Afonso; BELDERRAIN, Mischel Carmen Neyra. Dinâmica do desmatamento da Mata Atlântica: causas e consequências. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. 3, p. 378-402, 2020. Disponível em: [https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/8339/5389](https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/8339/5389). Acesso em 01 de agosto de 2025.

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

SANTOS, Valdex de Jesus; OLIVEIRA, Francisco Bruno Souza; PALMEIRA, Eduardo Silva. Contribuição individual dos parâmetros do índice de qualidade da água – IQA do rio Cachoeira, região sul da Bahia. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 4, n. 2, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/14886>. Acesso em: 28 de abril de 2023.

SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antonio Fernando Monteiro. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. 2.ed. Ilhéus, Ba: Editus, 2002.

SCHIAVETTI, Alexandre; SCHILLING, Ana Cristina; OLIVEIRA, Haydée Torres de. Caracterização Sócio-ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, sul da Bahia, Brasil. In: **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. 2.ed. Ilhéus, Ba: Editus, 2002.

SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Tipologia Climática Thomtwaite e Matter**. Coordenação de Cartografia e Geoprocessamento - Cartgeo, Salvador: SEI, 1998. Disponível em: <https://metadados.ide.ba.gov.br/geonetwork/srv/api/records/79b11043-b005-4ebe-b055-b26d4772aa47>. Acesso em: 29 de julho de 2025.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23<sup>a</sup> ed. São Paulo: Cortez, 2007. Disponível em: [https://www.ufrb.edu.br/ccaab/images/AEPE/Divulga%C3%A7%C3%A3o/LIVROS/Metodologia\\_do\\_Trabalho\\_Cient%C3%ADfico\\_-\\_1%C2%AA\\_Edi%C3%A7%C3%A3o\\_-\\_Antonio\\_Joaquim\\_Severino\\_-\\_2014.pdf](https://www.ufrb.edu.br/ccaab/images/AEPE/Divulga%C3%A7%C3%A3o/LIVROS/Metodologia_do_Trabalho_Cient%C3%ADfico_-_1%C2%AA_Edi%C3%A7%C3%A3o_-_Antonio_Joaquim_Severino_-_2014.pdf). Acesso em: 25 de fevereiro de 2025.

SILVA, Emilson Batista da. **As intervenções sócioespaciais na Baía do Pontal – Ilhéus/BA e suas repercussão morfogenéticas**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

SILVA, Kaique Brito; AMORIM, Raul Reis; REGO, Neylon Alves Calasans. A representação dos geossistemas com ênfase no estudo dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Cachoeira, Brasil. **Caminhos de Geografia**, 19(67), 54-67. 2018. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/40022>. Acesso em 13 março de 2024.

SILVA, Kaique Brito. **Abordagem geográfica para valoração de recurso hídrico baseado em características sistêmicas da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, Bahia-Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. Campinas/MG, 2021. Disponível em: [file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/silva\\_kaiquebrito\\_d%20\(1\).pdf](file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/silva_kaiquebrito_d%20(1).pdf). Acesso em: 11 de agosto de 2023.

SILVA, Kaique Brito. **Caracterização das bacias dos Rios Colônia, Salgado e Cachoeira e suas contribuições para estudos de confluências**. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente. Ilhéus, BA: UESC, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/329169037\\_CARACTERIZACAO\\_DAS\\_BACIAS\\_DOS\\_RIOS\\_COLONIA\\_SALGADO\\_E\\_CACHOEIRA\\_E\\_SUAS\\_CONTRIBUICOES\\_PARA\\_ESTUDOS\\_DE\\_CONFLUENCIAS](https://www.researchgate.net/publication/329169037_CARACTERIZACAO_DAS_BACIAS_DOS_RIOS_COLONIA_SALGADO_E_CACHOEIRA_E_SUAS_CONTRIBUICOES_PARA_ESTUDOS_DE_CONFLUENCIAS). Acesso em: 11 de agosto de 2023.

SILVA, Luiz Carlos da; ARMSTRONG, Richard; DELGADO, Inacio de Medeiros; PIMENTEL, Márcio; ARCANJO, João Baptista A.; MELO, Roberto Campello de; TEIXEIRA, Leo Rodrigues; JOST, Hardy; CARDOSO FILHO, João Moraes;

PEREIRA, Luiz Henrique Monteir. Reavaliação da evolução geológica em terrenos Précambrianos brasileiros com base em novos dados U-Pb SHRIMP. Parte I: limite centro-oriental do Cráton São Francisco na Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**. v. 32, n. 4, dezembro, 2002. Disponível em: <https://pgegeo.igc.usp.br/portal/index.php/rbg/reavaliacao-da-evolucao-geologica-em-terrenos-precambrianos-brasileiros-com-base-em-novos-dados-upb-shrimp-parte-i-limite-centrooriental-do-craton-sao-francisco-na-bahia/>. Acesso em: 21 de março de 2023.

SILVA-FORSBERG, Maria Clara. Restauração ecológica e proteção da biodiversidade no sistema de micro-bacias hidrográficas em Atenas, Alajuela, Costa Rica. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 98-118, 2017. Disponível em: <https://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/293>. Acesso em: 04 de agosto de 2025.

SILVA, Sandro Menezes. Diagnóstico das restingas no Brasil. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da zona costeira e marinha**, 1999. Disponível em: [https://www.rmpcecolologia.com/atlas/literatura/ART/Art\\_63.pdf](https://www.rmpcecolologia.com/atlas/literatura/ART/Art_63.pdf). Acesso em: 15 de janeiro de 2024.

SILVA, Vinícius de Amorim; FIGUEIREDO, Antonio Fábio Reis; FILHO, Archimedes Perez; MOREAU, Maurício Santana; REGO, Neylor Alves Calasans. Caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Colônia no Litoral Sul da Bahia. In: **XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Viçosa, 2009.

SILVEIRA, André Luiz Lopes da. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, Carlos Eduardo Morelli (Org). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Cap. 2. ed. Porto Alegre: Ed.Universidade/UFRGS: ABRH, 2001. Disponível em: [file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/pdfcoffee.com\\_livro-hidrologia-ciencia-e-aplicacao-carlos-tuccipdf-pdf-free.pdf](file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/pdfcoffee.com_livro-hidrologia-ciencia-e-aplicacao-carlos-tuccipdf-pdf-free.pdf). Acesso em: 03 de janeiro de 2023.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. A Pesquisa Científica. In: GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. Orgs. **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS. Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: UFRGS, 2009. Disponível em: [https://memoria.lti.pro.br/userfiles/downloads/13\\_Livro\\_Metodos\\_de\\_Pesquisa.pdf](https://memoria.lti.pro.br/userfiles/downloads/13_Livro_Metodos_de_Pesquisa.pdf). Acesso em: 05 de fevereiro de 2025.

SMITH, Kenneth. G. Standards for grading texture of erosion al topography. **American Journal of Science**, v. 248, n. 9, p. 655-668, 1950. Disponível em: [file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/-content-ajs-248-9-655.full.pdf](file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/-content-ajs-248-9-655.full.pdf). Acesso em: 02 de março de 2025.

SOARES, Ângela Maria. **A dinâmica hidrológica da bacia do alto curso do rio Uberabinha – Minas Gerais.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Uberlândia/MG, 2008.

SOARES-FILHO, Britaldo Silveira. **Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica.** Tese de Doutorado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 1998.

SOTCHAVA, Viktor Borisovich. O estudo de geossistemas. **Revista Métodos em Questão**, IG/USP, n.16, São Paulo, 1977. Disponível em: [file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/110712928-Sotchava-o-Estudo-de-Geossistemas.pdf](file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/110712928-Sotchava-o-Estudo-de-Geossistemas.pdf). Acesso em: 02 de janeiro de 2022.

SOUSA, Flávio Alves de.; RODRIGUES, Sílvio Carlos. 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>. Acesso em: 03 de junho de 2024.

SOUSA, Marivalda Guimarães. **O rio Cachoeira aquém de sua poesia: imaginário das águas e sustentabilidade ambiental através do turismo litorâneo e Ilhéus – BA.** Dissertação de Mestrado em Cultura e Turismo. Universidade Estadual de Santa Cruz / Universidade Federal da Bahia. Ilhéus/BA, 2005.

SOUZA, Andréa Sena Nery de. **Geomorfologia e os aspectos da morfodinâmica quaternária da Serra da Putuma-Conceição da Feira-BA.** Monografia. Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS. Bacharelado em Geografia. Feira de Santana, BA: UEFS, 2022.

SOUZA, Carlos. M.; SHIMBO, Julia Z.; ROSA, Marcos R.; PARENTE, Leandro L.; ALENCAR, Ane A.; RUDORFF, Bernardo F. T.; HASENACK, Heinrich.; MATSUMOTO, Marcelo.; FERREIRA, Laerte G.; SOUZA-FILHO, Pedro W. M.; oliveira, Sergio W. de.; ROCHA, Washington F.; FONSECA, Antônio V.; MARQUES, Camila B. DINIZ, Cesar G.; COSTA, Diego; MONTEIRO, Dyeden; ROSA, Eduardo R.; VÉLEZ-MARTIN, Eduardo; WEBER, Eliseu J.; LENTI, Felipe E. B.; PATERNOST, Fernando F.; PAREYN, Frans G. C.; SIQUEIRA, João V.; VIEIRA, José L.; NETO, Luiz C. Ferreira; SARAIVA, Marciano M.; SALES, Márcio H.; SALGADO, Moisés P. G.; VASCONCELOS, Rodrigo; GALANO, Soltan; MESQUITA, Vinicius V.; AZEVEDO, Tasso. **Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and Earth Engine.** Remote Sens 12, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/17/2735>. Acesso em: 23 de janeiro de 2024.

SOUZA, Cristiano Marcelo Pereira de; MOREAU, Maurício Santana; MOREAU, Ana Maria Souza dos Santos; FONTES, Ednice de Oliveira. Níveis de Degradação de Pastagens da Bacia do Rio Colônia-BA com Uso de Imagens LANDSAT 5TM. **Revista Brasileira De Geografia Física**, 3(3), 228–243. Disponível em:

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232685/26697>. Acesso em 10 de agosto de 2025.

SOUZA, Énio Resende de; FERNANDES, Mauricio Roberto. Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentáveis das atividades rurais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n.207, p.15-20, nov./dez. 2000.

SOUZA, Renato Barros de; SOUZA, Jucélio de Barros; GOLDFARB, Maurício Costa. Determinação e análise do perfil longitudinal do rio Una – PE. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 19, 2011, Maceió. **Anais[...]** Maceió: [s.n.] 2011. Disponível em: [https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/81/c8282f545639292f2433e543deb6d988\\_899c3109245439ce1448e20256c3987f.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/81/c8282f545639292f2433e543deb6d988_899c3109245439ce1448e20256c3987f.pdf). Acesso em: 01 de setembro de 1923.

STRAHLER, Arthur Newell. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions American Geophysical Union**, New Haven, v. 38, p. 913-920, 1957. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/TR038i006p00913>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2023.

STRAHLER, Arthur Newell. **Hypsometric (Area-Altitude) Analysis Of Erosional Topography**. Geological Society of America Bulletin [Online] 63(11), 1952. Disponível em: <https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/gsabulletin/article-abstract/63/11/1117/4477/HYPSOMETRIC-AREA-ALTITUDE-ANALYSIS-OF-EROSIONAL?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em 17 de agosto de 2023.

TONELLO, Kelly Cristina. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães, MG**. 2005. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2005. Disponível em: <https://locus.ufv.br/items/c94e616e-f0d6-4bc8-996f-fdb5a682eb22/full>. Acesso em: 22 de outubro de 2023.

TROLL, Carl. A paisagem Geográfica e sua investigação. N. 4. Rio de Janeiro-RJ: **Revista Espaço e Cultura**, 1997, p 1-7. Disponível em: <http://www.epublicacoes.uerj.br/index.php/espacoecultura/issue/view/515>. Acesso em 19 de março de 2015.

TROLL, Carl. El paisaje geográfico y su investigación. In: MENDONZA, J. G.; JIMINES, J. M. y CANTERO, N. O. (Orgs). **El pensamiento geográfico. Estudio interpretativo y antología de textos (de Humboldt a las tendencias radicales)**. Madrid: Alianza Editorial, 1982.

TROPPMAIR, Helmut; GALINA, Marcia Helena. Geossistemas. **Mercator – Revista de Geografia da UFC**, ano 05, n. 10, 2006. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/69>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, SUPREN, 1977. Disponível em: [https://docs.ufpr.br/~edugeo/GB082/Bibliografia/Tricart\\_Ecodinamica.pdf](https://docs.ufpr.br/~edugeo/GB082/Bibliografia/Tricart_Ecodinamica.pdf). Acesso em: 02 de maio de 2022.

TURELLA, Débora Saccaro. **Critérios de dimensionamento para bacia de dissipação por ressalto hidráulico tipo I**. 2010. 87 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/26027>. Acesso em: 22 de julho de 2023.

TV SANTA CRUZ. Após obras ficarem paradas por 3 anos, barragem do Rio Colônia é inaugurada no sul da BA; custo foi de R\$ 111 milhões. **G1.Globo.com**, 04 jul. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/apos-obras-ficarem-paradas-por-3-anos-barragem-do-rio-colonia-e-inaugurada-no-sul-da-ba-custo-foi-de-r-111-milhoes.ghtml>. Acesso em 03 de março de 2023.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; MENDES, Carlos André. **Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2006. Disponível em: <http://projects.mcrit.com/ceara/attachments/article/189/Avali%C3%A7ao%20ambiental%20de%20bacias%20hidrogr%C3%A1ficas.pdf>. Acesso em: 03 de setembro de 2024.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Hidrologia: Ciência e Aplicação. In: TUCCI, Carlos Eduardo Morelli (Org). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001. Disponível em: [file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/pdfcoffee.com\\_livro-hidrologia-ciencia-e-aplicacao-carlos-tuccipdf-pdf-free.pdf](file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/pdfcoffee.com_livro-hidrologia-ciencia-e-aplicacao-carlos-tuccipdf-pdf-free.pdf). Acesso em: 03 de janeiro de 2023.

UCHA, José Martins; HADLICH, Gisele Mara; CARVALHO, Eric George dos Santos. Manguezais e carcinicultura no Baixo Sul do Estado da Bahia, Brasil. XV Simpósio Brasileiro de Sensoreamento Remoto-SBSR. **Anais[...]** Curitiba, PR, 2011. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/228844273\\_Manguezais\\_e\\_carcinicultura\\_no\\_Baixo\\_Sul\\_do\\_Estado\\_da\\_Bahia\\_Brasil](https://www.researchgate.net/publication/228844273_Manguezais_e_carcinicultura_no_Baixo_Sul_do_Estado_da_Bahia_Brasil). Acesso em 11 de maio de 2023.

VENTURI, Luis Antonio Bittar (Org). **Praticando a geografia: técnicas de campo e laboratório em Geografia e análise ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

VILAÇA, Marina Freitas; GOMES, Ivair; MACHADO, Marley Lamounier; VIEIRA, Eliane Maria; SIMÃO, Maria Lélia Rodriguez. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: o estudo de caso da bacia do ribeirão Conquista no município de Itaguara- MG. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009, Viçosa. **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, 2009.

VILLELA, Swami Marcondes; MATTOS, Arthur. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

VITTE, Antonio Carlos. O desenvolvimento do conceito de paisagem e a sua inserção na Geografia Física. **Mercator – Revista de Geografia da UFC**, v. 6, n. 11, 2007, p. 71-78. Disponível em:  
[file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20\(LAPTOP-2FKMGTQQ\)/Downloads/O\\_Desenvolvimento\\_Do\\_Conceito\\_De\\_Paisage.pdf](file:///C:/Meus%20Documentos/My%20PC%20(LAPTOP-2FKMGTQQ)/Downloads/O_Desenvolvimento_Do_Conceito_De_Paisage.pdf). Acesso em: 19 de março de 2025.

YIN, Robert Kuo-zuir. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. Disponível em:  
[http://maratavarespsistics.pbworks.com/w/file/fetch/74304716/3-YIN-planejamento\\_metodologia.pdf](http://maratavarespsistics.pbworks.com/w/file/fetch/74304716/3-YIN-planejamento_metodologia.pdf). Acesso em: 25 de março de 2025.

YIN, Robert Kuo-zuir. **Case Study Research - Design and Methods**. Sage Publications Inc., USA, 1989. Disponível em:  
[https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=FzawIAdilHkC&oi=fnd&pg=PR1&ots=l-1P3fmS3u&sig=zn-U3OySZAPoQRF5RY\\_DFPjkjzg&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=FzawIAdilHkC&oi=fnd&pg=PR1&ots=l-1P3fmS3u&sig=zn-U3OySZAPoQRF5RY_DFPjkjzg&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false). Acesso em 08 de março de 2025.

ZARONI, Maria José; SANTOS, Humberto Gonçalves dos. **Solos Tropicais**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais>. Acesso em 08 de fevereiro de 2022.

## APÊNDICE A – Descrição dos índices morfométricos.

Quadro 19 - Índices morfométricos utilizados na pesquisa.

Características geométricas					
Parâmetro	Conceito	Fórmula	Valores de referência	Autores/Autoras	Unidade
<b>Área</b>	É toda a área drenada pelo conjunto do sistema fluvial, projetada em plano horizontal), inclusa entre os divisores topográficos da bacia.	-	-	Christofoletti (1980); Villela e Mattos (1975).	Km <sup>2</sup>
<b>Perímetro</b>	É o comprimento da linha imaginária ao longo dos divisores de água de uma bacia.	-	-	Tonello (2005).	Km
<b>Coeficiente de Compacidade (Kc)</b>	É um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente e de seu tamanho. A depender de outros fatores, existe tendência para maiores enchentes quanto mais próximo da unidade for o valor desse índice.	$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$ P = perímetro da bacia (km). A = área da bacia (km <sup>2</sup> ).	1,00 a 1,25 = alta probabilidade de enchentes; 1,26 a 1,50 = tendência mediana a enchentes; > 1,50 = não sujeito a enchentes.	Júnior <i>et al</i> (2012); Villela e Mattos (1975).	-
<b>Fator de forma (Kf)</b>	É o índice que relaciona a forma da bacia com um retângulo e indica a maior ou menor suscetibilidade da bacia para cheias.	$K_f = \frac{A}{L^2}$ A = área da bacia (Km <sup>2</sup> ). L = extensão do curso d'água mais longo (Km <sup>2</sup> ). L = largura média (Km <sup>2</sup> ).	< 0,50 = não sujeito a enchentes; 0,50 a 0,75 = tendência mediana a enchentes; 1,00 a 1,75 = sujeita a enchentes.	Júnior <i>et al</i> (2012); Villela e Mattos (1975).	-
<b>Índice de circularidade (IC)</b>	É o índice que à medida que se aproxima da unidade indica a circularidade da bacia e à medida	$Ic = 12,57 \frac{A}{P^2}$ A = área da bacia (Km <sup>2</sup> ).	< 0,51 = Forma alongada 0,51 a 0,75 = Forma intermediária	Cardoso <i>et al</i> (2006).	-

	que se distancia indica a forma alongada da bacia.	P = perímetro da bacia (km).	0,76 a 1,00 = Forma circular.		
<b>Padrão de drenagem</b>	É o arranjo espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição de camadas das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região.	-	-	Christofoletti (1980).	-
<b>Características do relevo</b>					
Parâmetro	Conceito	Fórmula	Valores de referência	Autores/Autoras	Unidade
<b>Orientação</b>	Corresponde à exposição da bacia aos raios solares, tomando-se como referência os pontos cardinais.		No hemisfério sul, as bacias com orientação norte recebem maior quantidade de calor do que as de orientação sul. As nascentes de orientação Sul e Leste são conservadoras de umidade, ao passo que as de Norte e Oeste são dispersoras.	Tonello (2005).	-
Altitude mínima	-	-	-	ASF (2022);	m
Altitude média				ASF (2022).	m
Altitude máxima				ASF (2022);	m
Declividade	Declividade é a	-	-	ASF (2022);	%

mínima	variação de altitude entre dois pontos do terreno, em relação à distância que os separa.			Tonnello (2005).	
Declividade média					
Declividade máxima					
Diferença altimétrica ( $\Delta H$ ) (m)	Diferença máxima de altitude entre o ponto de origem e o término com o comprimento do respectivo segmento fluvial.	$\Delta H = \text{Alt. Max} - \text{Alt. Min}$	-	Romero, Formiga e Marcuzzo (2017).	m
<b>Razão de Relevo (Rr)</b>					
	É o índice que considera o relacionamento entre a amplitude altimétrica máxima e a maior extensão da bacia hidrográfica medida paralelamente à principal linha de drenagem.	$Rr = \Delta H / L'$ $\Delta H = \text{Diferença altimétrica (m).}$ $L' = \text{Comprimento do canal axial (m).}$	0,0 a 0,10 – Baixa declividade; 0,11 a 0,30 – Média declividade; 0,31 a 0,60 – Alta declividade.	Piedade (1980 Apud Maciel, Silva e França, 2021); Romero, Formiga e Marcuzzo (2017); Strahler (1957).	-
<b>Índice de Rugosidade (Ir)</b>					
	É o índice que combina as qualidades de declividade e comprimento das vertentes com a densidade de drenagem, expressando-se como número adimensional.	$Ir = \Delta H * Dd$ $\Delta H = \text{Diferença altimétrica (km).}$ $Dd = \text{Densidade de drenagem (km/ km}^2\text{).}$	0 a 150 – Relevo plano com declividade média até 3%; 151 a 550 – Relevo ondulado, com declividade média entre 3% e 8%; 551 a 950 – Relevo ondulado, com declividade média entre 9% e 20%; > 950 – Relevo fortemente ondulado a montanhoso, a escarpado, com declividade média superior a 30%.	Christofoletti (1980); Sousa e Rodrigues (2012).	-
<b>Características do sistema de drenagem</b>					
Parâmetro	Conceito	Fórmula	Valores de referência	Autores/Autoras	Unidade
Extensão do	É a distância mais	-	-	Christofoletti	Km

curso d'água mais longo (L)	longa que se estende ao longo do curso de água desde a desembocadura até determinada nascente.			(1980).	
Comprimento do canal axial (comprimento da bacia) (L')	Corresponde à direção do vale principal, entre a foz e o ponto extremo sobre a linha do divisor de águas (Distância da nascente até a foz em linha reta.).	-	-	Rodrigues e apêndice a (2009).	Km
Comprimento total da drenagem (Lt)	Soma da medida de todos os cursos da bacia.	-	-	Christofoletti (1980).	Km
Número de segmentos de rios (Nt)	É a soma dos canais nas diversas ordens.	-	-	Christofoletti (1980).	-
Densidade de Drenagem (Dd)	É o índice responsável pelo grau de desenvolvimento de um sistema de drenagem. Correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia.	$D_d = Lt/A$ Lt = Comprimento total da drenagem (km). A = Área (km <sup>2</sup> )	<0,5=Drenagem pobre; 0,5 a 1,5=Drenagem regular; 1,5 a 2,5=Drenagem boa; 2,5 a 3,5=Drenagem muito boa; >3,5= Bacia excepcionalmente bem drenada.	Carvalho e Silva (2006); Christofoletti (1980); Horton (1945); Villela e Mattos (1975).	Km/ Km <sup>2</sup>
Densidade Hidrográfica (Dh)	É o índice que tem a finalidade de comparar a frequência ou a quantidade de cursos de água existentes em uma área de tamanho padrão, como por exemplo o km <sup>2</sup> . Indica a capacidade de geração de novos cursos d'água.	$Dh = Nt/A$ Nt = N° de segmentos de rios. A = Área (km <sup>2</sup> )	<3=Baixa; 3 a 7=Média; 7 a 15=Alta; >15=Extremamente Alta.	Christofoletti (1980); Horton (1945); Strahler (1952).	un/ Km <sup>2</sup>
Ordem dos cursos	É uma classificação que reflete o grau de ramificação ou bifurcação dentro de uma bacia.			Villela e Mattos (1975); Strahler (1957).	

	A rede hidrográfica foi ordenada de acordo com Strahler (1957), que considera todos os canais sem tributários como de primeira ordem; os canais de segunda ordem, por outro lado, se originam da confluência de dois canais de primeira ordem; os de terceira ordem, por sua vez, se formam pela junção de canais de ordem 2.				
Índice de Sinuosidade (Is)	É o índice que determina o fator de controle da velocidade do escoamento.	$Is=L/L'$  L = Comprimento do curso principal (km).  Comprimento do canal axial (km).	Valores próximos a 1 = os canais tendem a ser retilíneos  Valores superiores a 2 = os canais tendem a ser tortuosos  Valores intermediários = indicam formas de transição, regulares e irregulares.	Teodoro <i>et al</i> (2007); Villela e Mattos (1975).	-
Extensão Média do Escoamento Superficial (Lm)	É a distância média em que a água da chuva teria que escoar sobre os terrenos de uma bacia, caso o escoamento se desse em linha reta desde onde a chuva caiu até o canal de drenagem mais próximo.	$Lm=A/(4*Lt)$  A = Área ( $km^2$ ).  Lt = Comprimento total da drenagem (km).		Villela e Mattos (1975).	Km

Fonte: Produção do autor.

## APÊNDICE B – Classes utilizadas na pesquisa.

Quadro 20 - Classes utilizadas na pesquisa após a reclassificação do *raster* fornecido pelo MapBiomas.

Classe após reclassificação	Legenda do MapBiomas
Floresta	Floresta Formação Savânicas Restinga Arbórea
Formação Natural não Florestal	Formação Natural não Florestal Outras Formações não Florestais Afloramento Rochoso Apicum Restinga Herbácea
Pastagem	Pastagem
Agropecuária	Agropecuária Agricultura Lavoura Temporária Lavoura Perene Cana Soja Arroz Dendê (beta) Café Citrus Algodão (beta) Silvicultura Outras Lavouras Temporárias Outras Lavouras Perenes Mosaico de Usos
Área não vegetada	Área não vegetada Praia, Duna e Areal Mineração Outras Áreas não vegetadas
Área Urbanizada	Área Urbanizada
Corpo D'água	Corpo D'água Rio, Lago e Oceano Aquiticultura Não observado

Fonte: MapBiomas (2023). Produção do autor.

## APÊNDICE C – Tipos de (CIMApv) na formação da vazão no rio.

Quadro 21 - Classificação dos tipos de (CIMApv), quanto à relação de dependência da precipitação e do aquífero na formação da vazão no rio.

<b>Tipo de Curva</b>	<b>Linha de Precipitação</b>	<b>Linha de Vazão</b>	<b>Contribuição na formação da vazão do rio analisado</b>
<b>C1</b>	Retilínea e muito acima da linha de vazão.	Sinuosa e muito abaixo da linha de precipitação.	Grande dependência da chuva e pequena dependência do aquífero.
<b>C2</b>	Retilínea e pouco acima da linha de vazão.	Sinuosa e pouco abaixo da linha de precipitação.	Grande dependência da chuva e média dependência do aquífero.
<b>C3</b>	Retilíneo e muito abaixo da linha de vazão.	Sinuosa e muito acima da linha de precipitação.	Pequena dependência da chuva e grande dependência do aquífero.
<b>C4</b>	Retilíneo e pouco abaixo da linha de vazão.	Sinuosa e pouco acima da linha de precipitação.	Média dependência da chuva e média dependência do aquífero.
<b>C5</b>	Sinuosa e muito abaixo da linha de vazão.	Retilínea e muito acima da linha de precipitação.	Pequena dependência da chuva e Grande dependência do aquífero.
<b>C6</b>	Sinuosa e pouco abaixo da linha de vazão.	Sinuosa e pouco abaixo da linha de vazão.	Média dependência da chuva e Grande dependência do aquífero.
<b>C7</b>	Sinuosa e pouco acima da linha de vazão.	Retilíneo e pouco abaixo da linha de precipitação.	Média dependência da chuva e média dependência do aquífero.
<b>C8</b>	Sinuosa e muito acima da linha de vazão.	Retilínea muito abaixo da linha de precipitação.	Grande dependência da chuva e Pequena dependência do aquífero.
<b>C9</b>	Sinuosa e pouco abaixo da linha de vazão.	Sinuosa e pouco acima da linha de precipitação.	Pequena dependência da chuva e Média dependência do aquífero.
<b>C10</b>	Sinuosa e muito abaixo da linha de vazão.	Sinuosa e muito acima da linha de precipitação.	Pequena dependência da chuva e Grande dependência do aquífero.
<b>C11</b>	Sinuosa e pouco acima da linha de vazão.	Sinuosa e pouco abaixo da linha de precipitação.	Média dependência da chuva e Pequena dependência do aquífero.
<b>C12</b>	Sinuosa e muito acima da linha de vazão.	Sinuosa e muito abaixo da linha de precipitação.	Grande dependência da chuva e pequena dependência do aquífero.
<b>C13</b>	Quase paralela e muito próxima, mas acima da linha de vazão.	Quase paralela e muito próxima, mas abaixo da linha de precipitação.	A precipitação tem leve predominância sobre o aquífero na formação da vazão.
<b>C14</b>	Quase paralela e muito próxima, mas abaixo da linha de vazão.	Quase paralela e muito próxima, mas acima da linha de precipitação.	O aquífero tem leve predominância sobre a precipitação na formação da vazão.
<b>C15</b>	Paralelas e coincidentes.	Paralela e coincidentes.	Não tem predominância na formação da vazão.
<b>C16</b>	Retilínea e muito acima da linha de vazão.	Retilíneo e muito abaixo da linha de precipitação.	Grande dependência da chuva e pequena dependência do aquífero.
<b>C17</b>	Retilínea e pouco acima da linha de vazão.	Retilínea pouco abaixo da linha de precipitação.	Média dependência da chuva e média dependência do aquífero.
<b>C18</b>	Retilíneo e muito abaixo da linha de vazão.	Retilíneo e muito acima da linha de	Pequena dependência da chuva e Grande dependência do aquífero.

		precipitação.	
<b>C19</b>	Pequena dependência da chuva e Grande dependência do aquífero.	Retilínea pouco acima da linha de precipitação.	Média dependência da chuva e média dependência do aquífero.

Fonte: Gonçalves (2019c).

## APÊNDICE D – Monitoramento fluviométrico da BHRC.

Quadro 22 - Estações fluviométricas existentes na BHRC.

Código	Nome	Operadora	Período
53125000	Fazenda Manaus*	ANA	1969-2010
53130000	Itajú do Colônia	INEMA	Início: 1962
53130001	Itajú do Colônia*	DNOS	1970-1982
53130400	Ponte BA-667*	INEMA	2016-2021
53130500	Rio Colônia (QA)	INEMA	Início: 1999
53140000	Estiva de Baixo*	INEMA	Início: 1968
53140500	Fazenda Canaã*	DNOS	1970-1982
53141001	Fazenda Santa Fé*	DNOCS	1977-1982
53150000	Santa Cruz da Vitória*	ANA	1969-1980
53150000	Santa Cruz da Vitória*	ANA	1977-1979
53154000	Ibicaraí (QA)	INEMA	Início: 2016
53155000	Ibicaraí*	SUDENE	1970-1984
53155050	Firmino Alves (QA)	INEMA	Início: 2019
53157000	Floresta Azul (QA)	INEMA	Início: 2016
53159000	Ibicaraí (QA)*	ANA	2016-2021
53160000	Cajueiro do Ibicaraí*	ANA	1965-2019
53160001	Cajueiro do Ibicaraí*	DNOS	1970-1982
53163000	Itajú do Colônia (QA)*	INEMA	1970-1977
53165001	Itapé*	DNOS	1970-1982
53165900	Itapé I*	SUDENE	1970-1977
53166000	Itapé II*	SUDENE	1970-1977
53166200	Rio Cachoeira (QA)	INEMA	Início: 1999
53167000	Garganta*	SUDENE	1970-1977
53169000	Ferradas-Ponte*	SUDENE	1972-1974
53170000	Ferradas	INEMA	Início: 1965
53170001	Ferradas*	DNOS	1970-1982
53180000	Contorno da BR-101*	CPRM	1970-2019
53180001	Itabuna BR-101*	DNOS	1970-1982
53180900	Itabuna	INEMA	Início: 2016

\*Estações desativadas.

QA: Qualidade da Água.

Fonte: ANA (2023a). Produção do autor.

## APÊNDICE E – Monitoramento pluviométrico da BHRC.

Quadro 23 - Estações pluviométricas existentes na BHRC.

Código	Nome	Operadora	Período
154017	Fazenda Cabana da Ponte*	CEPLAC	1799-1799
1439001	Lomanto Junior	CPRM	Início: 1969
1439002	Floresta Azul	CPRM	Início: 1969
1439009	Firmino Alves*	SUDENE	1963-1989
1439010	Ilhéus*	ANA	1961-1997
1439011	Ilhéus*	SUDENE	1965-1985
1439016	Itabuna de 427*	CEPLAC	1971-1921
1439017	Palhira*	SUDENE	1970-1989
1439018	Itabuna-EFIC*	ANA	1944-1963
1439019	Itabuna*	SUDENE	1964-1989
1439033	Comandaroba*	DNOCS	1942-1979
1439045	Santa Cruz da Vitória*	SUDENE	1969-1997
1439053	Fazenda Vencedora*	SUDENE	1950-1973
1439058	CEPEC	CEPLAC	Início: 1963
1439059	Fazenda Araruama*	SUDENE	1952-1966
1439060	Ferradas*	ANA	1965-1971
1439067	Ilhéus	CEPLAC	Início: 1983
1439075	Fazenda Entre Rios*	CEPLAC	1799-1799
1439080	Ibicaraí*	ICB	1943-1960
1439084	Ibicaraí*	CEPLAC	1967-1977
1439086	Estiva de Baixo (DNOS)*	SUDENE	1799-1799
1439087	Fazenda Monte Alto*	ICB	1965-1975
1439088	Fazenda Jacaré*	SUDENE	1970-1983
1439089	Ibicaraí*	CPRM	1985-2021
1439100	Floresta Azul	CEPLAC	Início: 1983
1439104	Santa Cruz da Vitória	CEPLAC	Início: 1982
1439110	Ilhéus-Conquista	CEMADEN	Início: 2013
1439111	Ilhéus-Malhado	CEMADEN	Início: 2013
1439112	Itabuna-Centro	CEMADEN	Início: 2013
1539008	Itajú do Colônia	CPRM	Início: 1962
1539016	Fazenda Manaus*	ANA	1969-2022
1539018	Fazenda Pancadinha*	SUDENE	1970-1979
1539032	Jussari*	SUDENE	1953-1978
1539038	Itajú do Colônia	CEPLAC	Início: 1983
1539047	Itajú do Colônia*	SUDENE	1962-1974
1540006	Itororó (Itapu)*	SUDENE	1963-1989
1540008	Itapetinga (Itatinga)*	SUDENE	1963-1988

1540009	Itapetinga (Itatinga)*	ANA	1949-1973
1540012	Ibicaraí*	CEPLAC	1946-1983
1540014	Itororó*	DNOS	1970-1982
1540016	Emarc-IT	CEPLAC	Início: 1982
1540018	Itororó	CEPLAC	Início: 1982
1540022	Itapetinga (Clerolândia)	CEMADEN	Início: 2013

\*Estações desativadas.

Fonte: ANA (2023a). Produção do autor.

## APÊNDICE H – Amplitude de cheias hidrológicas na BHRC.

Quadro 24 - Anos de ocorrência de cheias hidrológicas nas sub-bacias existentes na BHRC, conforme as respectivas amplitudes, de 1970 a 2018.

Ano	Rio Salgado	Rio Colônia	Rio Cachoeira
1970	470,59 (nov)	570,92 (nov)	1.133,502 (nov)
1973	260,7 (nov)	416,23 (nov)	574,549 (nov)
1974	381,13 (dez)	445,22 (dez)	649,626 (dez)
1975	160,98 (out)	430,61 (dez)	418,51 (dez)
1977	69,14 (ago)	484,37 (dez)	485,754 (dez)
1978	396,74 (abr)	570,92 (fev)	753,083 (abr)
1979	236,57 (abr)	295,40 (abr)	514,82 (abr)
1980	606,03 (fev)	889,63 (fev)	1.010,549 (fev)
1981	531,63 (mar)	893,8 (mar)	862,7 (mar)
1985	248,89 (dez)	832,31 (dez)	897,571 (dez)
1988	454,21 (dez)	730,91 (dez)	835,853 (dez)
1989	354,23 (dez)	987,92 (dez)	1.121,373 (dez)
1990	224,93 (dez)	521,96 (dez)	684,276 (dez)
1991	208,86 (dez)	792,54 (nov)	1.000,086 (nov)
1992	398,19 (fev)	836,34 (jan)	972,353 (jan)
1994	590,33 (mar)	416,23 (mar)	718,48 (mar)
1997	448,24 (mar)	682,67 (mar)	1.096,965 (mar)
1998	680,36 (nov)	329,99 (nov)	884,698 (nov)
1999	277,14 (dez)	348,01 (dez)	582,741 (dez)
2000	301,75 (jan)	317,42 (mar)	654,998 (mar)
2002	362,04 (fev)	885,47 (fev)	1.196,689 (fev)
2004	477,28 (mar)	636,07 (mar)	701,41 (mar)
2005	436,07 (fev)	493,64 (fev)	691,224 (fev)
2006	189,81 (nov)	388,21 (abr)	795,432 (abr)
2007	420,2 (dez)	657,38 (dez)	776,293 (fev)
2018	339,16 (dez)	206,07 (dez)	797,28 (dez)
	Grande Amplitude		
	Média Amplitude		
	Pequena Amplitude		

Fonte: ANA (2023). Produção do autor.

## APÊNDICE I – Amplitude de secas hidrológicas na BHRC.

Quadro 25 - Anos de ocorrência de secas hidrológicas nas sub-bacias existentes na BHRC, conforme as respectivas amplitudes, de 1970 a 2018.

Ano	Rio Salgado / Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Rio Colônia / Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Rio Cachoeira / Vazão (m <sup>3</sup> /s)
1970	0,98 (out)	0,01 (jan)	1,198 (abr)
1971	0,29 (out)	0 (set)	0,3 (ago)
1972	0,05 (ago)	0,075 (dez)	0,001833333 (dez)
1973	0 (fev)	0,02 (fev)	0,001 (dez)
1984	0,33 (fev)	0,17 (fev)	0,541 (fev)
1986	0,17 (out)	0,17 (out)	0,376 (out)
1987	0 (out)	0,01 (nov)	0,034 (fev)
1988	0 (mar)	0,01 (mar)	0,004 (mar)
1989	0 (fev)	0 (fev)	0,021 (mar)
1990	0,18 (mar)	0,72 (mai)	1,378 (mai)
1991	0,18 (fev)	0,38 (fev)	0,077 (mai)
1993	0,03 (set)	0,01 (nov)	0,001666667 (nov)
1994	0 (abr)	0 (fev)	0 (fev)
1995	0 (fev)	0 (fev)	0,001123596 (abr)
1996	0,15 (mai)	0 (nov)	0,028 (nov)
1997	0 (jan)	0 (jan)	0,005 (fev)
1998	0 (jun)	0 (nov)	0,009 (abr)
1999	0,09 (fev)	0 (fev)	0,205 (fev)
2001	0,17 (fev)	0,14 (fev)	0,523 (nov)
2002	0,11 (dez)	0,06 (dez)	0,363 (dez)
2003	0,33 (mar)	0 (dez)	0,1 (dez)
2004	0,14 (dez)	0,09 (out)	0,1 (jan)
2005	0,01 (jan)	0,01 (jan)	0,174 (mar)
2006	0,28 (fev)	0 (jul)	0,001123596 (jul)
2007	1,01 (ago)	0,16 (nov)	0,121 (fev)
2008	0 (nov)	0 (nov)	0,146 (out)
2009	0,03 (out)	0 (dez)	0,146 (dez)
2010	0 (jun)	0 (fev)	0,001123596 (fev)
2011	0 (fev)	0,04 (set)	0,318 (mar)
2012	0,01 (mai)	0 (abr)	0,001123596 (mai)
2013	0 (mar)	0 (mai)	0,001123596 (mar)
2014	0 (out)	0 (out)	0,001123596 (ago)
2015	0,009 (mai)	0 (abr)	0,03 (jan a mai, nov, dez)
2016	0,08 (jul)	0 (abr)	0,03 (abr a jun)
2017	0 (abr)	0 (mar)	0,03 (jan a mar)
2018	0 (jan a mai)	0 (jan)	0,03 (out)
	Grande Amplitude		
	Média Amplitude		
	Pequena Amplitude		

Fonte: ANA (2023). Produção do autor.