



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

IÊZA REIS ALMEIDA

**INTERVENÇÕES AMBIENTAIS DE BARRAGENS NA
DINÂMICA FLUVIAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIO CATOLÉ GRANDE- BAHIA**

Salvador

2026

IÊZA REIS ALMEIDA

**INTERVENÇÕES AMBIENTAIS DE BARRAGENS NA
DINÂMICA FLUVIAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIO CATOLÉ GRANDE- BAHIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Geografia da Universidade Federal da Bahia como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Orientador: Dr. Alisson Duarte Diniz

Coorientador: Dr. Mário Jorge de Souza Gonçalves

Salvador

2026

FOLHA DE APROVAÇÃO

IEZA REIS ALMEIDA

Análise Ambiental e Impactos das Barragens na Dinâmica Fluvial da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Catolé Grande- Bahia.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Geografia da Universidade Federal da Bahia como pré-requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Geografia. Salvador, 1º de julho de 2026.



Documento assinado digitalmente
ALISSON DUARTE DINIZ
Data: 09/07/2026 16:24:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador: Prof. Dr. Alisson Duarte Diniz
Universidade Federal da Bahia



Documento assinado digitalmente
DAIANA DE ANDRADE MATOS
Data: 10/07/2026 10:56:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.(a) Dr(a). Daiana de Andrade Matos
Universidade Federal da Bahia



Documento assinado digitalmente
EMILSON BATISTA DA SILVA
Data: 10/07/2026 19:25:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Emilson Batista da S
IF Baiano - - Campus Itapetir.

A toda a minha família, especialmente à minha tia Patrícia (in memoriam). Recentemente, li uma frase que dizia: “A saudade é o azar de quem teve muita sorte”. Que sorte a nossa termos tido a senhora em nossas vidas.

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a Olódùmarè, Senhor de toda criação. Sou apenas um grão de areia diante da imensidão, mas compreendo que nossa passagem pelo Ayé não é em vão. Agradeço também aos meus guardiões, pela proteção, pelo cuidado, pelas bênçãos e por caminharem comigo diariamente, até mesmo nos momentos em que eu mais precisei de força.

Agradeço ao professor Antônio Puentes Torres (in memoriam), pela oportunidade de tê-lo tido como professor na disciplina de Hidrologia, como orientador na iniciação científica e também neste trabalho. Obrigada por todos os ensinamentos, pelas histórias de vida compartilhadas e por ter me marcado de maneira tão profunda. Suas palavras me fizeram compreender ainda mais que devemos lutar por aquilo que ansiamos. O senhor, sem dúvidas, foi um vencedor.

Agradeço a Mário Jorge Gonçalves, meu coorientador, mas também amigo e salvação nos meus momentos de desespero. Dono dos abraços carinhosos, das palavras firmes e incentivadoras, foi presença essencial ao longo dessa caminhada. Obrigada por toda paciência, cuidado e generosidade comigo ao longo desses quatro anos. Tenho muita sorte por conhecê-lo. Você é, sem dúvidas, uma grande inspiração para mim.

Agradeço ao professor Alisson, por ter aceitado participar deste trabalho em um momento tão delicado e necessário. Obrigada por toda paciência, pelas contribuições e também pelas risadas e conversas descontraídas durante orientações que, muitas vezes, me deixavam descabelada. Esses momentos foram um verdadeiro alívio em meio às tensões do processo.

Agradeço ao professor Emilson e à professora Daiana por terem aceitado compor minha banca. Saibam que, na minha opinião, não haveria pessoas melhores para fazer parte deste momento tão importante da minha trajetória acadêmica.

Agradeço a toda a minha família pelo apoio, pela coragem e pelo incentivo ao longo de toda a minha vida. De modo especial, agradeço aos meus avós, que, como dizem, são “meus pais duas vezes”. Obrigada por cada oração, por cada abraço e por todo amor demonstrado, como se diz atualmente, “aos berros”. Vocês são os amores da minha vida.

Agradeço à minha família espiritual, especialmente ao Raphael, por todo cuidado, orientação e pelos puxões de orelha necessários, que tanto me ajudaram e continuam me ajudando a evoluir. Agradeço também às minhas irmãs de Egbe, especialmente a Fiama, Clarice e Isabela. Esta jornada se torna mais leve com vocês na minha vida.

Aos meus amigos de infância, juventude e faculdade, obrigada por todas as conversas sobre sonhos, por cada palavra de encorajamento e por permanecerem comigo nos momentos bons e difíceis. Em especial, agradeço a Ariana, Ariane, Ana Clara, Janaína, Lucas, Mariana e Pedro, por me ouvirem e por sempre repetirem, com carinho e confiança: “vai dar tudo certo”.

Ao meu amor, faltam palavras para expressar tamanha gratidão por ter você ao meu lado. Conhecê-lo no início do curso não era algo que eu esperava, mas que bom que

aconteceu. Desde então, temos partilhado tantas coisas: aprendizados, felicidades, amor e, obviamente, as dores e desafios deste trabalho. Obrigada, Rodrigo, por acreditar em mim quando, muitas vezes, eu mesma achei que não conseguiria seguir, diante de tantos empecilhos. Obrigada por ser presença, apoio, porto seguro e acalento. Como eu disse há quatro anos, “você é, e sempre foi, meu sonho”. E continua sendo.

Por fim, agradeço aos meus sogros, Leila e Liderico, por cuidarem tão bem de mim e por, muitas vezes, me tratarem como filha. Sou muito feliz por tê-los em minha vida.

RESUMO

A sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande está localizada na região sudoeste do estado da Bahia, com nascente no município de Vitória da Conquista e foz no município de Itapetinga. Essa sub-bacia apresenta grande importância hidrológica, tanto para o abastecimento humano quanto para as atividades agropecuárias desenvolvidas em sua área de influência. Entretanto, as ações antrópicas, especialmente a construção de barragens, podem modificar a dinâmica natural do rio, interferindo no comportamento das vazões e na disponibilidade hídrica. Dessa forma, este estudo teve como objetivo analisar os impactos causados pelas barragens de Água Fria I, Água Fria II e Serra Preta na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande, abrangendo os anos de 1950 a 2023. Para esta análise foi utilizada a metodologia de Gonçalves (2014), intitulada Hidrologia Avançada Experimental (HAE). Os dados para análise foram retirados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), utilizando a estação fluviométrica 53780000. Através da metodologia foram criados diversos produtos, que subsidiaram a análise sobre os comportamentos das vazões antes e após a implantação das barragens. Como parte dos resultados foi feita a comparação entre o primeiro período de monitoramento datado em 04/1950 a 12/1951 com o último período, datado em 01/2022 a 12/2023, sendo observado que houve um decréscimo das vazões máximas e mínimas, especialmente após a implantação de cada barragem, evidenciando, assim, que esses reservatórios são um dos elementos responsáveis pela alteração das vazões, modificando o fluxo hídrico natural.

Palavras-chave: hidrologia avançada experimental (HAE); vazões; disponibilidade hídrica.

ABSTRACT

The Catolé Grande River sub-basin is located in the southwestern region of the state of Bahia, with its headwaters in the municipality of Vitória da Conquista and its mouth in the municipality of Itapetinga. This sub-basin is of great hydrological importance, both for human water supply and for the agricultural and livestock activities carried out within its watershed. However, human activities, especially the construction of dams, can alter the river's natural dynamics, affecting flow patterns and water availability. Thus, this study aimed to analyze the impacts caused by the Água Fria I, Água Fria II, and Serra Preta dams on the Catolé Grande River sub-basin, covering the years 1950 to 2023. For this analysis, the methodology developed by Gonçalves (2014), titled Advanced Experimental Hydrology (AEH), was used. The data for analysis were obtained from the National Water and Basic Sanitation Agency (ANA), using hydrometric station 53780000. Using this methodology, several products were developed, which supported the analysis of flow behavior before and after the dams were built. As part of the results, a comparison was made between the first monitoring period, from April 1950 to December 1951, and the last period, from January 2022 to December 2023. It was observed that there was a decrease in both maximum and minimum flows, especially after the construction of each dam, demonstrating that these reservoirs are one of the factors responsible for changes in flow rates, altering the natural water flow.

Keywords: advanced experimental hydrology (AEH); discharge; water availability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da Sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande.....	16
Figura 2: Exemplo de dados hidrológicos: rio corrente, na Hidrologia Avançada Experimental (HAE).....	30
Figura 3: Exemplo de lacuna que será preenchida com uso de média aritmética.....	31
Figura 4: Exemplo de Gráfico de Dispersão Vazão x Cotas não consolidada do rio Jequitinhonha utilizando a Hidrologia Avançada Experimental.....	32
Figura 5: Exemplo de Gráfico de Dispersão Vazão x Cotas consolidada do rio Jequitinhonha utilizando a Hidrologia Avançada Experimental.....	33
Figura 6: Tabela de dados de cota-vazão com valor a ser corrigido observando a tendência dos dados.....	33
Figura 7: Exemplo de cálculo para o valor máximo de vazão utilizando a hidrologia avançada experimental.....	34
Figura 8: Exemplo de vazões calculadas e alinhadas em anos	34
Figura 9: Exemplo de gráfico de cota mínima da base da régua e da água mínima medida na régua.....	35
Figura 10: Exemplo de gráfico de vazão máxima	35
Figura 11: Exemplo de gráfico de vazão mínima	35
Figura 12: Resumo do Fator Hidrológico	36
Figura 13: Resumo do Detalhamento do Fator Hidrológico.....	36
Figura 14: Cálculo de Fator Hidrológico e seu Detalhamento utilizando a fórmula condicional.....	37
Figura 15: Exemplo de gráfico de Fator Hidrológico	38
Figura 16: Exemplo de gráfico de Detalhamento do Fator Hidrológico.....	38
Figura 17: Modelo para preenchimento do gráfico de curva de permanência diária.....	39
Figura 18: Exemplo de gráfico de curva de permanência.....	39
Figura 19: modelo de preenchimento para gráfico da curva de garantia	40
Figura 20: Exemplo de gráfico de curva de garantia	40
Figura 21: Classificação de firmeza da água garantida.....	41
Figura 22: Comportamento hídrico das bacias hidrográficas permeáveis e impermeáveis	42
Figura 23: Exemplo de gráfico de tempo de retardo médio de bacia hidrográfica impermeável.....	42

Figura 24: Exemplo de gráfico de tempo de retardo médio de bacia hidrográfica permeável.....	42
Figura 25: Gráfico de retardo médio com $T^2 \geq 30$ sem correção.....	43
Figura 26: Gráfico de retardo médio com $T^2 \geq 30$ corrigido	43
Figura 27: Exemplo de comparação da Razão precipitação-vazão com e sem correção do tempo de Retardo Médio.....	44
Figura 28: Modelo de preenchimento para cálculo de diferença de razão precipitação - vazão	45
Figura 29: classificação do fluxo de um rio utilizando a tabela de Razão de fluxo	46
Figura 30: Exemplo de gráfico de Curva acumulada Média Integrada Precipitação Vazão	47
Figura 31: modelo de classificação de CIMApv e Identidade Fluvial.....	48
Figura 32: Fluxograma da metodologia Hidrologia Avançada Experimental	48
Figura 33: Caracterização climática da Sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande...	50
Figura 34: Litologias da Sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande.....	52
Figura 35: Vegetação da sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande.....	53
Figura 36: Solos da Sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande	56
Figura 37: Geomorfologia da Sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande.....	58
Figura 38: Bioma da Sub-bacia Hidrográfica do rio Catolé Grande	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Cota mínima no período de 1949 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande	60
Gráfico 2: Curva chave não consolidada da Estação 53780000 no período integral de estudo.....	61
Gráfico 3: Curva chave consolidada da Estação 53780000 no período integral de estudo	61
Gráfico 4: Comportamento da precipitação e vazão no período de 1961 a 1990, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande.....	64
Gráfico 5: Curvas de Razão - Precipitação no período de 1961 a 1990, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande	65
Gráfico 6: Diferença de Razão - Precipitação no período de 1961 a 1990, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande	66
Gráfico 7: CIMApv no período de 1961 a 1990, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande.....	67
Gráfico 8: Curva de Permanência, no período de 1950 a 2023, na sub- bacia hidrográfica do rio Catolé Grande.....	69
Gráfico 9: Curva de Garantia, no período de 1950 a 2023, na sub- bacia hidrográfica do rio Catolé Grande.....	70
Gráfico 10: Vazões máximas e suas respectivas médias no período de 1950 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande.....	71
Gráfico 11: Vazões mínimas e suas respectivas médias no período de 1950 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande.....	72
Gráfico 12: Fator Hidrológico no período de 1950 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande.....	73
Gráfico 13: Detalhamento do Fator Hidrológico no período de 1950 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande	74
Gráfico 14: Amplitude de cheias hidrológicas no período de 1950 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande	75
Gráfico 15: Amplitude de secas hidrológicas no período de 1950 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande	76
Gráfico 16: Razão de Fluxo no período de 1950 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande	77

Gráfico 17: Evolução da Razão de Fluxo no período de 1950 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande	78
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Modelo de preenchimento das amplitudes de secas	45
Quadro 2 - Divisão de Períodos com base na curva de descarga, no período 1949 a 2023, da estação 53780000, município de Itapetinga – BA	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados médios mensais, no intervalo de 1961 a 1990, da	63
Tabela 2: Dados de Razão precipitação e vazão no período de 1961 a 1990, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande	64
Tabela 3: Dados da diferença de Razão precipitação e vazão no período de 1961 a 1990, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande	65
Tabela 4: Dados da CIMApv no período de 1961 a 1990, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande	66
Tabela 5: Evolução da Razão de Fluxo no período de 1950 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande	78

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS	17
1.1.1 Justificativa	17
1.1.2 Objetivo Geral.....	17
1.1.3 Objetivos Específicos.....	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO CONCEITUAL	19
2.1 CAPÍTULO 1: DINÂMICAS FLUVIAIS E PROCESSOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CATOLÉ GRANDE (BA).....	19
2.1.1 Introdução à dinâmica fluvial	19
2.1.2 Processos hidrogeomorfológicos na sub-bacia.....	21
2.2 CAPÍTULO 2: OS IMPACTOS AMBIENTAIS DAS BARRAGENS NOS SISTEMAS FLUVIAIS	22
2.2.1 Barragens: funções e impactos.....	23
2.2.2. Impacto socioeconômico	25
2.3 CAPÍTULO 3: HISTÓRIA, USO DA TERRA E ECONOMIA DA SUB-BACIA	26
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	28
4 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CATOLÉ GRANDE	49
3.1 Clima	49
3.2 Geologia.....	51
3.3 Vegetação	52
3.4 Solos.....	54
3.5 Geomorfologia	56

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
5.1 CURVA DE COTA MÍNIMA.....	59
5.1.1. Curva – chave.....	60
5.1.2 Curva Precipitação Vazão	63
5.1.4 Identidade Fluvial	67
5.1.5 Curva de Permanência.....	68
5.1.6 Curva de Garantia e Cálculo de firmeza	69
5.2 VAZÕES MÁXIMAS E VAZÕES MÍNIMAS.....	71
5.2.1 Fator Hidrológico	72
5.2.2 Detalhamento do Fator Hidrológico	73
5.2.3 Amplitude de cheias e secas hidrológicas	74
5.2.4 Razão de fluxo (Rf).....	76
5.2.5 Evolução da Razão de Fluxo (ERf).....	77
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
REFERÊNCIAS.....	82
APÊNDICE A – CURVAS-CHAVE DOS PERÍODOS ANALISADOS NA ESTAÇÃO 53780000	91

1 INTRODUÇÃO

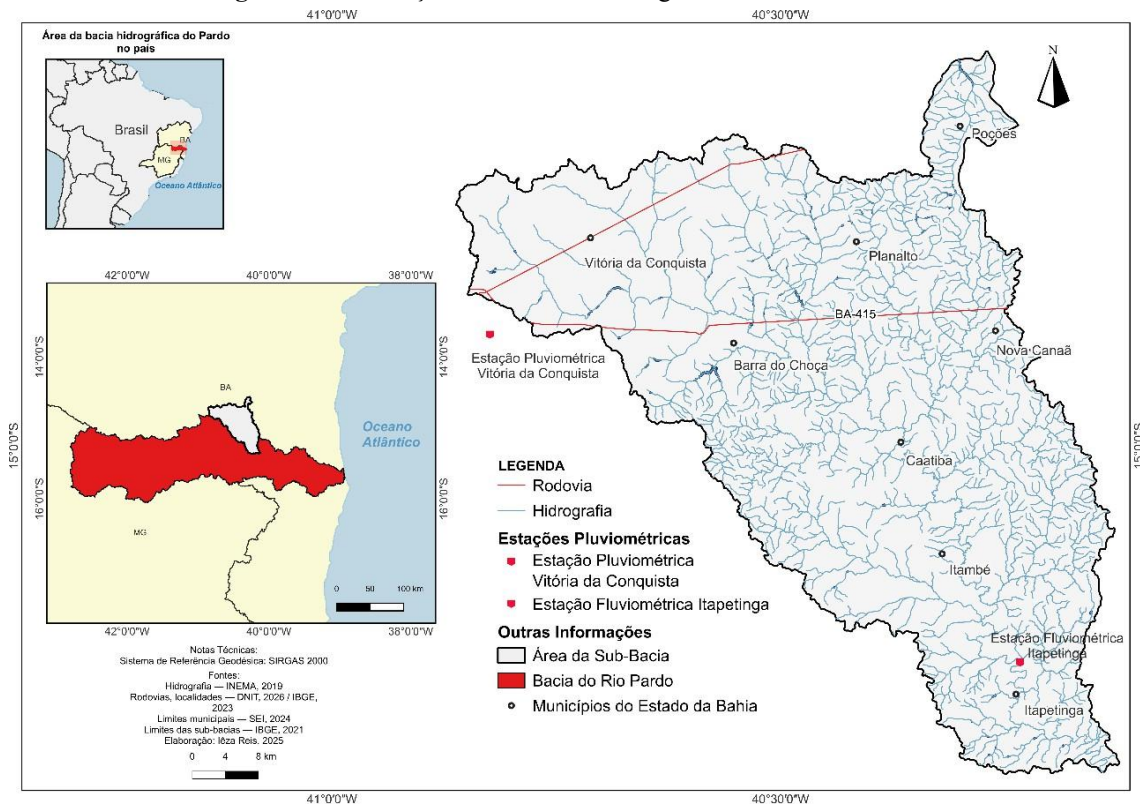
De acordo com Neto (2006), a água desempenha um papel fundamental na manutenção da vida, no progresso das atividades econômicas e na promoção do bem-estar da sociedade. Embora seja considerada um bem de uso coletivo, sua disponibilidade tem diminuído com o tempo, tornando indispensável um uso consciente e uma gestão eficiente desse recurso. Assim, Tucci (2002) mostra que a hidrologia é a área da ciência que se dedica a estudar a água em todos os seus aspectos, como ela ocorre, sua movimentação, suas características físicas e químicas e a forma como interage com o ambiente em que se encontra. Dessa forma, através da hidrologia, se torna relevante o manejo e a preservação das bacias hidrográficas, onde, segundo Lima e Zakia (2004), as bacias são sistemas abertos que recebem energia através dos agentes climáticos e perdem energia através do escoamento.

Nesse contexto, torna-se essencial um olhar crítico para as sub-bacias hidrográficas, que são unidades territoriais fundamentais para o planejamento e gestão dos recursos hídricos. Entre elas, destaca-se a sub-bacia do rio Catolé Grande, situada no sudoeste da Bahia e pertencente à bacia do rio Pardo, conforme Figura 1. Essa sub-bacia abrange parte dos municípios de Vitória da Conquista, Planalto, Barra do Choça, Caatiba, Nova Canaã, Poções, Itambé e Itapetinga e, segundo Lima e Pinto (2011), é responsável por abastecer milhares de habitantes, além de ser amplamente utilizada para irrigar grandes plantações de café e sustentar pequenas propriedades localizadas ao longo de suas margens.

Ainda nesse cenário, se tratando de ferramentas de gestão hídrica, pode-se citar as barragens, que inicialmente tinham como único objetivo combater a escassez hídrica nos períodos mais secos. Entretanto, com o advento da Revolução Industrial, a necessidade de barragens aumentou por conta do crescimento exponencial da demanda de energia e água. Como este último é um recurso fundamental para a sociedade, é importante salientar que as barragens podem proporcionar recursos necessários, mesmo quando o nível pluviométrico do local está baixo, pois auxiliam na geração de energia hidráulica, dessedentação animal, abastecimento humano e industrial, proporcionado pelo armazenamento de água que aumenta a disponibilidade hídrica local. Nesse sentido, convém destacar as três barragens inseridas na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande, Água Fria I, Água Fria II e Serra Preta, conforme figura 1, que foram construídas

com o objetivo de garantir o abastecimento regular de água para a população e animais, especialmente em períodos de estiagem prolongada.

Figura 1: Localização da Sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande



Fonte: DNIT (2026). IBGE (2021;2023) INEMA (2019) SEI (2024).

Elaborado por: Almeida, I. R. (2025)

Apesar de fundamentais para garantir o armazenamento de água, controle de cheias e suporte às atividades produtivas, as barragens também geram impactos socioambientais relevantes que devem ser considerados na gestão dos recursos hídricos. Do ponto de vista ambiental, essas estruturas antrópicas modificam o fluxo natural dos rios, além de prejudicarem a fauna aquática, principalmente as espécies migratórias. No aspecto social, a construção de barragens pode resultar no deslocamento de comunidades, perda de territórios tradicionais e conflitos pelo uso da água, sobretudo em períodos de escassez. Também é válido destacar o risco de rompimento, que, embora não seja frequente, representa um perigo grave para vidas humanas e o meio ambiente. Esses efeitos negativos exigem um planejamento criterioso e sustentável das intervenções em bacias hidrográficas (Brasil, 2021; Silva, 2021; Tucci, 2002).

1.1 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

1.1.1 Justificativa

A crescente demanda por recursos hídricos e energéticos tem impulsionado cada vez mais a construção de barragens em diversas bacias hidrográficas, gerando, assim, profundas alterações nos ecossistemas fluviais. A sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande não é uma exceção a esse cenário, apresentando um histórico de intervenções, como a construção de barragens. Embora essas estruturas sejam importantes para o abastecimento e desenvolvimento regional, seus impactos na dinâmica natural dos rios são crescentes, demandando, assim, uma análise aprofundada.

Apesar das intervenções que as barragens geram, também desempenham um papel crucial no desenvolvimento regional, especialmente em termos de fornecimento de água para abastecimento humano e geração de energia elétrica, entre outros usos. No entanto, é necessário compreender as consequências dessas intervenções no ambiente fluvial e nas comunidades locais, de modo que as medidas de gestão possam ser aprimoradas.

Assim, este trabalho traz consigo a urgente necessidade de compreender como as barragens alteram o escoamento natural do rio, trazendo também impactos na vegetação e a intensificação dos processos erosivos. A dinâmica fluvial é um pilar para a manutenção dos serviços ecossistêmicos que o rio oferece, e sua alteração pode levar a desequilíbrios ambientais, afetando tanto a biodiversidade quanto as comunidades que dependem diretamente desses recursos para a sua subsistência.

1.1.2 Objetivo Geral

Realizar uma análise ambiental, com foco na avaliação dos impactos das construções de barragens na dinâmica do rio Catolé Grande.

1.1.3 Objetivos Específicos

Avaliar a influência das barragens Água Fria I, Água Fria II e Serra Preta, nas alterações dos regimes hidrológicos e na dinâmica hidrológica da sub-bacia do rio Catolé Grande.

2 REFERENCIAL TEÓRICO CONCEITUAL

2.1 CAPÍTULO 1: DINÂMICAS FLUVIAIS E PROCESSOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CATOLÉ GRANDE (BA)

2.1.1 Introdução à dinâmica fluvial

A dinâmica fluvial constitui um dos principais elementos da geomorfologia e da hidrologia, sendo responsável pela modelagem contínua da paisagem e pela manutenção dos ecossistemas aquáticos. Os rios são sistemas abertos e complexos, em constante transformação, onde ocorrem processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos, que definem a morfologia dos canais e das planícies de inundação.

Conforme ressaltam Gomes, Bianchi e Oliveira (2021), a bacia hidrográfica deve ser compreendida como uma unidade integradora dos fenômenos naturais e das ações humanas, na qual os processos físicos, biológicos e socioeconômicos interagem de forma dinâmica e interdependente.

O estudo da dinâmica fluvial é fundamental para o entendimento do comportamento hidrológico das bacias, da disponibilidade hídrica e dos impactos ambientais gerados pelas atividades humanas. Fontes e Giudice (2021) observam que as intervenções antrópicas, como o desmatamento, a urbanização desordenada e a construção de barragens, alteram significativamente o equilíbrio natural dos sistemas fluviais, provocando mudanças nos regimes de vazão, nos padrões sedimentares e na qualidade das águas. Essa compreensão é essencial para subsidiar o planejamento territorial e o manejo sustentável dos recursos hídricos, especialmente em regiões que enfrentam vulnerabilidades climáticas.

Se tratando especificamente da sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande, Amorim (2016), ao fazer sua análise da produção de água por meio do modelo hidrológico SWAT, apresentou que a distribuição hídrica possui variações que estão condicionadas principalmente pela característica do solo e pela distribuição da precipitação. Assim, é visto que a disponibilidade hídrica não ocorre de forma homogênea, reforçando a importância de analisar integradamente os elementos climáticos e fisiográficos do rio Catolé Grande.

A interação entre fatores climáticos, geológicos e antrópicos é determinante para a configuração e evolução das dinâmicas fluviais. Conforme Galvêncio, Sousa e Shirinivasan ([s.d.]), o relevo influencia os fatores climáticos e hidrológicos de uma bacia hidrográfica, visto que a declividade de determinado terreno está ligada diretamente à velocidade do escoamento superficial. No caso do Estado da Bahia, a diversidade geológica e climática gera distintos comportamentos hidrológicos entre suas sub-bacias.

Gonçalves (2014) destaca que, em regiões de transição entre o clima semiárido e o tropical de altitude, como o sudoeste baiano, as oscilações sazonais de precipitação influenciam fortemente o regime de escoamento superficial, a infiltração e a recarga dos aquíferos. Já Almeida, Gonçalves e Puentes (2023) apontam que, na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Catolé Grande, as secas prolongadas, intercaladas com cheias intensas, provocam desequilíbrios na morfologia do canal fluvial, acentuando os processos erosivos e a mobilização de sedimentos.

As especificidades do contexto hidrográfico do sudoeste baiano conferem à região uma importância estratégica para os estudos de hidrodinâmica e gestão ambiental. Essa porção do território baiano, onde se insere a Sub-bacia do Rio Catolé Grande, apresenta um relevo de planalto dissecado, com declividades variáveis e solos frágeis, o que favorece a erosão superficial e o transporte de partículas para os cursos d'água (Bento et al., 2021). Além disso, a expansão agrícola e urbana ao longo das últimas décadas tem intensificado o uso e a ocupação das margens fluviais, reduzindo a cobertura vegetal e, conseqüentemente, a capacidade natural de proteção das nascentes e matas ciliares (Uesb, 2018).

Desse modo, compreender a dinâmica fluvial nessa região é essencial não apenas para identificar as transformações geomorfológicas, mas também para avaliar os impactos ambientais e socioeconômicos associados à gestão dos recursos hídricos. Como enfatizam Figueiredo e Gomes (2024), o conhecimento dos processos morfossedimentares e das respostas dos sistemas fluviais às intervenções humanas possibilita desenvolver medidas mais eficazes de conservação e mitigação. Assim, a análise da sub-bacia do Rio Catolé Grande torna-se uma ferramenta indispensável para o entendimento dos processos hidrogeomorfológicos no contexto do sudoeste baiano, contribuindo para o manejo sustentável e para a preservação dos recursos hídricos regionais.

2.1.2 Processos hidrogeomorfológicos na sub-bacia

Os processos hidrogeomorfológicos representam o conjunto de fenômenos físicos e hidrológicos responsáveis pela modelagem do relevo fluvial e pela manutenção da dinâmica dos cursos d'água. Na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Catolé Grande, esses processos se expressam principalmente por meio da erosão hídrica, do transporte de sedimentos e da deposição fluvial, resultando em modificações contínuas na morfologia do canal.

Segundo Gomes, Bianchi e Oliveira (2021), os sistemas fluviais devem ser compreendidos como estruturas dinâmicas e integradas, nas quais o fluxo de energia e matéria se distribui de forma heterogênea, dependendo das condições geológicas, climáticas e antrópicas locais.

Na região do Planalto da Conquista, onde nascem os principais tributários do Rio Catolé Grande, a erosão hídrica constitui um processo de grande relevância geomorfológica. O relevo acidentado, associado à predominância de solos argilosos e ao regime sazonal de chuvas, intensifica o escoamento superficial e a perda de material edáfico (Lima e Pinto, 2011, *apud* Gomes; Silva, 2016; Almeida; Gonçalves; Puentes, 2023).

Assim, infere-se que as variações de pluviosidade ao longo dos anos, associadas às diferenças de declividade e a textura argilosa dos solos, resultam em movimentos intensos de erosão, capazes de mobilizar grandes volumes de material superficial. Nos períodos mais chuvosos, o aumento do escoamento superficial intensifica o transporte de sedimentos em direção aos vales fluviais, enquanto nas fases mais secas predominam processos de desagregação e exposição do solo. A supressão da vegetação e o uso intensivo agropecuário das encostas, agravam essa dinâmica, reduzindo a infiltração e favorecendo a formação de sulcos, ravinas e voçorocas em áreas mais declivosas. No município de Vitória da Conquista, Conceição (2020) aponta que, entre os séculos XVIII e XIX, as fazendas Veredas, Angico e Varedas não eram apenas espaços de policultura, mas também de criação de gado, o que evidencia um longo histórico de degradação dos solos, favorecendo a formação de sulcos devido ao pisoteio excessivo.

O transporte de sedimentos ocorre de forma contínua ao longo do canal fluvial, sendo determinado pela energia do fluxo e pela granulometria do material. Conforme Figueiredo e Gomes (2024), a ação antrópica, como a construção de barragens, altera

significativamente os padrões de transporte e deposição, modificando a distribuição de barras arenosas e o equilíbrio hidrossedimentar. De acordo com estudo realizado no Baixo São Francisco pelos autores supracitados, região também sujeita a longos períodos secos, foi observado que o sedimento pode ser retido a montante pela barragem e o transporte sólido a jusante torna-se muito menor, alterando as formas de leito, bem como o equilíbrio dinâmico dos canais. Além disso, mostraram que o controle hidráulico por reservatórios resulta na redução da energia do rio e na estabilização forçada de barras e margens, além do assoreamento e erosão local.

Essa situação pode ser observada na Sub-bacia do Catolé Grande, especialmente após a implantação das barragens que interrompem o fluxo natural e modificam a dinâmica hidrossedimentar, retendo grande parte dos sedimentos. O represamento reduz a capacidade de carga do rio, resultando em erosão, assoreamento e modificações nas formas de leito. Além disso, essas intervenções podem afetar a qualidade da água, a fauna aquática e a biodiversidade local, conforme discutido por Figueiredo e Gomes (2024) e Aguilar et al. (2024).

Diante do exposto, nota-se que a dinâmica hidrogeomorfológica da Sub-bacia do Rio Catolé Grande reflete na interação entre fatores naturais e antrópicos. As características geológicas e climáticas do sudoeste baiano, analisadas a partir de dados cartográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, associadas às intervenções humanas, podem provocar alterações significativas na morfologia dos canais e na disponibilidade hídrica, exigindo uma abordagem integrada de planejamento e conservação ambiental. Além disso, estudos recentes realizados pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (Uesb, 2018) evidenciam que as atividades humanas nas margens do Catolé Grande, como o lançamento de efluentes e a retirada da vegetação ciliar, têm contribuído para a instabilidade dos canais e o aumento da carga sedimentar. Tais transformações comprometem a qualidade da água e a integridade geomorfológica do sistema, intensificando os processos de assoreamento e a perda da biodiversidade aquática e também da terrestre.

2.2 CAPÍTULO 2: OS IMPACTOS AMBIENTAIS DAS BARRAGENS NOS SISTEMAS FLUVIAIS

2.2.1 Barragens: funções e impactos

De acordo com o Estudo Básico de Desenvolvimento Municipal (EBDM, 2023), a construção de barragens no Brasil sempre esteve associada à necessidade de armazenamento e regulação hídrica, sobretudo em regiões sujeitas à escassez de chuvas e à irregularidade climática. No contexto do semiárido nordestino, essas obras assumem papel estratégico para o abastecimento humano, a irrigação agrícola, o controle de cheias e claro, a geração de energia elétrica. Segundo Fontes e Giudice (2021), a infraestrutura hídrica no Nordeste é resultado de um processo histórico marcado por políticas públicas voltadas à garantia da segurança hídrica e ao desenvolvimento regional, visando diversificar a matriz elétrica.

A intensificação das políticas de construção de barragens na Bahia remonta às décadas de 1970 e 1980, período em que o Estado passou a implantar uma série de açudes e reservatórios com o objetivo de minimizar os efeitos das secas prolongadas sobre a população rural.

Essas iniciativas foram impulsionadas por programas federais como o DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) e, posteriormente, pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), que priorizaram a criação de reservatórios de múltiplos usos. Apesar do DNOCS ter tido como objetivo principal a mitigação das secas no semiárido, temática retratada por diversos autores, a exemplo de Rachel de Queiroz, em *O quinze*, a consolidação dessa política trouxe consigo uma rede de infraestrutura hídrica capaz de alterar significativamente o regime natural dos rios, interferindo nas dinâmicas fluviais, nos ecossistemas e nas relações socioeconômicas locais.

Com o impulso das construções de barragens devido ao crescimento populacional e intensificação das atividades agroindustriais e pecuárias, municípios como Vitória da Conquista, Barra do Choça e Itapetinga passaram a demandar volumes crescentes de água para abastecimento e irrigação. De acordo com dados do Governo do Estado da Bahia (2013), os investimentos em Infraestrutura Hídrica já ultrapassaram milhões e a tendência é que se invista ainda mais, pois de acordo com Bahia (2024), o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) na Bahia irá beneficiar pelo menos 40 municípios, incluindo barragens em Morrinhos e a de Rio da Caixa.

Além disso, convém salientar o investimento já feito das barragens da Sub - bacia hidrográfica do rio Catolé Grande, Água Fria I, Água Fria II, Serra Preta e a mais recente,

ainda em implantação, a barragem do Catolé, projetada para ampliar a segurança hídrica de toda a região.

Como já dito, as barragens cumprem funções múltiplas, que vão desde o abastecimento urbano e rural até o controle de cheias e geração de energia. No caso da barragem de Água Fria I, localizada no município de Barra do Choça, na região hidrográfica do Atlântico Leste, visou, em sua construção, garantir o abastecimento de água potável à população urbana. Assim também foi com a segunda barragem, Água Fria II, também inserida no mesmo município e na mesma região hidrográfica, ampliou a capacidade de armazenamento de abastecimento de água de Vitória da Conquista e de municípios adjacentes.

Em 2010, foi construída a terceira barragem, de Serra Preta, integrando o conjunto de reservatórios estratégicos da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Catolé Grande, desempenhando papel essencial no abastecimento das populações locais e consequentemente na regularização das vazões. Suas operações têm contribuído para a estabilização das descargas hídricas durante os períodos de estiagem, embora também intensifique os efeitos de retenção de sedimentos e redução da conectividade fluvial.

A mais recente, barragem do Catolé, localizada no município de Barra do Choça, representa uma das obras mais recentes e significativas no contexto hídrico do sudoeste baiano. Com investimento estimado em R\$170 milhões, o empreendimento foi concebido para atender cerca de 350 mil habitantes dos municípios de Itapetinga, Itambé, Caatiba e parte de Vitória da Conquista, assegurando o abastecimento em períodos de estiagem prolongada (BAHIA, 2022). Além da função de abastecimento, a barragem tem como objetivo secundário o fortalecimento da infraestrutura regional de saneamento.

Apesar de apresentar objetivos que visem a melhoria populacional, a implantação de barragem é algo trabalhoso, que requer muitos estudos, intensificando-os em regiões semiáridas, pois segundo Gonçalves (2014) as amplitudes térmicas associadas às chuvas em curtos períodos de tempo e longos períodos de estiagem, comprometem significativamente a eficiência dos reservatórios, podendo reduzir sua utilidade ao longo do tempo, devido à perda de volume útil da água por evapotranspiração e claro, assoreamentos.

Mello (1987) mostra que atualmente é quase impossível a humanidade preservar a natureza, pois diariamente a espécie está cada vez mais dependente da exploração das reservas naturais. Trazendo essa exploração para a sub- bacia hidrográfica do rio Catolé Grande, observa-se diversos impactos, como ambientais e socioeconômicos, visto que do

ponto de vista ambiental, Leal et al. (2021), observou uma expressiva perda de vegetação nativa na sub-bacia do Rio Catolé Grande. Seu estudo, que abrangeu o período entre os anos de 2015 e 2021, evidenciaram uma redução significativa da cobertura vegetal, passando de 69,9% para apenas 34,8% da área total analisada. Ao relacionar esses dados com o histórico de implantação de barragens na região do Catolé Grande, que foram iniciadas em 1969, seguidas pelas construções de 1984 e 2010, e com uma nova prevista para 2027, é possível inferir a magnitude da supressão vegetal acumulada ao longo das últimas décadas e que irá se agravar com a construção da mais recente, a barragem do Catolé. Essa perda contínua de cobertura florestal compromete diretamente a biodiversidade local, a recarga hídrica e o equilíbrio ecológico da bacia, refletindo os efeitos cumulativos das intervenções antrópicas sobre o ambiente natural. Bento et al. (2021) observaram que no Rio Catolé Grande o represamento e a redução da velocidade da água promovem a estratificação térmica e a diminuição da oxigenação das águas, criando condições favoráveis para a proliferação de algas e também a eutrofização. Esse fenômeno é agravado pelo lançamento de efluentes domésticos e agroindustriais provenientes dos centros urbanos de Itapetinga e Vitória da Conquista, o que eleva as concentrações de nitrato e amônio indicadores diretos de poluição orgânica (Silva et al., 2019; Uesb, 2018).

2.2.2. Impacto socioeconômico

Em relação ao impacto socioeconômico, apesar do lado positivo, outrora citado, como regularização de vazões e energia elétrica para a população, há também os impactos negativos, como deslocamento forçado das comunidades que vivem no entorno da área onde será construída a barragem, impactos na sua subsistência, pois áreas agricultáveis são alagadas, problemas de saúde e riscos de acidentes. O editorial *Barragens: da política oficial à resistência dos atingidos*, publicado na revista Travessia em 1990, mostra que o discurso propagado de progresso através da geração de energia e desenvolvimento minimiza e até mesmo inviabiliza as perdas imateriais da população existente no entorno das áreas que serão alagadas, suprimindo seus vínculos com o território e seus modos de existência. Nessa lógica, os impactos sociais são transformados em meras indenizações financeiras, como se tais compensações fossem suprir suas perdas materiais e claro, as imateriais. Carvalho e Silva, Bucher-Maluschke & Mori (2021) mostram que a saída do lar, mesmo que haja indenização do mesmo, causam transtornos às comunidades, que

tendem a se separar, rompendo os laços afetivos que foram se criando ao longo do tempo, trazendo como consequência o sofrimento psicológico e sentimento de luto pelo “lugar perdido”. Se tratando de riscos de acidentes, convém lembrar dos desastres de Mariana, em 2015, e o de Brumadinho, em 2019, que deixaram o país em alerta e os familiares das vítimas em estado de luto. Devido a esses sentimentos, Freitas, Mazoto & Rocha (2018) observaram o agravamento de doenças e até mesmo o início de novas, principalmente os transtornos mentais, como depressão e estresse pós-traumático, que podem perdurar por anos após o desastre. Esses acidentes trazem à tona a fragilidade na implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens (Silva & Silva, 2020). Polignano e Lemos (2020) mostram que para além dos impactos, é necessário que haja a adoção de políticas públicas preventivas e transparentes na fiscalização das barragens, visto que a ausência dessas políticas trouxe à tona os desastres em Brumadinho e em Mariana. Se faz pertinente que haja a aplicação dessas políticas nas barragens de Água Fria I, Água Fria II, Serra Preta e Catolé, evitando, assim, que estas sejam expostas às mesmas vulnerabilidades das barragens de Brumadinho e Mariana.

2.3 CAPÍTULO 3: HISTÓRIA, USO DA TERRA E ECONOMIA DA SUB-BACIA

Sociedade, natureza e uso da terra são elementos integrados à dinâmica das bacias hidrográficas. Nesse sentido, Rocha e Soares (2016, p. 02) afirmam que a bacia hidrográfica “é um ambiente que pode ser entendido como uma unidade de integração entre o meio físico e a sociedade, já que a ocupação do território ultrapassa as fronteiras intermunicipais, interestaduais e até internacionais”.

Assim, Alves (2014) mostra que o processo de ocupação da região do Planalto da Conquista, onde se insere a Sub-bacia Hidrográfica do Rio Catolé Grande, teve início ainda no século XVIII, aliada à expansão das frentes de colonização e das rotas de gado provenientes do sertão baiano e do norte de Minas Gerais. As primeiras ocupações fixas surgiram a partir da pecuária extensiva, que se fixaram em áreas de pastagens naturais às margens dos rios, que foram favorecidas pela disponibilidade de nascentes e solos férteis. Conforme Leite (2015), após o crescimento da pecuária extensiva, que no século XIX, o crescimento das vilas de Conquista e Barra do Choça impulsionaram ainda mais a organização do espaço dessa região através da formação de pequenas propriedades rurais

e a intensificação da agricultura de subsistência. Essa ocupação, inicialmente tímida, foi se intensificando ao longo do século XX, no qual se obtiveram muitos avanços, sendo uma delas o avanço da cafeicultura no sudoeste baiano, mais especificamente no Planalto de Conquista, sendo um dos municípios mais importantes, Vitória da Conquista. Sua base econômica é marcada pela predominância da cafeicultura, mais especificamente do café arábica, que foi introduzido a partir da década de 1970, crescendo desde então. Santana (2023, apud Rezende et al., 2025, p.9) mostra que Vitória da Conquista, Anagé e Encruzilhada são responsáveis por grande parte da produção cafeeira regional.

Paralelamente à Vitória da Conquista, observa-se atualmente o destaque da pecuária de corte e leiteira no município de Itapetinga, onde “estima-se que a região de Itapetinga possua em torno de 6.600 propriedades rurais, às quais estão ligadas pelo menos 20 mil pessoas, cuja grande maioria se dedica à pecuária.” (Willers, 2014, p. 05). Através dessa dedicação, Nascimento (2011, p.19) mostra que esse município “[...] encontrou na pecuária um dos pilares do seu desenvolvimento econômico [...]”, além de possuir também algumas indústrias de laticínios.

Se tratando das indústrias de laticínios, Ferreira (2005, apud Santana, 2018, p.16) mostra que a microrregião de Itapetinga, formada por 14 municípios foram uma das mais beneficiadas com créditos agrícolas pelo governo federal na década de 1960. Através desses subsídios, foi possível introduzir novas cabeças de gados, inclusive europeus, como o Senepol, para contribuir na produção leiteira.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A área de estudo do presente trabalho foi definida a partir das atividades desenvolvidas durante a Iniciação Científica, realizada no período de 2022 a 2023, vinculada ao projeto intitulado “*Estudo da dinâmica das águas superficiais, a partir das séries históricas (chuva-vazão), como ferramenta para o aperfeiçoamento dos instrumentos de gestão da água no estado da Bahia*”. Nesse contexto, o projeto individual desenvolvido teve como título “*Dinâmica das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Pardo (Bahia/Minas Gerais)*”, cujo objetivo central consistiu na avaliação da sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande, afluente do rio Pardo, com foco na análise das intervenções decorrentes da implantação de barragens, conforme já mencionado.

É sabido que a bacia hidrográfica do rio Pardo se estende por dois estados, Minas Gerais e Bahia. Dessa forma, a escolha dessa bacia, como recorte geral de investigação, esteve associada à sua relevância regional, considerando que constitui um importante manancial para ambos os estados e apresenta variações sazonais que tornam o estudo da dinâmica hídrica particularmente relevante.

Dentro desse recorte, a sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande foi definida como área de estudo. Sua localização, próxima a centros populacionais e à rede de monitoramento hidrológico, permite um acompanhamento mais direto da dinâmica fluvial, conferindo maior precisão e contextualização ao estudo.

Inicialmente, o recorte temporal do estudo compreendeu o período de 1950 a 2021 (72 anos). Contudo, em razão da afinidade desenvolvida com a temática ao longo da Iniciação Científica, optou-se por ampliar o recorte temporal, atualizando os dados até o ano de 2023 (74 anos).

A metodologia utilizada foi a Hidrologia Avançada Experimental (HAE), desenvolvida por Gonçalves (2021), que busca compreender a dinâmica e a influência das precipitações na formação de vazões em bacias hidrográficas. Para utilização dessa metodologia foi utilizado dados quantitativos. Inicialmente foram feitos levantamentos de dados de vazão e precipitação disponibilizados na plataforma *HidroWeb*, pertencente ao banco de dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Após a obtenção desses dados, foi feito o envio para o programa *Excel*, da *Microsoft*, para a execução da metodologia.

Assim, para este estudo, foi utilizada a estação pluviométrica Vitória da Conquista, código 1440001, nascente do rio, e a estação fluviométrica Itapetinga, código 53780000, localizada no município de Itapetinga, na foz do rio, abrangendo os anos de 1950 a 2023. A estação fluviométrica, localizada na foz do rio, foi escolhida por permitir a análise da vazão total da sub-bacia do rio Catolé Grande, considerando o somatório de toda precipitação ao longo dos anos estudados. Dessa forma, é possível avaliar, de maneira integrada, a dinâmica hidrológica do rio e os impactos das intervenções, como a construção de barragens, sobre o escoamento natural.

De posse das estações, foram baixados os dados de precipitação, vazão, cota e curva de descarga. Esses dados foram enviados para o *Microsoft Excel* e feito o tratamento, consolidação dos dados e geração dos produtos. Após o envio para o aplicativo, os dados foram ordenados em ordem alfabética (A para Z) e feito a consolidação dos dados de precipitação, cota e vazão. Na planilha de vazão, foi numerado, na coluna de horas, valores de 1 a 12, conforme Figura 2, que correspondem aos meses do ano, se repetindo até o final. Isso foi feito para que se tivesse a certeza de que não houve falhas nas linhas da planilha. Após esse ordenamento, foi feita a exclusão das linhas repetidas da planilha utilizando-se, como critério, as linhas que possuíam consistência 2. As que possuíam consistência 1 ou zero foram suprimidas, desde que tivessem dados de consistência 2.

Figura 2: Exemplo de dados hidrológicos: rio corrente, na Hidrologia Avançada Experimental (HAE)

Arquivo

Página Inicial

Inserir

Layout da Página

Fórmulas

Dados

Revisão

Exibir

O que você deseja fazer...

Compartilhar

Obter Dados Externos

Nova Consulta

Mostrar Consultas

Da Tabela

Fontes Recentes

Atualizar Tudo

Conexões

Propriedades

Editar Links

Classificar

Filtro

Reaplicar

Avançado

Limpar

Textos para Colunas

Ferramentas de Dados

Teste de Hipóteses

Planilha de Previsão

Previsão

Desagrupar

Subtotal

Estrutura de Tópicos

Obter e Transformar

Classificar e Filtrar

Classificar do Menor para o Maior

De menor para o maior.

De - mais informações

	E	F	G	H	I	J		N	O	P	Q	R	T	U	V	W	X	
1	rtadoRepetacaoCoo	#Consiste	Data	Hora	MediaDiar			Media	DiaMaxim	DiaMinim	iaMinim	mm5Stat	MediaStat	ediaAnual	idiaAnual	St	Vazao01	Vazao0
2	0 45960001	2	01/01/1977	1	1	1	323,988	181,056	222,421			0	0				201,282	201,
3	0 45960001	2	01/02/1977	2	1	1	321,011	181,025	224,931			28	1	1	1		321,011	308,
4	0 45960001	2	01/03/1977	3	1	1	181,056	163,845	169,681	8	30	1	1	1	1		181,056	179,
5	0 45960001	2	01/04/1977	4	1	1	256,246	163,845	188,386	26	19	1	1	1	1		168,491	
6	0 45960001	2	01/05/1977	5	1	1	211,127	164,491	182,522	1	14	1	1	1	1		211,127	203,
7	0 45960001	2	01/06/1977	6	1	1	172,228	161,072	166,480	15	29	1	1	1	1		169,423	168,
8	0 45960001	2	01/07/1977	7	1	1	156,475	156,475	157,965	24	24	1	1	1	1		161,072	160,
9	0 45960001	2	01/08/1977	8	1	1	156,471	151,91	154,057	1	30	1	1	1	1		156,475	156,
10	0 45960001	2	01/09/1977	9	1	1	168,491	149,198	151,620	30	27	1	1	1	1		151,91	151,
11	0 45960001	2	01/10/1977	10	1	1	211,127	154,645	175,213	9	21	1	1	1	1		174,104	
12	0 45960001	2	01/11/1977	11	1	1	202,173	161,072	181,770	27	2	1	1	1	1		169,491	12
13	0 45960001	2	01/12/1977	12	1	1	454,386	178,455	248,745	30	12	1	1	1	1		206,638	212,
14	0 45960001	1	01/01/1978	1	1	1	430,901	200,392	237,175	12	31	1	1	1	1		430,901	403,
15	0 45960001	1	01/02/1978	2	1	1	453,312	192,428	306,441	31	5	1	1	1	1		196,616	196,
16	0 45960001	1	01/03/1978	3	1	1	602,262	234,817	322,261	15	22	1	1	1	1		266,645	253,
17	0 45960001	1	01/04/1978	4	1	1	415,055	214,907	302,134	9	22	1	1	1	1		255,306	260,
18	0 45960001	1	01/05/1978	5	1	1	271,02	214,133	243,306	7	24	1	1	1	1		252,627	246,
19	0 45960001	1	01/06/1978	6	1	1	252,625	201,386	220,367	1	30	1	1	1	1		200,225	160,
20	0 45960001	1	01/06/1978	7	1	1	214,907	195,686	200,863	25	15	1	1	1	1		100,229	196,
21	0 45960001	1	01/07/1978	8	1	1	197,499	182,217	187,863	12	26	1	1	1	1		192,499	182,
22	0 45960001	1	01/08/1978	9	1	1	184,893	175,125	179,762	17	5	1	1	1	1		175,125	175,
23	0 45960001	1	01/10/1978	10	1	1	268,096	176,892	218,393	30	12	1	1	1	1		169,662	280,
24	0 45960001	1	01/11/1978	11	1	1	272,974	237,37	281,547	22	15	1	1	1	1		281,805	241,
25	0 45960001	1	01/12/1978	12	1	1	352,475	232,27	305,161	17	7	1	1	1	1		247,824	416,
26	0 45960001	2	01/01/1979	1	1	1	703,569	352,476	481,906	22	20	4	1	1	2		395,648	352,
27	0 45960001	1	01/02/1979	2	1	1	382,354	298,66	303,608	15	25	1	1	1	1		406,627	436,
28	0 45960001	3	01/03/1979	3	1	1	269,07	265,179	316,714	3	23	1	1	1	1		269,07	265,
29	0 45960001	3	01/04/1979	4	1	1	240,213	229,615	221,564	1	29	1	1	1	1		240,213	239,
30	0 45960001	1	01/05/1979	5	1	1	218,616	207,536	213,303	1	39	1	1	1	1		218,615	217,
31	0 45960001	1	01/06/1979	6	1	1	207,536	202,96	204,493	1	30	1	1	1	1		207,536	207,
32	0 45960001	1	01/03/1979	7	1	1	204,787	195,698	200,776	3	12	1	1	1	1		203,873	202,
26	0 45960001	3	01/13/1979	8	1	1				21	36	1	1	1	1		203,823	192,

Chuva

Vazão

Cota

Curva de descarga

Fonte: Gonçalves (2021)

Os procedimentos utilizados para o preenchimento das lacunas de vazão e cota os métodos da Progressão Aritmética (PA)., que consiste na subtração entre os valores dos extremos do intervalo das lacunas preenchidas, seguido de uma divisão do valor que foi encontrado nessa subtração, pelo número de intervalos que faltou serem preenchidos e somado mais um (+1). Conforme Macêdo (2020), a divisão entre os extremos do intervalo resulta na razão de uma Progressão Aritmética (PA). Dependendo da relação entre o valor do extremo final e o inicial, essa razão será somada, caso o valor final seja maior que o inicial, ou subtraído, caso contrário, para preencher a primeira lacuna. O processo se repete para as lacunas subsequentes. Se houver apenas uma lacuna, ela pode ser preenchida pelo método da média aritmética dos valores extremos do intervalo, conforme Figura 3.

Figura 3: Exemplo de lacuna que será preenchida com uso de média aritmética.

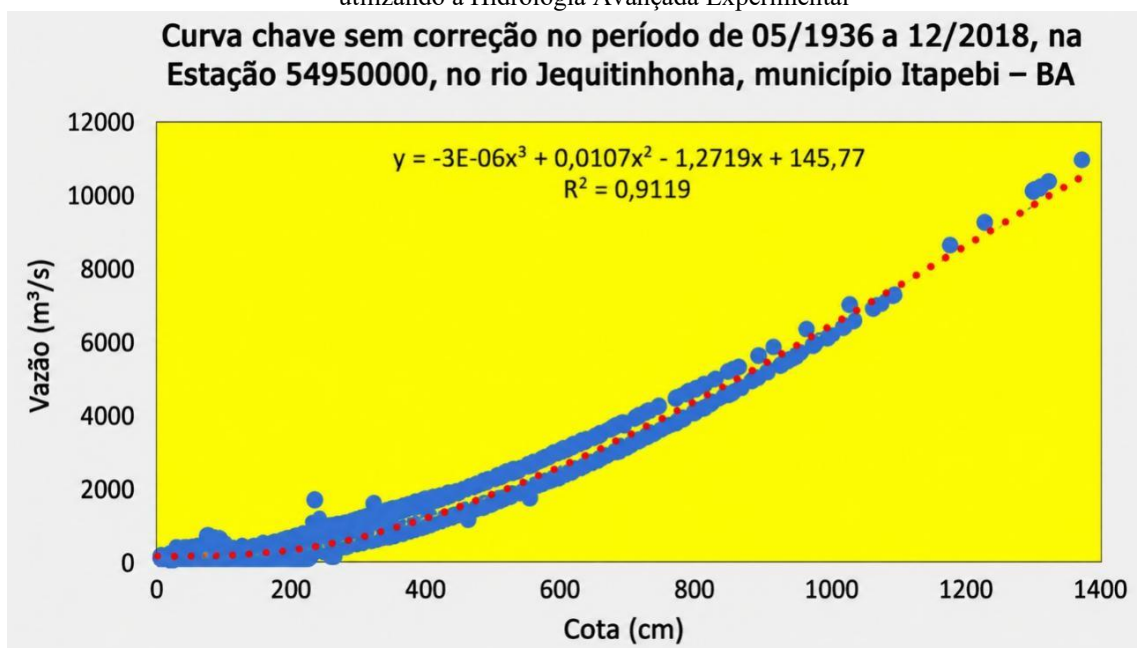
Vazao01	Vazao02	Vazao03
76,4	76,4	76,4
37,8		38,2
168,2	147,4	127,6
161,8	147,4	126
49,58	46,88	42,74
99,6	103,1	111,5
37,27	36,29	33,92

Fonte: Gonçalves (2021)

Após o preenchimento de lacunas e a consolidação dos dados hidrológicos de cota, foi feita a consolidação dos dados de vazão. Em uma outra planilha foi alinhado os dados de data, utilizando o mês, cota, utilizando o dia e vazão também se utilizando o dia, nessa ordem, respectivamente. As datas foram coladas na planilha do Excel 31 vezes, ou seja, cada colagem representou um dado diário. Em seguida, foi ordenada a coluna de cotas do número maior para o menor e, em seguida, foi ordenada a coluna de datas, classificando da data mais antiga para a mais nova.

Assim, foi gerado o primeiro gráfico geral, chamado de “Dispersão Vazão x Cotas”, onde se observa a situação geral da estação, inserindo uma curva de tendência, uma equação polinomial de terceiro grau e o coeficiente de determinação (R^2), que mostrou o grau de ajuste entre os dados coletados e preenchidos, conforme Figura 4. Dessa forma, curvas consideradas adequadas apresentam um índice de ajuste R^2 próximo de 1 ou até mesmo com valor 1. Quando o R^2 da curva-chave fica significativamente abaixo de 1, é necessário realizar ajustes nos dados e gerar uma nova curva.

Figura 4: Exemplo de Gráfico de Dispersão Vazão x Cotas não consolidada do rio Jequitinhonha utilizando a Hidrologia Avançada Experimental



Fonte: Macêdo (2020)

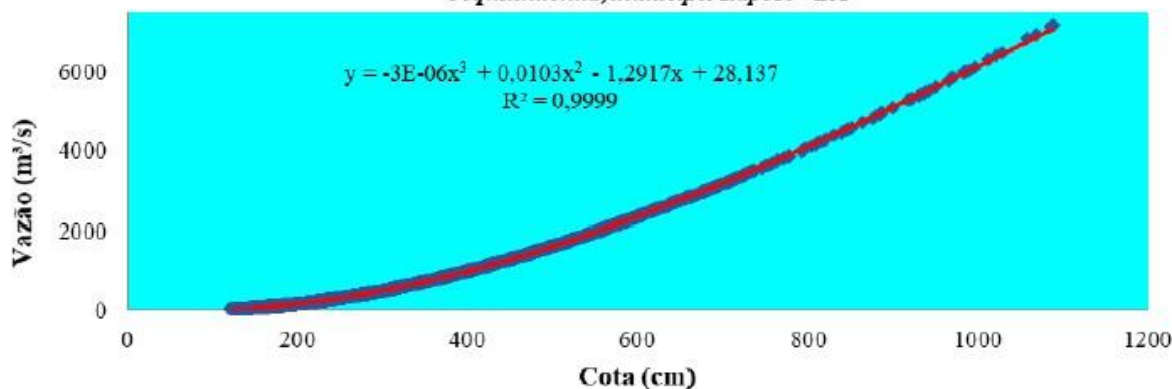
Após a elaboração do gráfico de Dispersão Vazão x Cotas para visualização geral da estação, foi feita a validação dos dados na estação pela curva de descarga. Para isso foi observado os valores mensais, desconsiderando o mês em que a data seja menor do que o dia 16, ou seja, foi considerado meses em que a data da curva seja igual ou maior que 16. Após a seleção dos períodos selecionados, foi determinado os valores da cota mínima de cada período na curva de descarga, utilizando a nomenclatura “curva 01, “curva 02” e assim sucessivamente, pois essas curvas corresponderam a cada período. Na segunda coluna foram colocados os valores da cota mínima, que foram coletados durante a análise na planilha de cota.

Em seguida foram feitas a consolidação dos valores de vazão em função dos valores de cotas. De acordo com os períodos da curva de descarga, foram gerados mais gráficos de Dispersão x Cotas. A diferença é que esses últimos gráficos se referem aos períodos da curva, sendo gerados gráficos não consolidados e após o seu tratamento, os consolidados.

Após tratamento, de todos os períodos da curva, foi feito um novo gráfico de Dispersão Vazão x Cotas, onde se analisou a situação geral da Estação, com dados consistidos. Um exemplo de gráfico está na Figura 5.

Figura 5: Exemplo de Gráfico de Dispersão Vazão x Cotas consolidada do rio Jequitinhonha utilizando a Hidrologia Avançada Experimental

Curva chave com correção no período de 05/1936 a 12/1968, na Estação 54950000, no rio Jequitinhonha, município Itapebi – BA



Fonte: Macêdo (2020)

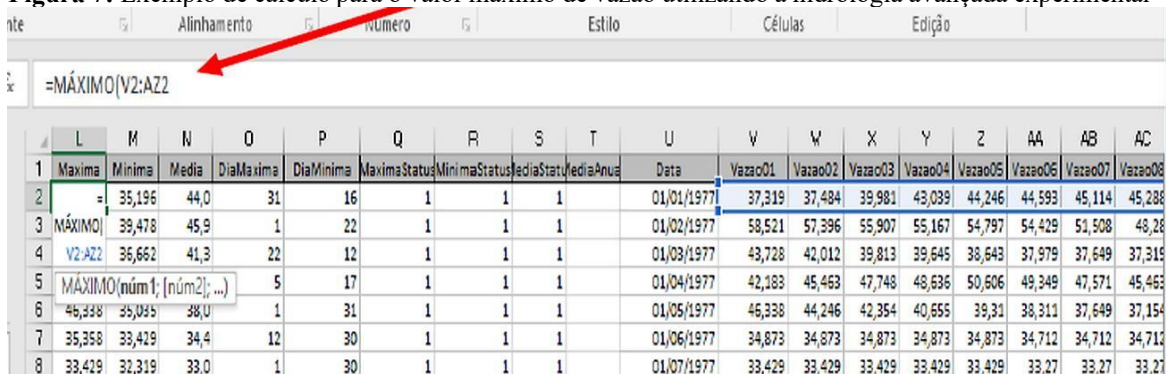
A correção dos dados se deu através da análise dos valores semelhantes da cota e da vazão. Os dados de vazão precisam ser proporcionais ao de cota em cada subperíodo. No exemplo da Figura 6 é observado que a planilha segue uma tendência de valores, logo, se houve valor discrepante, é necessário observar a tendência e segui-la.

Figura 6: Tabela de dados de cota-vazão com valor a ser corrigido observando a tendência dos dados

Data	Cota	Vazão	Vazão a ser Corrigida
01/02/2003	117	33,1	
01/09/1927	118	34,5	
01/02/1945	118	34,5	
01/12/2018	119	36,7 (valor que será substituído na planilha de vazão)	31,5
01/07/1956	119	36,7	
01/08/1997	120	38,4	
01/03/1986	120	38,4	

Fonte: Gonçalves (2021)

Após o conserto, dos valores discrepantes na vazão, foi utilizado as fórmulas do Excel de “máximo”, “mínimo” e “médio”, para calcular essas vazões, visto que foram utilizadas para geração dos produtos dessa metodologia. Conforme exemplo da Figura 7 foram selecionadas as vazões diárias e aplicado a fórmula. Isso se repetiu para as vazões mínimas e médias.

Figura 7: Exemplo de cálculo para o valor máximo de vazão utilizando a hidrologia avançada experimental


	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1	Maxima	Minima	Media	DiaMaxima	DiaMinima	MaximaStatus	MinimaStatus	MediaStatus	MediaAnua	Data	Vazao01	Vazao02	Vazao03	Vazao04	Vazao05	Vazao06	Vazao07	Vazao08
2	=	35,196	44,0	31	16	1	1	1		01/01/1977	37,319	37,484	39,981	43,039	44,246	44,593	45,114	45,288
3	MÁXIMO	39,478	45,9	1	22	1	1	1		01/02/1977	58,521	57,396	55,907	55,167	54,797	54,429	51,508	48,28
4	V2:AZ2	36,662	41,3	22	12	1	1	1		01/03/1977	43,728	42,012	39,813	39,645	38,643	37,979	37,649	37,315
5	MÁXIMO(núm1; [núm2]; ...)			5	17	1	1	1		01/04/1977	42,183	45,463	47,748	48,636	50,606	49,349	47,571	45,463
6		45,338	35,035	38,0	1	31	1	1	1	01/05/1977	46,338	44,246	42,354	40,555	39,31	38,311	37,649	37,154
7		35,358	33,419	34,4	12	30	1	1	1	01/06/1977	34,873	34,873	34,873	34,873	34,873	34,712	34,712	34,712
8		33,429	32,319	33,0	1	30	1	1	1	01/07/1977	33,429	33,429	33,429	33,429	33,429	33,27	33,27	33,27

Fonte: Gonçalves (2021)

Em seguida foram calculadas as vazões médias dos períodos. Essas vazões calculadas com dados corrigidos das vazões médias mensais foram arrumadas em anos, conforme exemplo da Figura 8.

Figura 8: Exemplo de vazões calculadas e alinhadas em anos

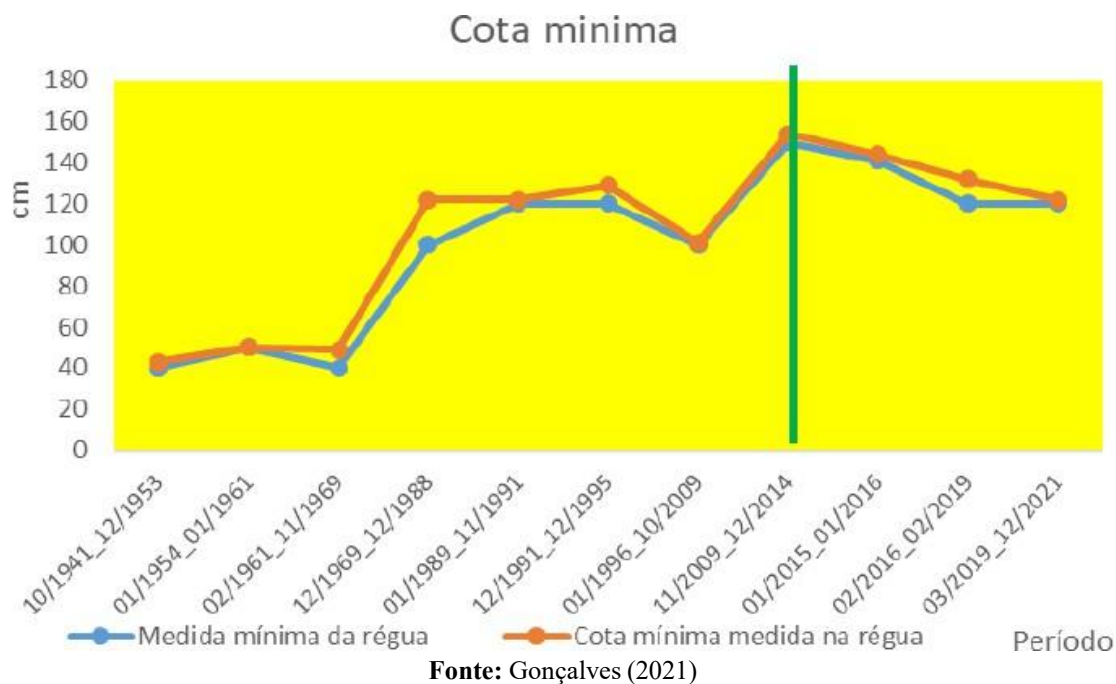
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1984	188,6	158,4	172,1	190,0	139,5	132,9	129,1	126,2	129,0	149,8	143,2	170,9
1985	213,5	152,9	165,6	141,8	127,8	121,3	118,8	115,5	113,6	138,3	153,3	245,9
1986	333,6	213,0	162,8	143,6	139,8	130,1	129,1	125,4	120,4	128,9	128,5	152,1
1987	143,5	122,7	141,4	141,4	131,7	112,8	109,6	106,1	108,3	110,3	141,6	273,7
1988	199,5	167,2	204,0	158,4	132,3	123,9	119,2	115,2	110,1	125,7	151,0	216,7
1989	149,3	149,9	141,5	119,4	114,0	111,5	109,7	107,0	105,6	113,6	146,6	421,3
1990	232,0	194,6	172,8	139,3	131,1	122,6	121,6	115,0	116,4	115,0	126,3	139,4
1991	185,4	159,1	190,0	147,6	126,4	116,5	112,2	109,0	112,2	108,8	156,2	170,1
1992	225,5	444,4	192,1	155,6	141,6	129,1	123,2	116,0	118,4	137,1	208,8	258,6
1993	190,1	181,9	139,4	134,3	127,9	119,3	115,1	112,1	110,3	119,4	114,6	147,1
1994	199,9	145,4	243,1	162,9	129,6	124,2	119,7	112,2	107,4	104,5	137,1	171,1
1995	136,1	168,5	136,9	143,1	125,7	112,3	108,6	104,1	100,2	103,4	137,0	184,1
1996	130,8	109,5	120,2	109,6	100,4	96,8	94,8	94,2	92,1	107,6	142,3	128,8
1997	148,8	122,6	183,8	176,0	138,0	118,9	107,9	102,5	101,4	104,8	112,5	151,2
1998	147,0	165,3	133,6	106,0	100,9	97,0	94,6	91,8	88,1	97,2	153,6	176,1
	188,3	177,0	166,6	144,6	127,1	117,9	114,2	110,1	108,9	117,6	143,5	200,5

Fonte: Gonçalves (2021)

Após ordenar as vazões, foram selecionadas as vazões máximas e mínimas anuais. Em seguida, também foi calculada as médias das vazões máximas e mínimas de cada período analisado. A partir disso, começou-se a geração dos produtos da metodologia.

O primeiro gráfico produzido foi o da cota mínima, conforme exemplo da Figura 9. Esse gráfico mostrou se o rio em questão está estável, passando por processo de assoreamento ou por processos de erosão. Foi construído a partir da coleta de dados de todos os períodos, dados da cota mínima da régua e cota mínima da água medida na régua. Convém salientar que em alguns gráficos foram inseridas linhas verticais com intuito de mostrar o ano de início de operação de cada barragem, caso exista na bacia hidrográfica.

Figura 9: Exemplo de gráfico de cota mínima da base da régua e da água mínima medida na régua



Após esse gráfico, foi confeccionado os gráficos de vazões máximas e vazões mínimas, utilizando o ano e a média respectiva, conforme Figuras 10 e 11.

Figura 10: Exemplo de gráfico de vazão máxima

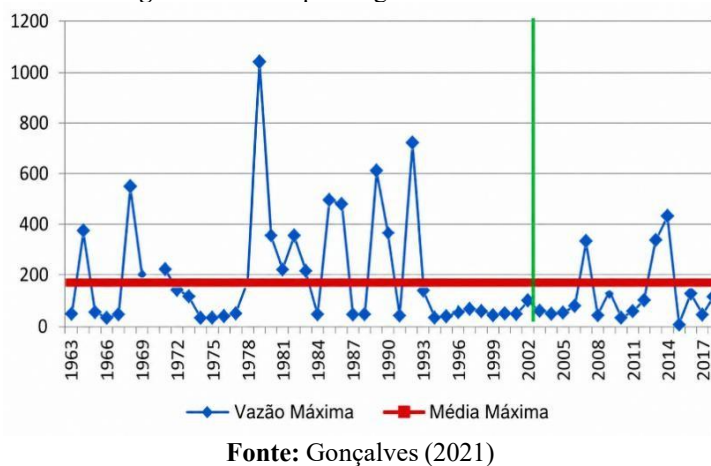
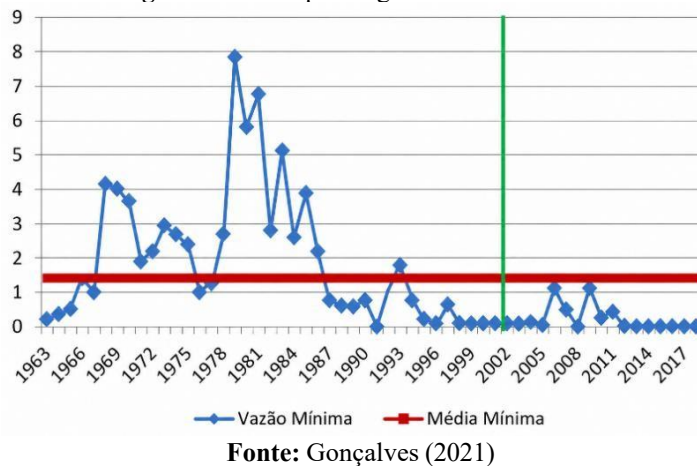


Figura 11: Exemplo de gráfico de vazão mínima



Em seguida, foi calculado o Fator Hidrológico e seu detalhamento. Para o gráfico de Fator Hidrológico, foram observados anos deficitários, normais e excedentes; no detalhamento do Fator Hidrológico, foram observados deficitários, normais, normais excedentes e excedentes. Na construção do gráfico de Fator Hidrológico foi atribuído o

valor 0 para as vazões que estiveram abaixo das médias máximas ou mínimas do período analisado; o valor 1 foi atribuído às vazões máximas ou mínimas, que estiveram acima da média, e o valor 2 foi utilizado para valores extremos, que também estiveram acima da média. As regras para cálculo do Fator Hidrológico podem ser vistas na Figura 12, onde se tem valor 0 para os anos deficitários, valor 1 para anos normais e valor 2 para anos excedentes hídricos.

Figura 12: Resumo do Fator Hidrológico

Valores Extremos Anuais	Média máxima < valor extremo máximo anual	Média máxima > valor extremo máximo anual	Média mínima < valor extremo mínimo anual	Média mínima > valor extremo mínimo anual	Valor do Fator Hidrológico	Classificação do Ano Hidrológico
Valor Máximo	1	-	-	-	1+1=2	Ano Excedente
Valor Mínimo	-	-	1	-		
Valor Máximo	1	-	-	-	1+0=1	Ano Normal
Valor Mínimo	-	-	-	0		
Valor Máximo	-	0	-	-	0+1=1	Ano Normal
Valor Mínimo	-	-	1	-		
Valor Máximo	-	0	-	-	0+0=0	Ano Deficitário
Valor Mínimo	-	-	-	0		

Fonte: Gonçalves (2021)

As regras para o Detalhamento do Fator Hidrológico também podem ser vistas na Figura 13, onde se mantém os valores para anos deficitários, normais e excedentes, todavia, acrescenta-se o valor 0,5 para anos normais deficitários, onde a média mínima possui valor menor que o extremo mínimo anual e valor 1,5 para anos normais excedentes, onde a média máxima possui valor maior que o extremo máximo anual.

Figura 13: Resumo do Detalhamento do Fator Hidrológico

Valores Extremos Anuais	Média máxima < valor extremo máximo anual	Média máxima > valor extremo máximo anual	Média mínima < valor extremo mínimo anual	Média mínima > valor extremo mínimo anual	Valor do Fator Hidrológico	Detalhamento do Fator Hidrológico	Classificação do Ano Hidrológico
Valor Máximo	1	-	-	-	1+1=2	2	Ano Excedente
Valor Mínimo	-	-	1	-			
Valor Máximo	1	-	-	-	1+0=1	1+0,5=1,5	Ano Normal Excedente
Valor Mínimo	-	-	-	0			
Valor Máximo	-	0	-	-	0+1=1	1-0,5=0,5	Ano Normal Deficitário
Valor Mínimo	-	-	1	-			
Valor Máximo	-	0	-	-	0+0=0	0	Ano Deficitário
Valor Mínimo	-	-	-	0			

Fonte: Gonçalves (2021)

Para o cálculo dos valores supracitados foi utilizado na plataforma do *Excel* a fórmula condicional, também conhecida como Função SE, que busca avaliar se uma

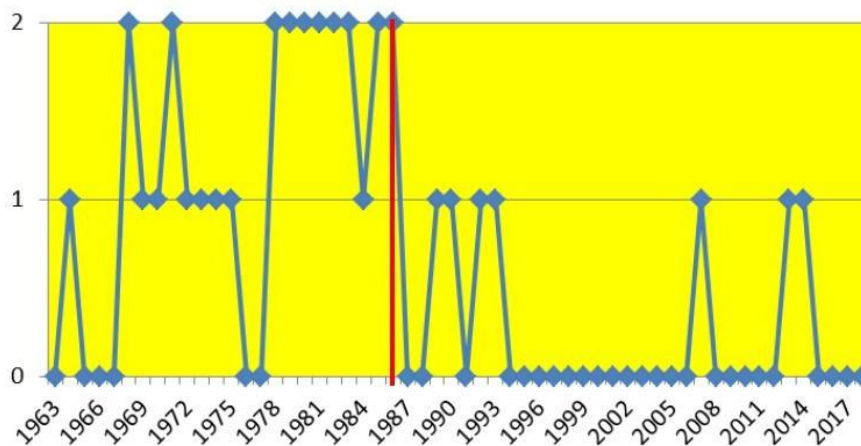
condição é verdadeira ou falsa e retorna um valor específico para cada situação. Na Figura 14 pode ser observado um exemplo de como essa fórmula é utilizada.

Figura 14: Cálculo de Fator Hidrológico e seu Detalhamento utilizando a fórmula condicional

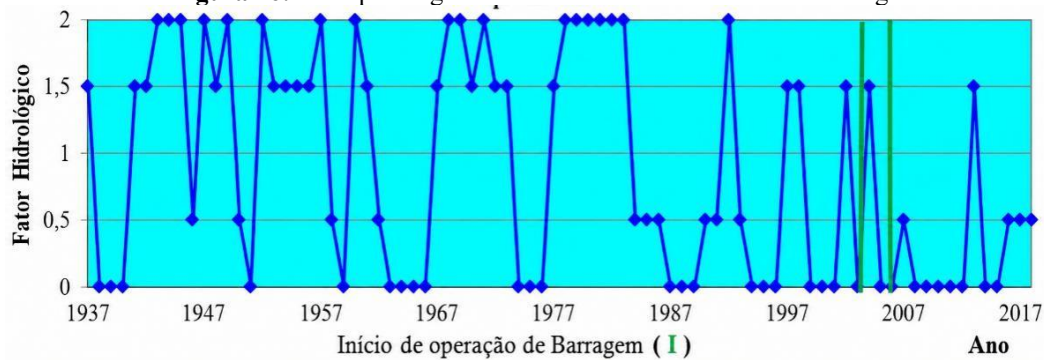
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Data	Maxima	Minima	Média máxima	Média mínima			Fator Hidrológico			DFH
1950	338,244	3,73	155,7	3,5	=SE(B2>D2;1;0)		2	1,5	0,5	2
1951	45,502	2,769	155,7	3,5	SE(teste_lógico; [valor_se_verdadeiro]; [valor_se_falso])				0	0
1952	203,665	2,062	155,7	3,5	1	0	1	1,5	0	1,5
1953	202,018	1,344	155,7	3,5	1	0	1	1,5	0	1,5
1954	372,289	1,344	155,7	3,5	1	0	1	1,5	0	1,5
1955	252,618	2,571	155,7	3,5	1	0	1	1,5	0	1,5
1956	357,981	2,669	155,7	3,5	1	0	1	1,5	0	1,5
1957	218,9	5,085	155,7	3,5	1	1	2	1,5	0,5	2
1958	157,608	3,789	155,7	3,5	1	1	2	1,5	0,5	2
1959	75,831	2,769	155,7	3,5	0	0	0	0	0	0
1960	410,136	5,72	155,7	3,5	1	1	2	1,5	0,5	2
1961	27,497	2,661	155,7	3,5	0	0	0	0	0	0
1962	41,168	2,556	155,7	3,5	0	0	0	0	0	0
1963	259,486	1,981	155,7	3,5	1	0	1	1,5	0	1,5
1964	457,355	4,891	155,7	3,5	1	1	2	1,5	0,5	2
1965	147,469	4,675	155,7	3,5	0	1	1	0	0,5	0,5
1966	49,299	1,102	155,7	3,5	0	0	0	0	0	0
1967	416,241	0,128	155,7	3,5	1	0	1	1,5	0	1,5
1968	229,972	4,957	155,7	3,5	1	1	2	1,5	0,5	2
1969	314,751	6,701	155,7	3,5	1	1	2	1,5	0,5	2
1970	384,287	8,731	155,7	3,5	1	1	2	1,5	0,5	2
1971	72,419	6,633	155,7	3,5	0	1	1	0	0,5	0,5

Fonte: Gonçalves (2021). **Elaborado por:** Almeida, I. R. (2023)

Essa função é aplicada nas vazões máximas e nas vazões mínimas. Após conclusão, é gerado os gráficos de Fator Hidrológico e Detalhamento do Fator Hidrológico, conforme exemplo das Figuras 15 e 16.

Figura 15: Exemplo de gráfico de Fator Hidrológico

Fonte: Gonçalves (2021)

Figura 16: Exemplo de gráfico de Detalhamento do Fator Hidrológico

Fonte: Macêdo (2020)

Em seguida, começou-se a geração do gráfico de curva de permanência. Essa curva, segundo Cruz e Tucci (2008, p. 02), “relaciona a vazão (geralmente no eixo das ordenadas) e a porcentagem do tempo em que ela é superada ou igualada sobre todo o período histórico utilizado para sua construção (geralmente no eixo das abscissas).”

Para a elaboração da curva de permanência diária, foram utilizadas seis colunas, enumeradas de C1 a C6. Na coluna C1, foram inseridos os dados diários de vazão, organizados em ordem decrescente. Na coluna C2, foi realizada a contagem sequencial dos dados, que corresponderam à posição ocupada por cada valor de vazão após a ordenação. Já na coluna C3, foi indicado o número total de dados da série analisada.

Em seguida, os valores da coluna C2 foram divididos pelo total apresentado na coluna C3, obtendo-se os resultados da coluna C4. Na coluna C5, foi inserido o valor 100. Por fim, os valores da coluna C4 foram multiplicados pelo valor da coluna C5, resultando

nos valores apresentados na coluna C6. O modelo desse produto está apresentado na Figura 17.

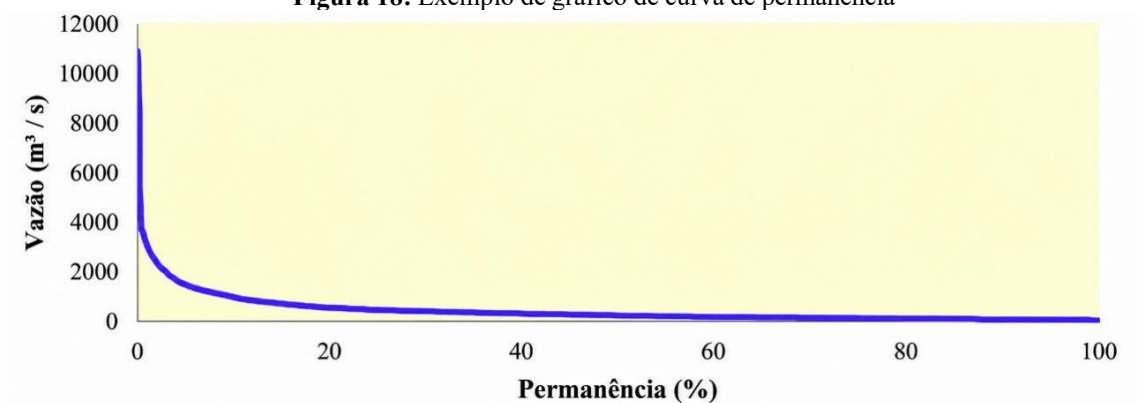
Figura 17: Modelo para preenchimento do gráfico de curva de permanência diária

Dados de vazão (C1)	Contagem (C2)	Total (C3)	Resultado de $(C2)/(C3)=(C4)$	Colocar o valor 100 (C5)	Resultado $(C4) \times (C5) = (C6)$
23	1	n	$1/n$	100	$1/n \times 100$
12	2	n	$2/n$	100	$2/n \times 100$
...	...	n	...	100	$\dots \times 100$
29	n	n	n/n	100	$n/n \times 100$

Fonte: Gonçalves (2021)

Para geração do gráfico, foram utilizados os valores apresentados na coluna C1 e C6. O exemplo de gráfico dessa curva se encontra na Figura 18.

Figura 18: Exemplo de gráfico de curva de permanência



Fonte: Macêdo (2020)

Após a elaboração do gráfico da curva de permanência, foi construído o gráfico da curva de garantia. Para isso, foram selecionados os percentuais de permanência apresentados na coluna C6, no intervalo de 0% a 100%, com variação de 10 em 10%. Em seguida, foram identificados os respectivos valores diários de vazão correspondentes a cada percentual selecionado. Esses dados foram transferidos para uma nova planilha e

organizados em ordem crescente. O modelo utilizado para geração do gráfico está apresentado na Figura 19.

Figura 19: modelo de preenchimento para gráfico da curva de garantia

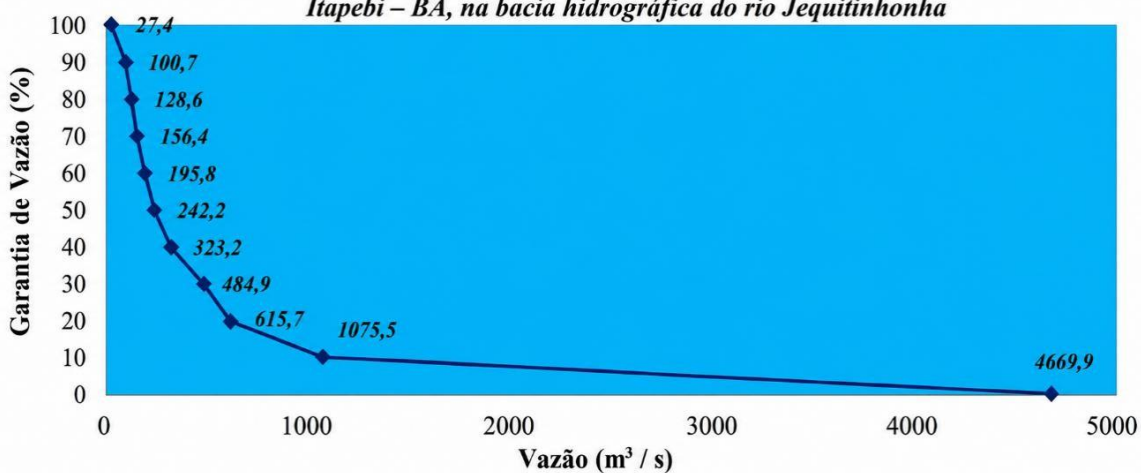
(%)	Vazão Garantida (m^3/s)
0	430,1
10	29,5
20	11,2
30	5,6
40	3,8
50	2,7
60	1,8
70	1,1
80	0,4
90	0,1
100	0,0

Fonte: Gonçalves (2021)

Após preenchimento de todos os dados de acordo com o modelo acima, foi gerado o gráfico da curva de garantia, conforme exemplo na Figura 20.

Figura 20: Exemplo de gráfico de curva de garantia

Garantia de Vazão no período de 1980 a 1990, na Estação 54950000, município de Itapebi – BA, na bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



Fonte: Macêdo (2020)

Após a elaboração do gráfico da curva de garantia, foi também realizado o cálculo da firmeza da garantia hídrica das vazões (FGHV). Esse cálculo permitiu avaliar a confiabilidade da garantia hídrica em determinada estação fluviométrica de uma bacia hidrográfica, sendo representado pela relação percentual entre a vazão Q90 e a vazão máxima Q0. Assim, a FGHV foi obtida por meio da seguinte fórmula:

$$FGHV = \frac{Q90 \times 100}{Q0}$$

Segundo Gonçalves e Santos (2025, p.15, tradução nossa) “a distribuição da firmeza da garantia hídrica dos fluxos, em suas respectivas zonas, [...] também nos permite estabelecer analogias com a realidade dos conflitos existentes nessas bacias hidrográficas.”¹. Assim, foi elaborado um quadro que analisa a firmeza da sub-bacia, conforme Figura 21.

Figura 21: Classificação de firmeza da água garantida

Firmness of the Water Guarantee (%)	Firmness Rating	Seasonal Multiplicative Index
0	without firmness	*****
> 0 a ≤ 3%	Little Firm	1,300xQ90
> 3 a ≤ 10%	Medium Firm	1,200xQ90
> 10 a ≤ 20%	Firm	1,150xQ90
> 20 a ≤ 40%	Very Firm	1,125xQ90
> 40%	Super Firm	1,100xQ90

Fonte: Gonçalves e Santos (2025)

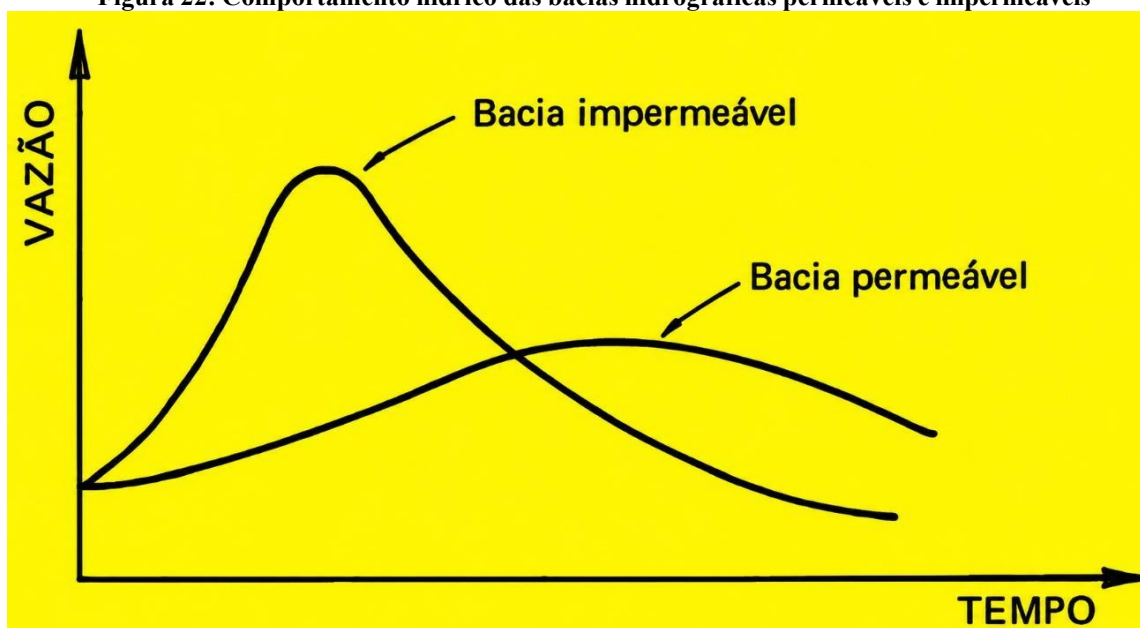
Assim, através desse cálculo aliado aos valores do quadro é observado se a sub-bacia possui predomínio de conflito de água ou conflito pela terra. As garantias que são classificadas como sem firmeza ou pouco firmes, ou seja, de 0% ou >0% a ≤3%, são associadas ao predomínio de conflitos, predominantemente, pelo uso da água. Quando a firmeza é > 3, infere-se que há, predominantemente, conflitos relacionados pelo uso da terra.

Após a confecção do gráfico de firmeza, foi elaborado o gráfico do tempo de retardo médio, que permitiu analisar a relação entre a precipitação e a vazão na bacia hidrográfica. De acordo com Gonçalves (2021, p. 98), esse gráfico “indica também se a

¹ The distribution of the firmness of the water guarantee of flows, in their respective zones, with the name of the rivers used in the study, also allows us to establish analogies with the reality of the conflicts existing in these hydrographic basins.

bacia é permeável ou impermeável, pela rapidez ou lentidão de resposta que a bacia dá às precipitações em forma de vazões”. Nesse sentido, o tempo de retardo médio foi classificado em duas categorias: $T < 30$ dias, para bacias caracterizadas como impermeáveis e $T \geq 30$ dias, para bacias caracterizadas como permeáveis. A Figura 22 mostra o comportamento dessas bacias

Figura 22: Comportamento hídrico das bacias hidrográficas permeáveis e impermeáveis



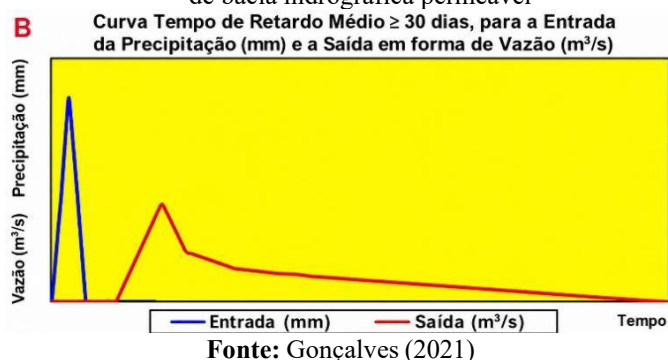
Fonte: Gonçalves (2021)

Em gráficos, o tempo de retardo médio se apresenta conforme exemplos das Figuras 23 e 24.

Figura 23: Exemplo de gráfico de tempo de retardo médio de bacia hidrográfica impermeável



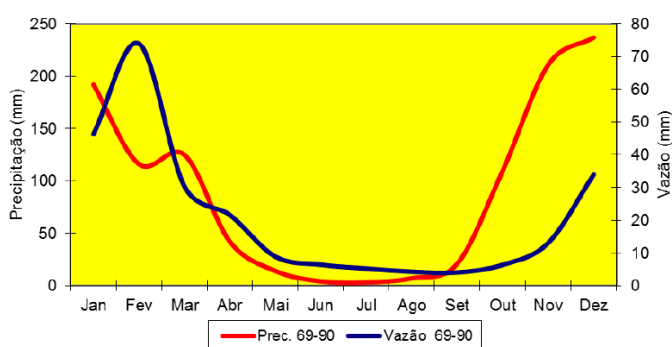
Figura 24: Exemplo de gráfico de tempo de retardo médio de bacia hidrográfica permeável



Em seguida, foi elaborado o gráfico de precipitação x vazão. Para isso, foram utilizados os dados de vazão média mensal e de precipitação média mensal, que foram

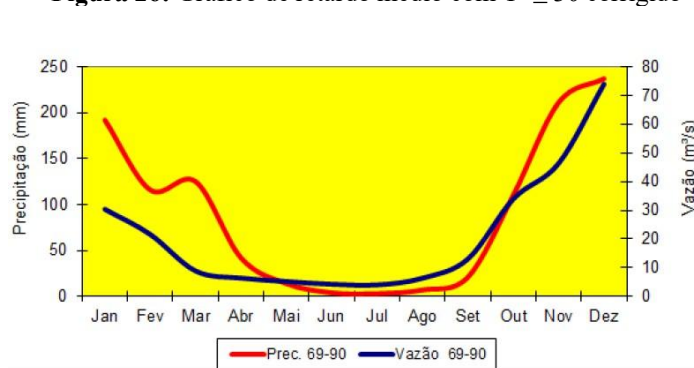
organizados em duas colunas correspondentes aos meses de janeiro a dezembro. A partir desse ordenamento, foi observado se os períodos de maior precipitação coincidiam com os períodos de maior vazão na bacia hidrográfica. Nesse sentido, quando o intervalo de resposta da bacia é inferior a 30 dias ($T^1 < 30$ dias), considera-se que não há tempo de retardo médio. Por outro lado, quando esse intervalo é maior ou igual a 30 dias ($T^2 \geq 30$ dias), identifica-se a existência de tempo de retardo médio. Caso o gráfico indique tendência de retardo, se faz necessário realizar a correção dos dados. A diferença entre o gráfico sem correção e o gráfico corrigido está apresentada nas Figuras 25 e 26.

Figura 25: Gráfico de retardo médio com $T^2 \geq 30$ sem correção



Fonte: Gonçalves (2021)

Figura 26: Gráfico de retardo médio com $T^2 \geq 30$ corrigido

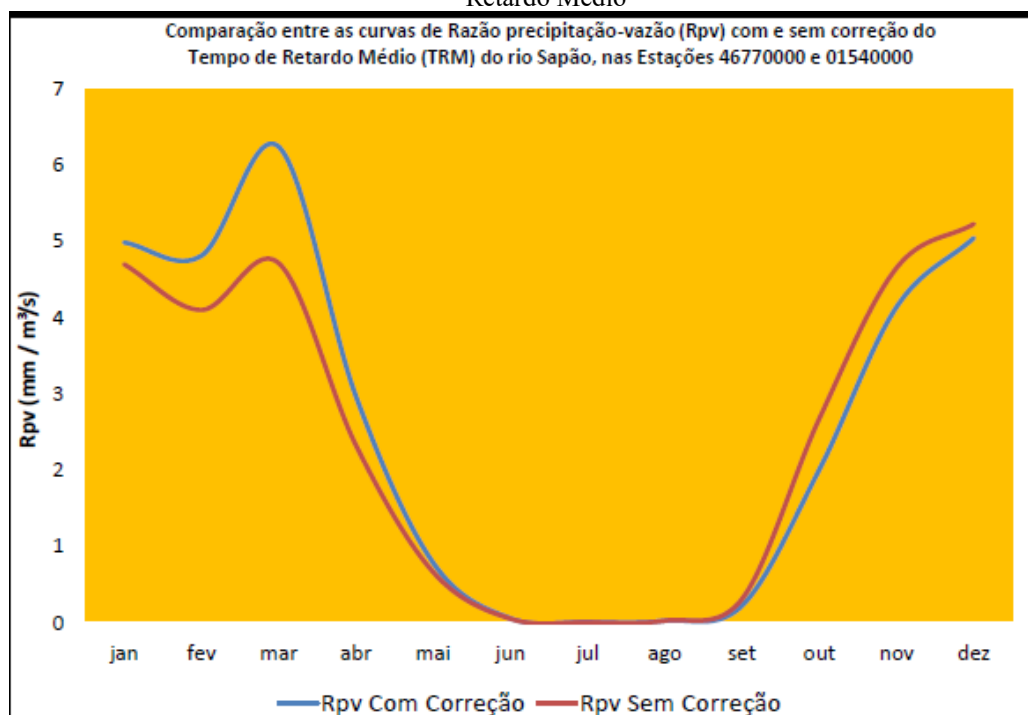


Fonte: Gonçalves (2021)

Foi feito também o gráfico da Razão precipitação/vazão, também conhecida como “Rpv”. Essa razão serviu para avaliar a quantidade de precipitação média necessária para gerar 1m³/s de vazão média, mostrando, assim, se o aquífero se encontra mais cheio (nível mais alto) ou menos cheio (nível mais baixo) em um

determinado mês. Essa correção foi feita com base no intervalo do tempo de retardo médio. A Figura 27 mostra a comparação entre duas curvas de Rpv.

Figura 27: Exemplo de comparação da Razão precipitação-vazão com e sem correção do tempo de Retardo Médio



Fonte: Gonçalves (2021)

Além disso, também foi feito o gráfico de diferença da razão precipitação - vazão. Essa diferença permitiu avaliar a maior contribuição que o rio recebeu ao longo de todo ano para formação de vazão, assim, indicando a influência do rio, ou seja, segundo Gonçalves (2021, p. 130) “se o rio se encontra num momento influente, efluente ou de transição na alimentação do fluxo por águas superficiais, subterrâneas ou num equilíbrio entre os dois”. Para a geração desse gráfico, foram considerados os meses de janeiro a dezembro, os maiores valores mensais de precipitação e de vazão, bem como o resultado da razão precipitação-vazão. Em seguida, obteve-se a diferença por meio da subtração entre os valores mensais analisados (fevereiro – janeiro, e assim até dezembro – janeiro), para bacias com TRM < 30 dias. O modelo de preenchimento se encontra na Figura 28.

Figura 28: Modelo de preenchimento para cálculo de diferença de razão precipitação - vazão

Mês	Precipitação (mm)	Vazão (m³/s)	Rpv	DRpv
Jan	307	939,956618	0,326610818	-0,17490248
Fev	121	797,5830546	0,151708338	0,155558949
Mar	167	543,5007453	0,307267288	-0,135526051
Abr	79	459,9943579	0,171741237	-0,044518503
Mai	31	243,6671426	0,127222734	-0,08895404
Jun	8	209,0481584	0,038268694	0,005039842
Jul	8	184,7210886	0,043308536	0,056248536
Ago	17	170,7563274	0,099557072	0,174434968
Set	48	175,1875712	0,27399204	0,174782883
Out	133	296,3623708	0,448774923	-0,044960426
Nov	222	549,7573811	0,403814496	-0,036164187
Dez	264	718,0736502	0,36765031	0,041039492

Fonte: Gonçalves (2021)

Em seguida foram elaborados os gráficos das amplitudes de cheias e secas. Para as vazões máximas observou-se qual o maior valor da vazão em cada ano do período correspondente. A partir disso, faz-se o somatório dos valores, dividindo pela quantidade de anos do período. Isso também foi feito para obtenção das vazões mínimas, com a diferença de que se observa os menores valores da vazão. Por fim, para a classificação da vazão média, foi obtido todas as médias mensais e faz a divisão pelo número de dados do período. Após isso, foram gerados os gráficos de amplitudes de secas e cheias. O modelo da metodologia está no Quadro 1.

Quadro 1 - Modelo de preenchimento das amplitudes de secas

Amplitude	Limites da seca hidrológica	Limites da cheia hidrológica
Pequena	Vazão média mínima - $\geq 2/3$ (vazão média mínima)	Vazão média máxima - $\leq 3/2$ (vazão média máxima)
Média	$< 2/3$ (vazão média mínima) - $\geq 1/3$ (vazão média mínima)	$> 3/2$ vazões média máxima - $\leq 2x$ (vazão média)
Grande	$< 1/3$ (vazão média mínima)	$> 2x$ (vazão média)

Fonte: Gonçalves (2021). Elaborado por: Almeida, I.R. (2023)

Após a elaboração dos gráficos de amplitude de secas e cheias, foi elaborado o gráfico de razão de fluxo. Segundo Gonçalves (2021, p. 115) “a razão de fluxo permite

indicar o comportamento do fluxo de água no rio, permitindo inferências sobre sua perenidade.” Além disso, esse gráfico permitiu notar a permanência de água na calha do rio. Inicialmente foram identificadas as vazões máximas e mínimas anuais de cada período analisado. Esse gráfico foi gerado a partir da diferença entre a vazão máxima e a média máxima e a diferença entre vazão mínima e média mínima. O valor obtido foi interpretado com base na classificação proposta por Gonçalves (2021), apresentado na Figura 29.

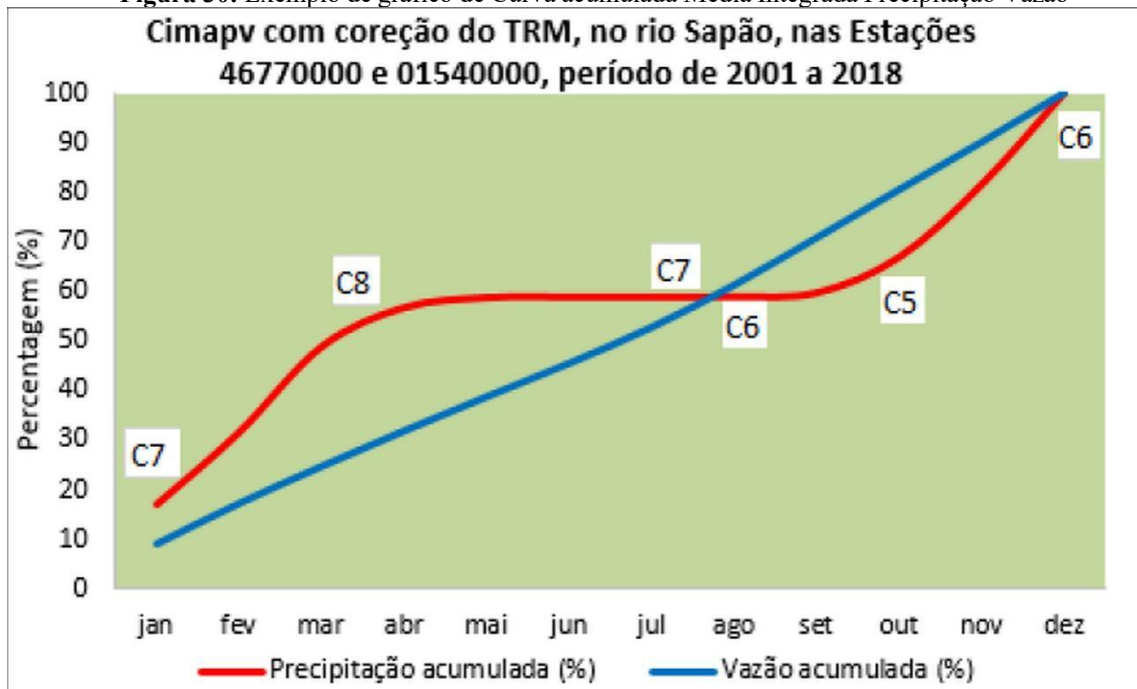
Figura 29: classificação do fluxo de um rio utilizando a tabela de Razão de fluxo

Razão do Fluxo (Rf)	Classificação do Fluxo no Rio
< 2	Excedente
$\geq 2 \text{ e } < 4$	Normal Excedente
$\geq 4 \text{ e } < 10$	Normal Deficitário
≥ 10	Deficitário

Fonte: Gonçalves (2021)

Após o valor de fluxo e seu respectivo gráfico, foi feito o gráfico de evolução da razão de fluxo, que permitiu inferir o comportamento do rio desde o início de seu monitoramento até os dias atuais. Em seguida foi elaborado o gráfico das Curvas Integradas Médias Acumuladas precipitação-vazão, também conhecido como CIMApv. Esse gráfico mostrou qual foi o maior contribuinte na formação da vazão, ou seja, se foi a precipitação ou o aquífero. Para a geração desse gráfico, foi utilizado o quadro contendo os meses, as precipitações e as vazões. A partir disso, foram somados todos os valores mensais de precipitação e de vazão, que foram organizados em duas colunas chamadas “precipitação total” e “vazão total”. Na terceira coluna, foi acrescentada a porcentagem de 100% e, a partir disso, gerou-se o gráfico com a adição de mais duas colunas, chamadas “precipitação acumulada” e “vazão acumulada”.

Para obter os valores da precipitação acumulada, multiplicou-se a precipitação pela porcentagem e dividiu-se o resultado pela precipitação total. Para obter os valores da vazão acumulada, foram multiplicados os valores de vazão pela porcentagem e dividido o resultado pela vazão total. Assim, foi gerado o gráfico conforme exemplo da Figura 30.

Figura 30: Exemplo de gráfico de Curva acumulada Média Integrada Precipitação Vazão

Fonte: Gonçalves (2021)

As Curvas acumuladas médias integradas precipitação – vazão possuem uma tabela com classificação, que são compostas por 19 colunas, numeradas de C1 a C19. A partir da análise das curvas de precipitação e vazão, se observa a posição e se nomeia de acordo com a tabela. Para geração desse gráfico, utilizou-se o cálculo da classificação. Para esse cálculo foram subtraídos os valores de precipitação acumulada pela vazão acumulada. Assim gerou-se os valores do cálculo de classificação. A partir desses valores, foram colocadas as classificações de acordo com a tabela de referência de CIMApv.

Após isso, geraram-se o gráfico identificado como Identidade Fluvial, que mostrou o bioma predominante da sub-bacia. Essa identidade é vista através da classificação por intensidade da contribuição da precipitação ou aquífero na formação da vazão, conforme exemplo da Figura 31.

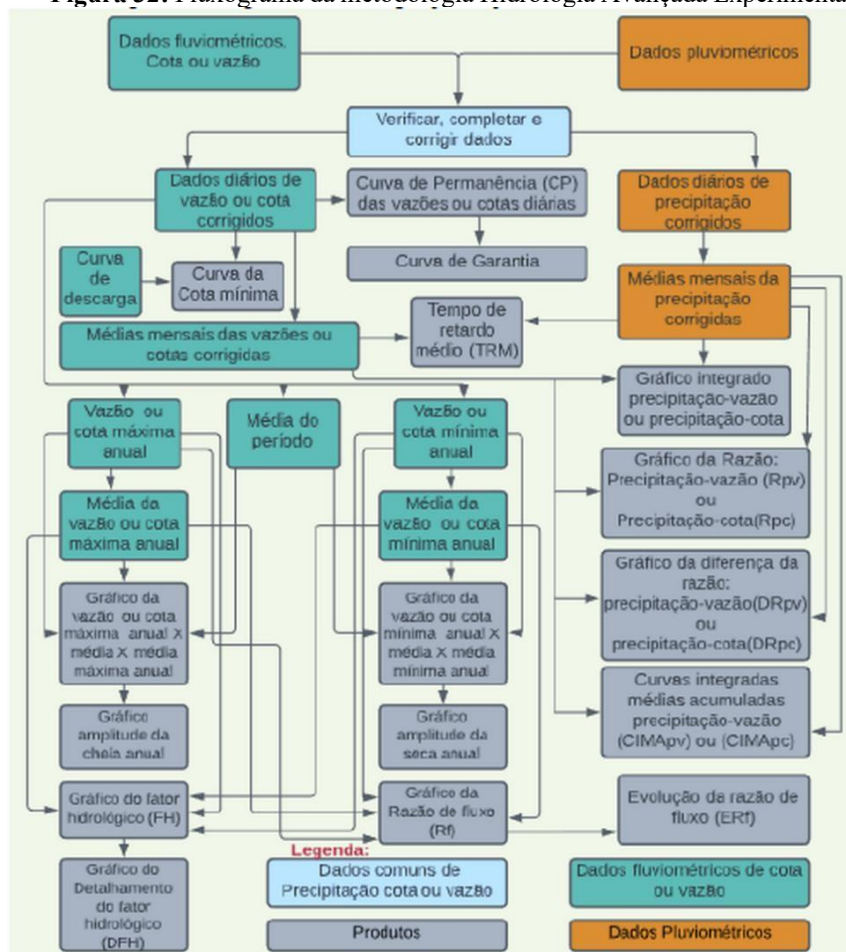
Figura 31: modelo de classificação de CIMApv e Identidade Fluvial

Posição relativa e diferença de percentagem 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 $< 10\%$ e $> 1,5\%$	C2, C7, C11, C17	G2		P- (Menor dependência da Precipitação)
Muito abaixo $\leq -10\%$	C3, C5, C10, C18	G3	Aquífero	A+ (Maior dependência do Aquífero)
Pouco abaixo $> -10\%$ e $< -1,5\%$	C4, C6, C9, C19	G4		A- (Menor dependência do Aquífero)
Muito próximas quase paralelas ou coincidentes $\leq 1,5\%$ e $\geq -1,5\%$	C13, C14, C15	G5	Precipitação e Aquífero	N (Igual dependência da Precipitação e do Aquífero)

Fonte: Gonçalves (2021)

O resumo da metodologia se encontra na Figura 32.

Figura 32: Fluxograma da metodologia Hidrologia Avançada Experimental



Fonte: Gonçalves (2021)

4 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CATOLÉ GRANDE

A sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande, segundo Fraga et al. (2014), está inserida nos domínios do Rio Pardo. Belem et al. (2009) mostram que o Catolé Grande, afluente do rio Pardo, é o principal rio que rege o município de Itapetinga. Souza et al. (2008), afirmam que essa sub-bacia possui 3.101 km² de área total, além de ser cercada por várias serras. No centro, encontra-se o Planalto de Vitória da Conquista. Além disso

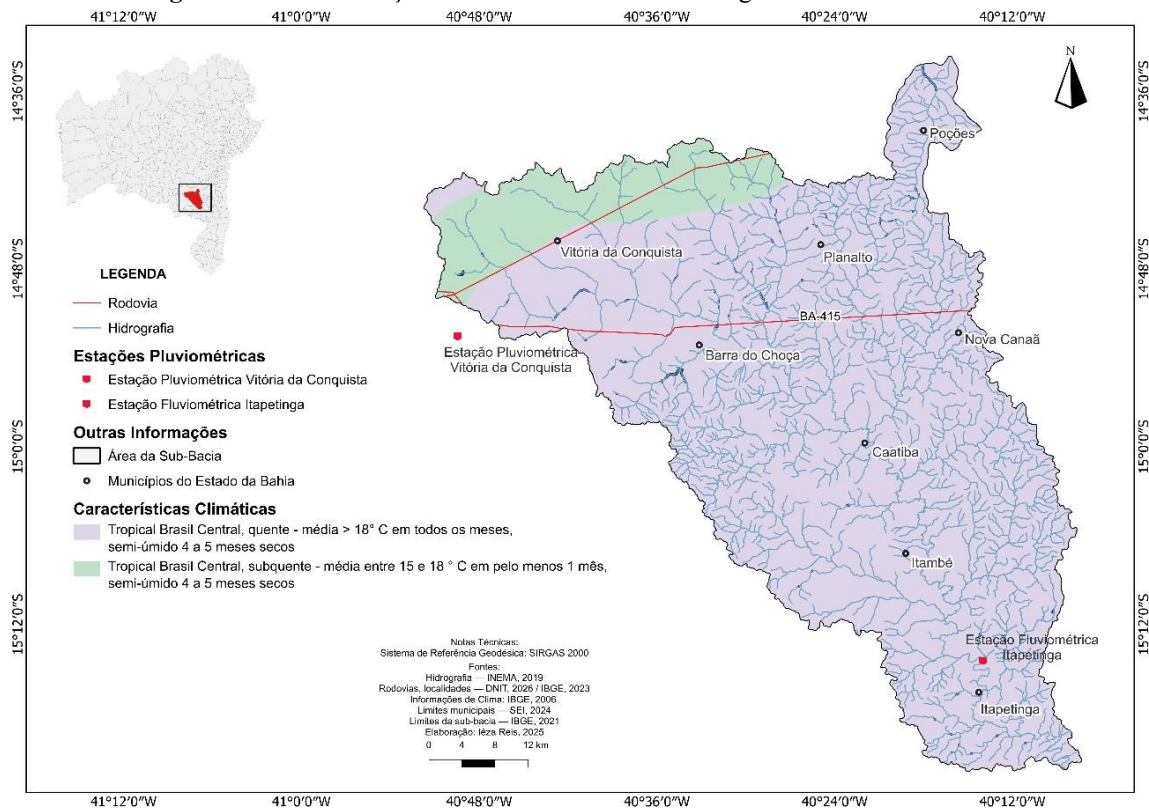
“O rio Catolé Grande possui sua nascente na região do município de Barra do Choça, cortando a cidade de Itapetinga e desaguardo no rio Pardo, tendo os riachos do Saquinho, da Anta Podre e do Guingó como seus formadores. No seu curso, ocorre significativa variação de paisagem, refletida, principalmente, na vegetação, nos solos e uso da terra.” (IBGE, 2010, *apud* Pinto, 2013, p. 18).

Além de Barra do Choça, essa sub-bacia abrange outros municípios, como Vitória da Conquista, Planalto, Caatiba, Nova Canaã, Poções, Itambé e Itapetinga.

3.1 Clima

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022) a sub-bacia do rio Catolé Grande está inserida na Zona Tropical Brasil Central, apresentando regime climático do tipo semiúmido, com 4 a 5 meses secos ao longo do ano, divergindo apenas na temperatura média anual. Observa-se que, próximo à nascente, a temperatura apresenta médias entre 15 e 18 °C em pelo menos um mês. No restante da bacia, a temperatura média é superior a 18 °C em todos os meses. (Figura 33)

Figura 33: Caracterização climática da Sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande



Fonte: DNIT (2026). IBGE (2006;2021;2023). INEMA (2019). SEI (2024).

Elaborado por: Almeida, I. R. (2025)

3.2 Geologia

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2025), a sub-bacia do rio Catolé está inserida em duas unidades geológicas, sendo elas o Cráton São Francisco e a Cobertura Cenozoica.

O Cráton São Francisco “abrange principalmente os estados da Bahia e de Minas Gerais e é a mais bem exposta e estudada unidade tectônica do embasamento da plataforma sul-americana.” (Almeida, 1967,1977 apud Barbosa; Sabaté, Marinho, 2003, p.1). Além disso, a evolução do Cráton do São Francisco ocorreu durante a primeira metade do Pré-Cambriano Superior, especialmente na região da Serra do Espinhaço e na porção baiana da Chapada Diamantina (Almeida, 1977).

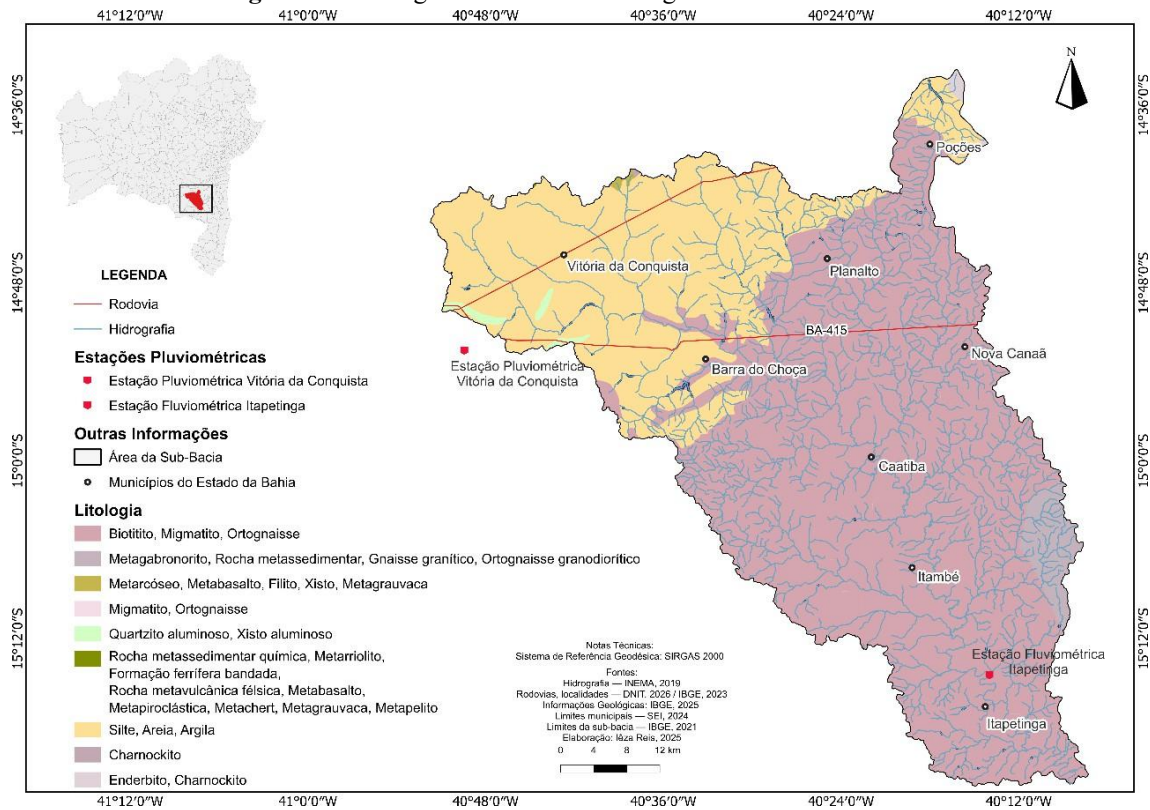
A Cobertura Cenozoica, segundo Ferraz e Valadão (2006) estão associadas aos eventos tectônicos e geomorfológicos ocorridos ao longo da Era Cenozoica, estando relacionados aos processos de soerguimento crustal.

Segundo o IBGE (1998, p. 27), as unidades litoestratigráficas podem ser compostas por rochas sedimentares, ígneas ou metamórficas, individualizadas com base em critérios litológicos. Assim, a Figura 34 destaca a presença de rochas associadas ao embasamento cristalino e metamórfico, conectadas ao Cráton São Francisco. Entre as litologias identificadas, convém destacar o biotitito, migmatito, ortogneisse, gnaisses, filitos, xistos, quartzitos, metagrauvacas, metapelitos, metachert e formações ferríferas bandadas. Além disso, também há rochas ígneas, como charnockitos e enderbitos, que segundo o IBGE (2025), estão associadas aos complexos granitóides intensamente deformados. Além dessas unidades, a sub-bacia apresenta áreas vinculadas às coberturas cenozoicas detrítico-lateríticas, compostas por materiais como silte, areia e argila.

Além da composição litológica, o IBGE (2025) destacou que as unidades litológicas possuem, em maioria, aspectos anisotrópicos, ou seja, apresentam comportamentos distintos, que podem influenciar na infiltração e no escoamento superficial. Por fim, quanto à textura e à porosidade, IBGE (2025) identificou que grande parte das litologias associadas ao embasamento cristalino e metamórfico apresentaram texturas com predominância argilo-siltico-arenosa e porosidade baixa, que variaram entre 0 e 15%. Todavia, nas unidades compostas por metarcóseo, metabasalto, filito, xisto,

quartzito aluminoso e xisto aluminoso, a porosidade apresentou valor variável. Por fim, as unidades vinculadas à Cobertura Cenozoica, representados por silte, areia e argila, apresentaram porosidade alta, com valores superiores a 30%, além de textura variável.

Figura 34: Litologias da Sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande

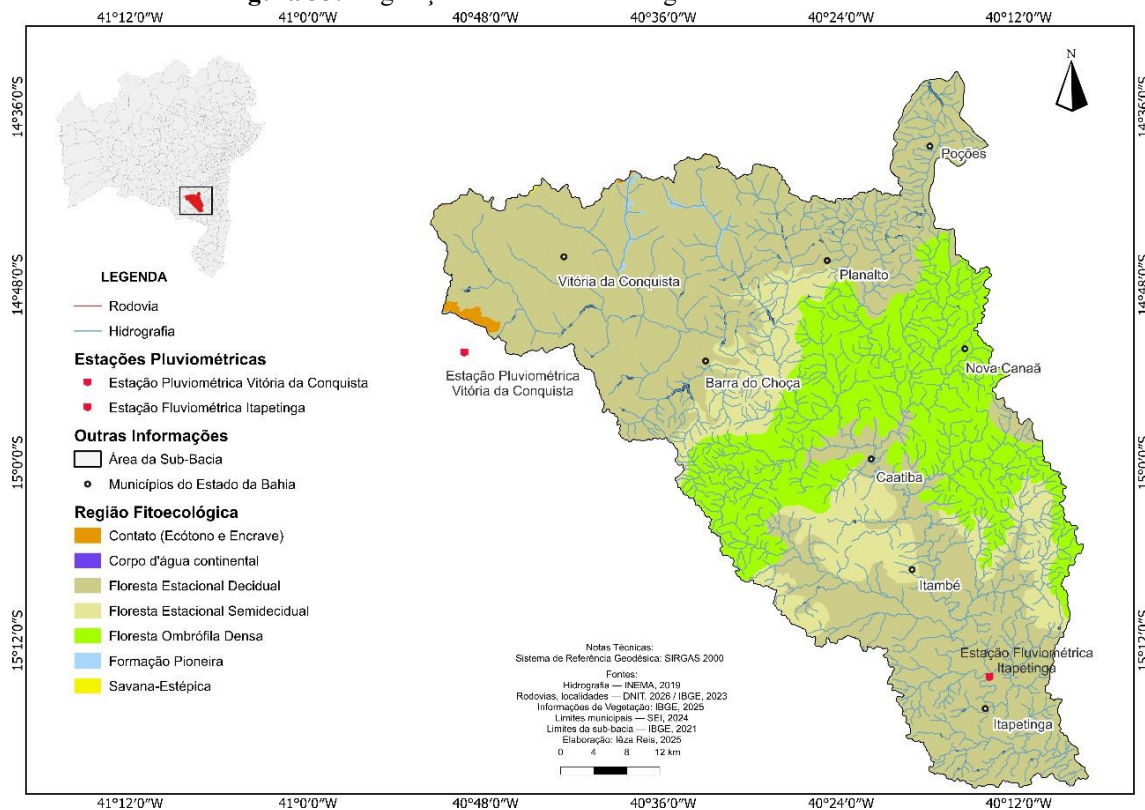


Fonte: DNIT (2026). IBGE (2021;2023;2025) INEMA (2019) SEI (2024).

Elaborado por: Almeida, I. R. (2025)

3.3 Vegetação

De acordo com dados do IBGE (2025), a sub-bacia apresenta seis tipos, sendo elas a Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa, contato ecótono e encrave, formação pioneira e savana estépica, conforme apresentado na Figura 35.

Figura 35: Vegetação da sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande

Fonte: DNIT (2026). IBGE (2021;2023) INEMA (2019) SEI (2024).

Elaborado por: Almeida, I. R. (2025)

A **Floresta Estacional Decidual** é conhecida pela perda sazonal de suas folhas, que está atrelada ao clima, temperatura e precipitação. Essa tipologia florestal ocorre predominantemente em áreas interiores do Brasil, estando vinculada aos biomas Mata Atlântica e Cerrado (Gasper et al., 2015, p. 02). Todavia, essa floresta, segundo Santo et al. (2008, p.3) “têm sido intensamente convertidas em áreas de agricultura e pastagem, levando a severos distúrbios em seus habitats e espécies.”

A **Floresta Estacional Semidecidual** é similar a decidual, todavia a perda de sua folhagem não é igual à da decidual, pois não há a perda total na estação de seca, mantendo sua folhagem verde. Além disso, essa floresta, segundo Brasil (2004, apud Dultra, 2019) “adapta-se a temperaturas médias de 15 a 21° C.”

A **Floresta Ombrófila Densa** se estende desde o litoral nordeste até o sul do Brasil. Segundo Filho (2021), mostra que seus dosséis podem chegar a 30 metros de altura, muito diversa em espécies vegetais. Todavia, a ocupação humana e uso da terra, como por exemplo, para plantação de cana de açúcar devastou a vegetação, assim, restam poucas áreas com vegetação original.

A Formação Pioneira é a comunidade vegetal associada às planícies aluviais, refletindo o efeito das cheias dos rios ou das depressões alagáveis durante os períodos chuvosos. Essa formação pode variar de comunidades herbáceas a formações arbóreas densas, conforme o tempo de permanência da água. Sua tonalidade predominante é o verde claro intenso, podendo ser regionalmente conhecida como Buritizal, Espinheiral, Cambarazal, Saranzeiro, Pateiral, Pimenteiral ou Camalote (Abdon; Silva, 2008, p. 11). Além disso, essas formações encontram-se ameaçadas pela expansão das atividades agrossilvopastoris (Kozera et al., 2009, p. 309), especialmente no Sul do Brasil, onde áreas de planícies de inundação se encontram atualmente profundamente modificadas pelo uso de sistemas produtivos.

A Savana-Estépica é o termo adotado pelo IBGE desde os anos 1990 para referir-se à Caatinga, a partir do trabalho da equipe coordenada por Veloso et al. (Cavalcanti; Rafael; Souza, 2024, p. 176). O termo foi proposto pelo francês Jean Trochain para designar uma formação herbácea que cresce ao sul do Saara, sob clima semiárido, sendo definida como um “tapete gramíneo xerófilo e sazonal, mais pobre e baixo que a pseudoestepe, onde emergem alguns arbustos esparsos, geralmente espinhosos” (Trochain, 1954, p. 85, apud Cavalcanti; Rafael; Souza, 2024, p. 178)

O Contato Florístico é uma área de transição entre diferentes formações vegetais, dividindo-se entre Ecótono ou Enclave. O primeiro refere-se a “regiões ocupadas por comunidades indiferenciadas, onde as floras se interpenetram” (Abdon e Silva, 2008, p. 11), no segundo não ocorrendo a mistura entre os enclaves, cada um guardando “sua identidade ecológica sem se misturar” (Abdon e Silva, 2008, p. 11). O padrão de cada Ecótono ou Enclave depende da densidade da vegetação resultante.

3.4 Solos

Com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2025), a sub-bacia do rio Catolé Grande possui cinco classes de solos, descritos abaixo e apresentado na Figura 36.

Argissolo amarelo: distrófico abrupto e típico de textura média/argilosa, associado ao relevo ondulado e suave ondulado. Santos et al (2021) informa que esse solo

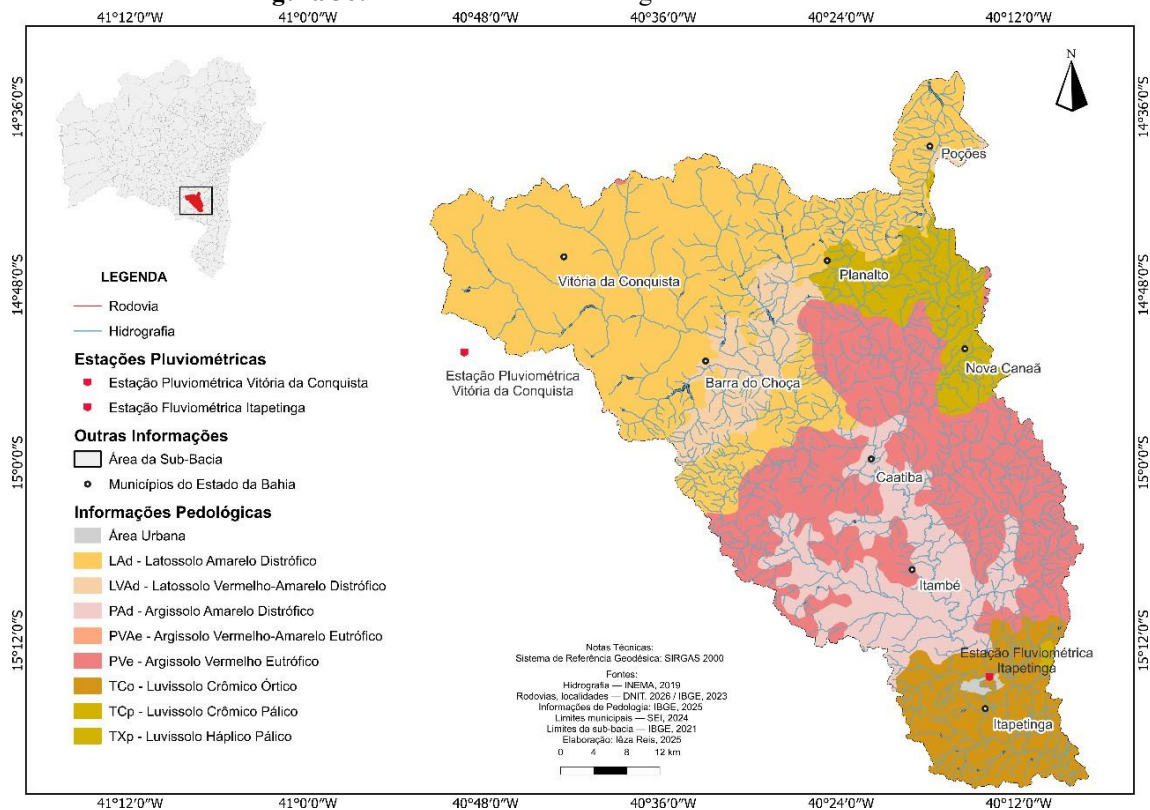
possui boa permeabilidade, além de reter a umidade. Em contrapartida, “a principal limitação de uso é a fertilidade normalmente baixa, risco de erosão causada pela diferença de textura superficial e subsuperficial e condições de declividade”.

Latossolo amarelo: distrófico típico de textura argilosa, associado a relevo plano e suave. Segundo Santos et al (2025, p. 206), esse solo possui “saturação por bases < 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B”. Além disso, Santos et al (2021) informa que esse solo também possui “boas condições físicas de retenção de umidade e boa permeabilidade, sendo intensivamente utilizados para culturas de cana-de-açúcar e pastagens [...]”.

Latossolo vermelho amarelo: distrófico típico de textura argilosa, associado a relevo forte e forte ondulado. Santos et al (2025) também informa que a saturação desse solo é a mesma que a do latossolo amarelo e Dutra (2019, p.37) mostra que esse solo é “mineral e não hidromórfico, profundo a muito profundo, forte a moderadamente drenado, com boa porosidade e potencial agrícola com uso de adubos e calagem”.

Luvisolo crômico: órtico de textura média/argilosa, associado a relevo suave ondulado e ondulado. Santos et al (2021) informa que esse solo possui maior abrangência no Nordeste brasileiro, se distribuindo no semiárido. Além disso, “são solos rasos, ou seja, raramente ultrapassam 1 m de profundidade e apresentam usualmente mudança textural abrupta”.

Luvisolo háplico: álico típico de textura média/argilosa, associado a relevo ondulado e forte ondulado. Santos et al (2021) informa que esse solo possui uma coloração mais acinzentada, além de ser um solo raso, que raramente ultrapassa 1 m de profundidade e que também possui maior abrangência do semiárido. Todavia, “as limitações de uso relacionam-se à quantidade de cascalhos no horizonte superficial que pode dificultar o uso de mecanização agrícola. Devido à mudança textural abrupta, são suscetíveis à erosão”.

Figura 36: Solos da Sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande

Fonte: DNIT (2026). IBGE (2021;2023) INEMA (2019) SEI (2024).

Elaborado por: Almeida, I. R. (2025)

3.5 Geomorfologia

De acordo com a figura 37, há a presença de:

Planalto dos Geraizinhos: Segundo Uetanabaro et al. (2023), o Planalto dos Geraizinhos se estende desde áreas próximas do Município de Belo Horizonte, abrangendo os interflúvios dos rios Doce, Jequitinhonha e Pardo. Já na porção baiana, esse planalto

“demarca a divisão geomorfológica na interface dos Planaltos Inumados, divisando a Leste com o Piemonte Oriental do Planalto de Vitória da Conquista/ Patamares do Médio Rio Pardo; a oeste, com os Patamares do Médio Rio de Contas, na formação das depressões interplanálticas e ao norte, com as formações das Serras Marginais, encravadas no Planalto Cristalino.” (Lima et al. 1981; Falcão, 2005 apud Uetanabaro et al., 2023, p. 03)

Além disso, Santos (2014, p.4) informa que esse Planalto “está situado a altitudes entre 600 e 1.000 m, com exceção de áreas residuais que podem atingir altitudes acima de 1.000 m, como é o caso da Serra do Periperi em Vitória da Conquista.”

Serras marginais: De acordo com Bahia (s.d, p. 21), esse relevo contorna todo o Planalto de Vitória da Conquista, apresentando “feições convexas ou tabulares separados por vales chatos ou agudos formando drenagem dentrítica com desníveis da ordem de 20 – 50 metros.”

Patamar Oriental do Planalto dos Geraizinhos: também conhecido como Piemonte Oriental do Planalto de Vitória da Conquista, está situado entre o Planalto dos Geraizinhos e a Depressão Itabuna-Itapetinga. Além disso, sua área

“apresenta relevo muito movimentado, inteiramente constituído por colinas e morros resultantes da intensa dissecação que molda a vertente oriental do planalto. A drenagem caracteriza-se como muito densa e é composta de pequenos cursos de água intermitentes, em sua maioria, dirigidos para o Rio Pardo ou o Rio Jequitinhonha.” (Nunes; Ramos; Dillinger, 1981; Penteado, 1983, apud Conceição, 2020, p. 109)

Além disso, “possui temperaturas médias acima de 25°C e índices pluviométricos anuais superiores a 800 mm.”

Depressão de Itabuna-Itapetinga: localizada no Sudeste baiano, essa depressão possui uma

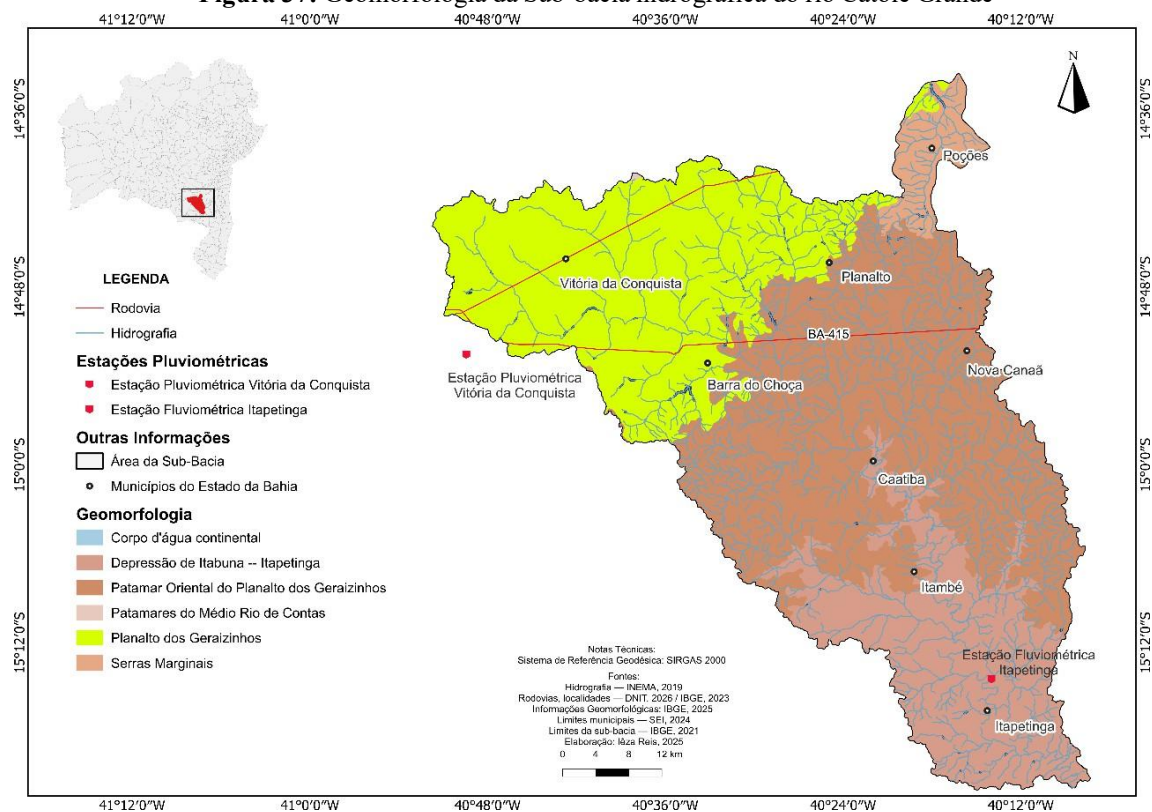
“área rebaixada, com altitudes de 200 a 400 m e inferiores a 100m, a nordeste da unidade. A área é drenada pelas bacias dos rios Pardo, Salgado, Colônia e Cachoeira, que atravessam a área no sentido oeste – leste e sudoeste - nordeste, em padrão geral dendrítico.” (Guerra, 1993; Nunes; Ramos; Dillinger, 1981, apud Conceição, 2020, p. 109)

Convém salientar também que essa depressão, de acordo com Campos e Delabie (2023, p. 12) “possui dissecação homogênea [...] com topos convexos e amplitude variado entre 50 m e 100 m, classificada como alta capacidade de produção de água”.

Patamares do Médio Rio de Contas: Segundo Oliveira et al. (2017, p. 16), o médio rio de Contas é uma área de transição entre o Planalto de Vitória da Conquista e a Depressão Sertaneja, com altitudes que variam entre 388 a 900 metros. Além disso, essa área

“é caracterizada pela intensa dissecação uniforme do relevo, apresentando incisão profunda da rede de drenagem e, ocorrência de dissecação, compondo sucessões de amplas lombadas e colinamentos rebaixados, onde predomina o escoamento superficial difuso e concentrado, que imprime suas marcas sob a vegetação da Caatinga, quase sempre rala, que recobre a unidade.”

Figura 37: Geomorfologia da Sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande



Fonte: DNIT (2026). IBGE (2021;2023;2025) INEMA (2019) SEI (2024).

Elaborado por: Almeida, I. R. (2025)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CURVA DE COTA MÍNIMA

Os dados examinados abarcaram um período entre os anos de 1949 e 2023. Ao interpretar a planilha de curva de descarga, disponibilizada pela estação fluviométrica de Itapetinga (código 53780000), observou-se que os dados de vazão foram divididos em 20 períodos, com base na cota mínima limnimétrica, conforme mostrado no Quadro 2.

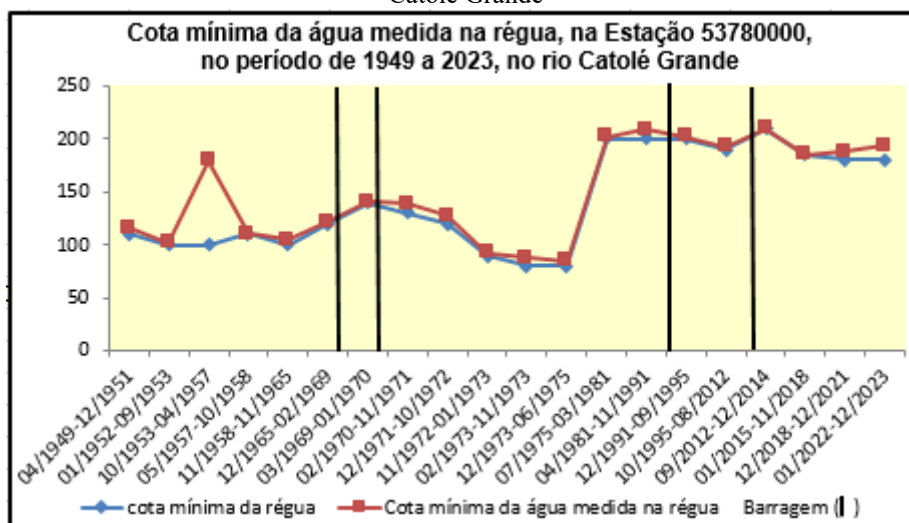
Quadro 2 - Divisão de Períodos com base na curva de descarga, no período 1949 a 2023, da estação 53780000, município de Itapetinga – BA

Nº do período	Períodos	Cota mínimo da régua (cm)	Cota mínima da água medida na régua	Lâmina d'água crítica	Estabilidade da Estação
1	04/49-12/51	110	116	6	X
2	01/52-09/53	100	102	2	Erosão
3	10/53-04/57	100	0	0	Estável
4	05/57-10/58	110	110	0	Assoreamento
5	11/58-11/65	100	105	5	Erosão
6	12/65-02/69	120	122	2	Assoreamento
7	03/69-01/70	140	141	1	Assoreamento
8	02/70-11/71	130	139	9	Erosão
9	12/71-10/72	120	108	0	Erosão
10	11/72-01/73	90	92	2	Erosão
11	02/73-11/73	80	88	8	Erosão
12	12/73-06/75	80	85	5	Estável
13	07/75-03/81	200	202	2	Assoreamento
14	04/81-11/91	200	209	9	Estável
15	12/91-09/95	200	202	2	Estável
16	10/95-08/12	190	193	3	Erosão
17	09/12-12/14	210	210	0	Assoreamento
18	01/15-11/18	185	185	0	Erosão
19	12/18-12/21	180	188	8	Assoreamento
20	01/22-12/23	180	194	14	Assoreamento

Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por Almeida, I. R (2023)

Através dos dados apresentados no quadro, é possível analisar que há várias oscilações nos valores de cota mínima, mostrando, também, que essa sub - bacia passou ao longo dos anos por períodos de erosão, estabilidade e assoreamento. Todavia, o que impera é a erosão. Assim, também foi gerado o Gráfico 1, para melhor visualização de possíveis impactos, visto que as análises foram feitas observando os períodos anteriores e posteriores à implantação das barragens de Água Fria I, Água Fria II e Serra Preta.

Gráfico 1: Cota mínima no período de 1949 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande

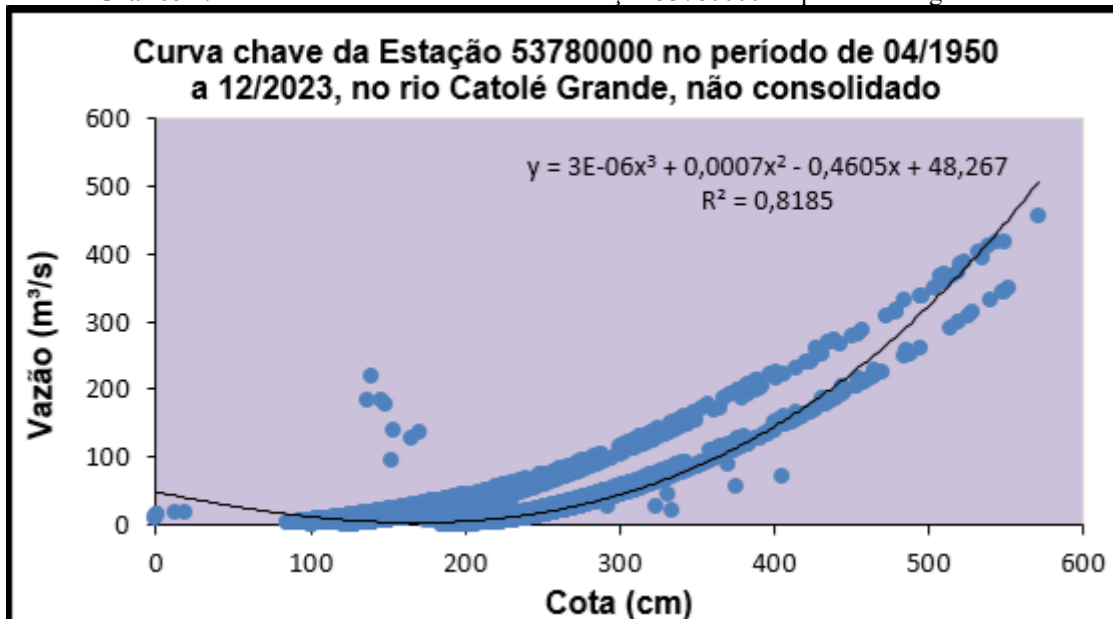


Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por Almeida, I. R (2023)

5.1.1. Curva – chave

Para compreender melhor a dinâmica da sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande, faz-se necessário que os dados sejam previamente tratados e, concomitantemente a isso, representados por meio de gráficos e tabelas, de modo a facilitar a visualização e a compreensão dos resultados. Como já mencionado, os dados obtidos inicialmente se encontraram desordenados, necessitando, assim, de tratamento e organização, conforme observado no Gráfico 2, que corresponde a todos os períodos analisados, ainda sem consolidação, ou seja, sem a devida correção dos dados. Nesse gráfico, notam-se duas curvas de tendência, além de algumas vazões espaçadas ao longo da série analisada.

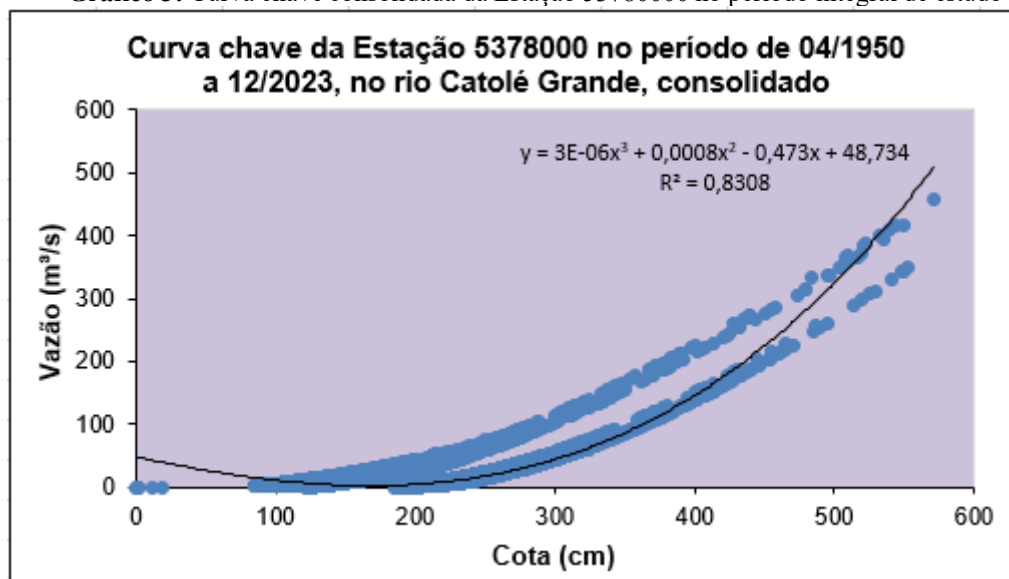
Gráfico 2: Curva chave não consolidada da Estação 53780000 no período integral de estudo



Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Após a correção dos dados, observa-se, no Gráfico 3, que houve pouca diferença no valor do ajuste (R^2), todavia, as vazões que estavam fora na curva de tendência deixaram de existir. Convém salientar que esse gráfico corresponde a junção de todos os períodos, dando uma visão geral do comportamento das vazões. Porém, para um estudo minucioso, também foi necessário averiguar os comportamentos das vazões por período, para se obter resultados mais precisos.

Gráfico 3: Curva chave consolidada da Estação 53780000 no período integral de estudo



Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por Almeida, I. R (2023)

Devido à grande quantidade de períodos analisados e seus respectivos gráficos de curvas-chave, optou-se por apresentar, no corpo do texto, apenas a curva-chave geral. Os demais períodos foram inseridos no Quadro 3, permitindo, assim, a comparação entre os valores do índice de ajuste (R^2) dos dados não consolidados e consolidados. Essa escolha foi feita com o objetivo de evitar repetição visual.

Quadro 3– Resumo dos períodos da Estação 53780000 com índice de ajuste não consolidado e consolidado

Nº do período	Período	R^2 não consolidado	R^2 consolidado
Geral	01/1950-12/2023	0,8185	0,8308
1	01/1950-12/1951	0,9992	0,9996
2	01/1952-09/1953	0,9998	0,9998
3	10/1953-04/1957	0,8577	0,9978
4	05/1957-10/1958	0,9978	0,9978
5	11/1958-11/1965	0,9993	0,9995
6	12/1965-02/1969	0,9995	0,9995
7	03/1969-01/1970	0,998	0,9971
8	02/1970-11/1971	0,9995	0,9995
9	12/1971-10/1972	0,892	0,999
10	11/1972-01/1973	0,9999	0,9999
11	02/1973-11/1973	0,9996	0,9996
12	12/1973-06/1975	0,8778	0,9999
13	07/1975-03/1981	0,9985	1
14	04/1981-11/1991	0,9999	1
15	12/1991-09/1995	0,9999	1
16	10/1995-08/2012	0,9998	0,9999
17	09/2012-12/2014	1	1
18	01/2015-11/2018	0,9993	0,9994
19	12/2018-12/2021	0,9997	0,9999
20	01/2022-12/2023	0,9998	0,9998

Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Dessa forma, conforme Quadro 3, nota-se que houve mudanças na maioria dos períodos após sua consolidação, com exceção do décimo sétimo período, que já possuía índice com valor 1, assim, não foi necessário realizar a correção, visto que esse valor representa uma curva adequada. Também foi possível notar mudanças significativas no terceiro, nono e décimo segundo períodos, conforme gráficos A5, A6, A17, A18, A23 e A24, inseridos no Apêndice A, onde os valores passaram, respectivamente, de 0,8577 para 0,9978, de 0,892 para 0,999 e de 0,878 para 0,999. Nesses períodos específicos, onde a mudança foi maior, a consolidação foi muito importante para consertar as vazões, melhorando o ajuste da curva-chave.

5.1.2 Curva Precipitação Vazão

Foram utilizados dados de precipitação e vazão que apresentaram os mesmos períodos aquisitivos, de 1961 a 1990, pois também refletem um período de menor ação antrópica na bacia. Assim, conforme apresentado na Tabela 1, percebe-se que os valores em vermelho correspondem às menores vazões, e o valor em verde às maiores. Também, observa-se que os maiores valores de vazão e precipitação correspondem ao mesmo mês, onde se constatou um tempo de retardo médio (TRM) < 30 dias, o que classificou a bacia em tipo 1, ou seja, com predominância impermeável. Essa predominância dialoga com o aspecto geológico, onde há predominância de embasamento cristalino e metamórfico, que facilita o escoamento superficial, em conjunto com a declividade variada ao longo de todo curso do rio.

Tabela 1: Dados médios mensais, no intervalo de 1961 a 1990, da Estação 53780000, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande

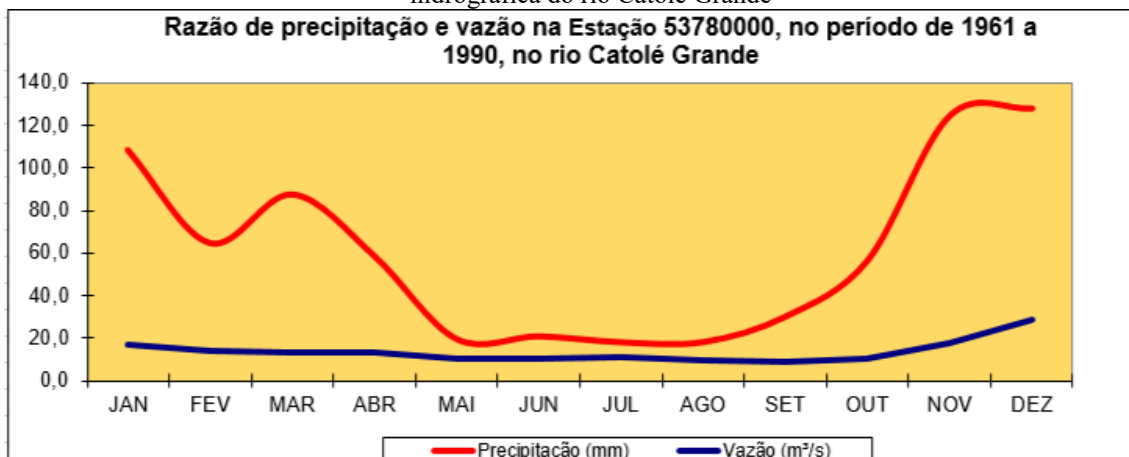
Mês	Precipitação (mm)	Vazão (m³/s)
JAN	108,3	17,2
FEV	64,5	13,8
MAR	87,4	13,4
ABR	58,4	13,2
MAI	19,4	10,2
JUN	20,7	10,1
JUL	17,9	11,3
AGO	18,0	9,9
SET	30,0	8,8
OUT	56,5	10,0
NOV	124,5	17,9
DEZ	127,8	28,4

Fonte: BRASIL (2022).

Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Para melhor visualização, foi gerado também o Gráfico 4, que mostra o comportamento da curva de vazão em relação à curva de precipitação.

Gráfico 4: Comportamento da precipitação e vazão no período de 1961 a 1990, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande



Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por Almeida, I. R (2023)

5.1.3 Curva Razão - Precipitação - Vazão e Diferença da Razão - Precipitação - Vazão

A razão entre precipitação média e vazão média na Estação apresentado na Tabela 2, no período de 1961 a 1990, indicou que o aquífero necessitou de maior precipitação no mês de novembro, ou seja, o aquífero está vazio. Em contrapartida, o aquífero se apresentou cheio durante o mês de julho, período em que não são necessários grandes valores de precipitação.

Tabela 2: Dados de Razão precipitação e vazão no período de 1961 a 1990, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande

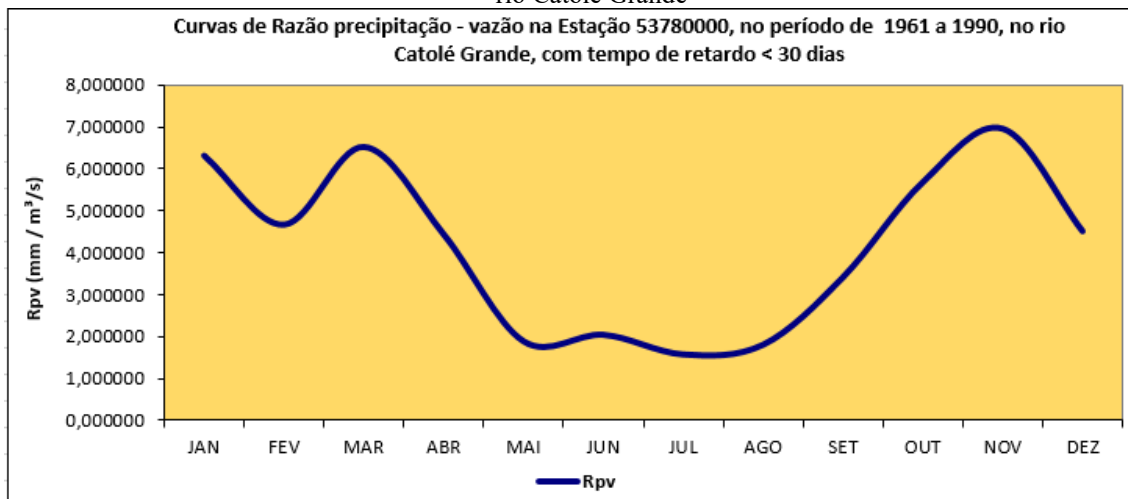
Mês	Precipitação (mm)	Vazão (m³/s)	Mês	Rpv
JAN	108,3	17,2	JAN	6,301642
FEV	64,5	13,8	FEV	4,664194
MAR	87,4	13,4	MAR	6,507740
ABR	58,4	13,2	ABR	4,434745
MAI	19,4	10,2	MAI	1,900381
JUN	20,7	10,1	JUN	2,054136
JUL	17,9	11,3	JUL	1,588615
AGO	18,0	9,9	AGO	1,818730
SET	30,0	8,8	SET	3,417666
OUT	56,5	10,0	OUT	5,673331
NOV	124,5	17,9	NOV	6,938745
DEZ	127,8	28,4	DEZ	4,507889

Fonte: BRASIL (2022).
Elaborado por Almeida, I. R (2023)

Para melhor visualização foi gerado o Gráfico 5. Esse gráfico mostrou que nos meses de maio, julho e agosto não houve grandes dependências de precipitação, todavia,

diverge dos meses de março e novembro, onde é visto a curva do gráfico mais distante de zero, assim, mostra uma dependência maior de precipitação.

Gráfico 5: Curvas de Razão - Precipitação no período de 1961 a 1990, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande



Fonte: BRASIL (2022).

Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

De acordo com Karmann (2000, apud BASTOS, 2022, p. 100) “rios que recebem água dos aquíferos são chamados rios efluentes. Ao contrário, os rios influentes são aqueles que recarregam os aquíferos”. A partir disso, foram gerados os valores da Diferença da Razão - Precipitação, conforme Tabela 3, que apresentam comparações dos meses em questão.

Tabela 3: Dados da diferença de Razão precipitação e vazão no período de 1961 a 1990, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande

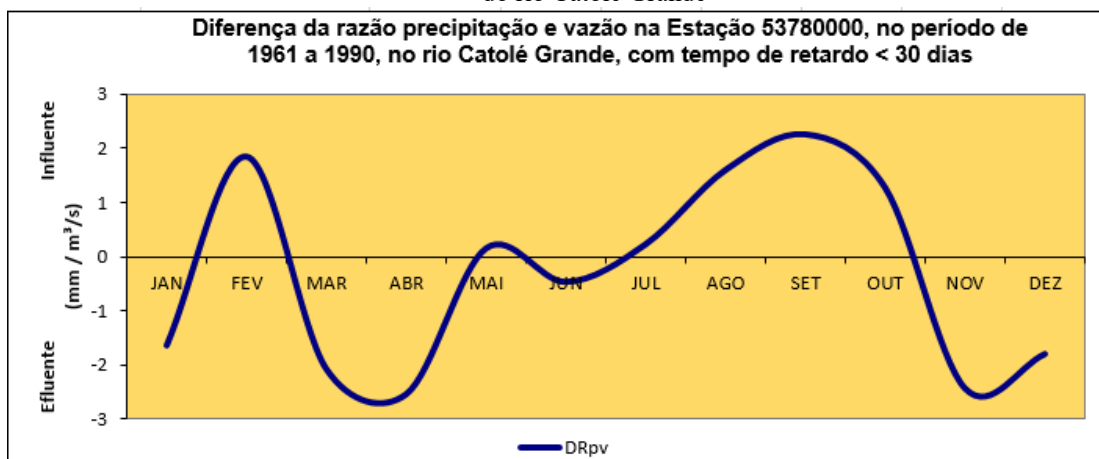
Mês	Precipitação (mm)	Vazão (m³/s)	Mês	Rpv	DRpv
JAN	108,3	17,2	JAN	6,301642	-1,63744867
FEV	64,5	13,8	FEV	4,664194	1,84354638
MAR	87,4	13,4	MAR	6,507740	-2,07299471
ABR	58,4	13,2	ABR	4,434745	-2,53436471
MAI	19,4	10,2	MAI	1,900381	0,15375494
JUN	20,7	10,1	JUN	2,054136	-0,4655202
JUL	17,9	11,3	JUL	1,588615	0,2301147
AGO	18,0	9,9	AGO	1,818730	1,59893596
SET	30,0	8,8	SET	3,417666	2,25566528
OUT	56,5	10,0	OUT	5,673331	1,2654133
NOV	124,5	17,9	NOV	6,938745	-2,43085544
DEZ	127,8	28,4	DEZ	4,507889	-1,79375316

Fonte: BRASIL (2022).

Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Assim, através do gráfico 6, observa-se que nos meses de janeiro, março, abril, junho, novembro e dezembro possuem classificação efluente, cujos valores estão abaixo de zero. Em contrapartida, nos meses de fevereiro, maio, julho, agosto, setembro e outubro, o rio apresenta classificação influente, com valores acima de zero.

Gráfico 6: Diferença de Razão - Precipitação no período de 1961 a 1990, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande



Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por Almeida, I. R (2023)

A partir disso, foram feitos os cálculos para geração do gráfico de Curva Integrada Média Acumulada Precipitação - Vazão. A tabela 4, apresenta o processo realizado para identificação dos valores.

Tabela 4: Dados da CIMApv no período de 1961 a 1990, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande

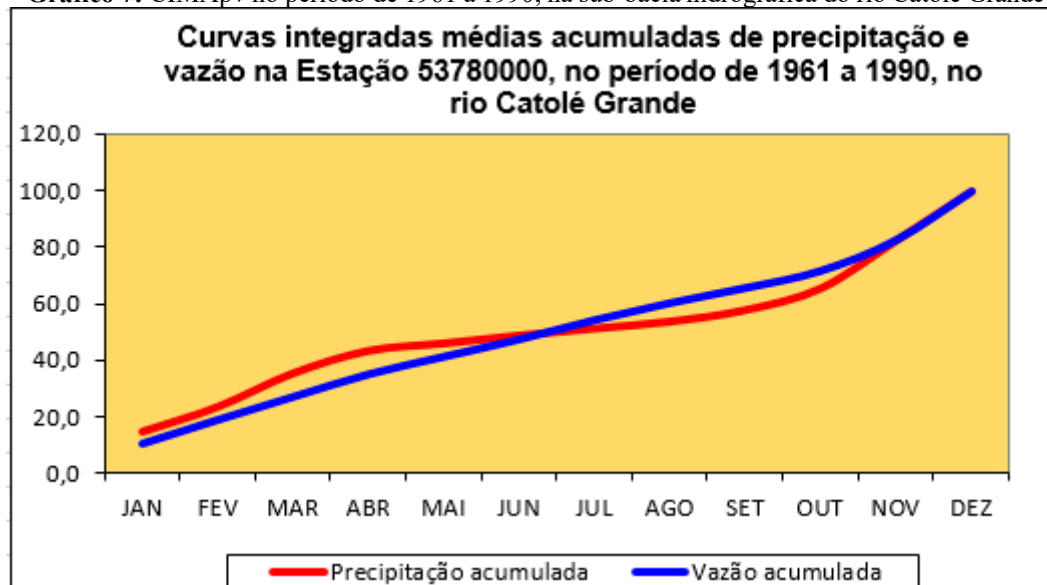
Mês	Precipitação	Vazão	Precipitação Total	Vazão Total	(%)	Precipitação acumulada	Vazão acumulada	Diferença da P. acumulada e V. acumulada	Classificação da CIMApv	Identidade Fluvial
JAN	108,3	17,2	733,4	164,1	100	14,8	10,5	4,3	P-	C17
FEV	64,5	13,8	733,4	164,1	100	23,6	18,9	4,7	P-	C17
MAR	87,4	13,4	733,4	164,1	100	35,5	27,1	8,4	P-	C7
ABR	58,4	13,2	733,4	164,1	100	43,4	35,1	8,3	P-	C7
MAI	19,4	10,2	733,4	164,1	100	46,1	41,3	4,8	P-	C17
JUN	20,7	10,1	733,4	164,1	100	48,9	47,5	1,4	N	C15
JUL	17,9	11,3	733,4	164,1	100	51,3	54,3	-3,0	A-	C6
AGO	18,0	9,9	733,4	164,1	100	53,8	60,4	-6,6	A-	C6
SET	30,0	8,8	733,4	164,1	100	57,9	65,7	-7,8	A-	C6
OUT	56,5	10,0	733,4	164,1	100	65,6	71,8	-6,2	A-	C6
NOV	124,5	17,9	733,4	164,1	100	82,6	82,7	-0,1	N	C14
DEZ	127,8	28,4	733,4	164,1	100	100	100	0,0		

Fonte: BRASIL (2022).

Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Através dos valores de precipitação acumulada e vazão acumulada, foi gerado o gráfico 7 de CIMApv.

Gráfico 7: CIMApv no período de 1961 a 1990, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande



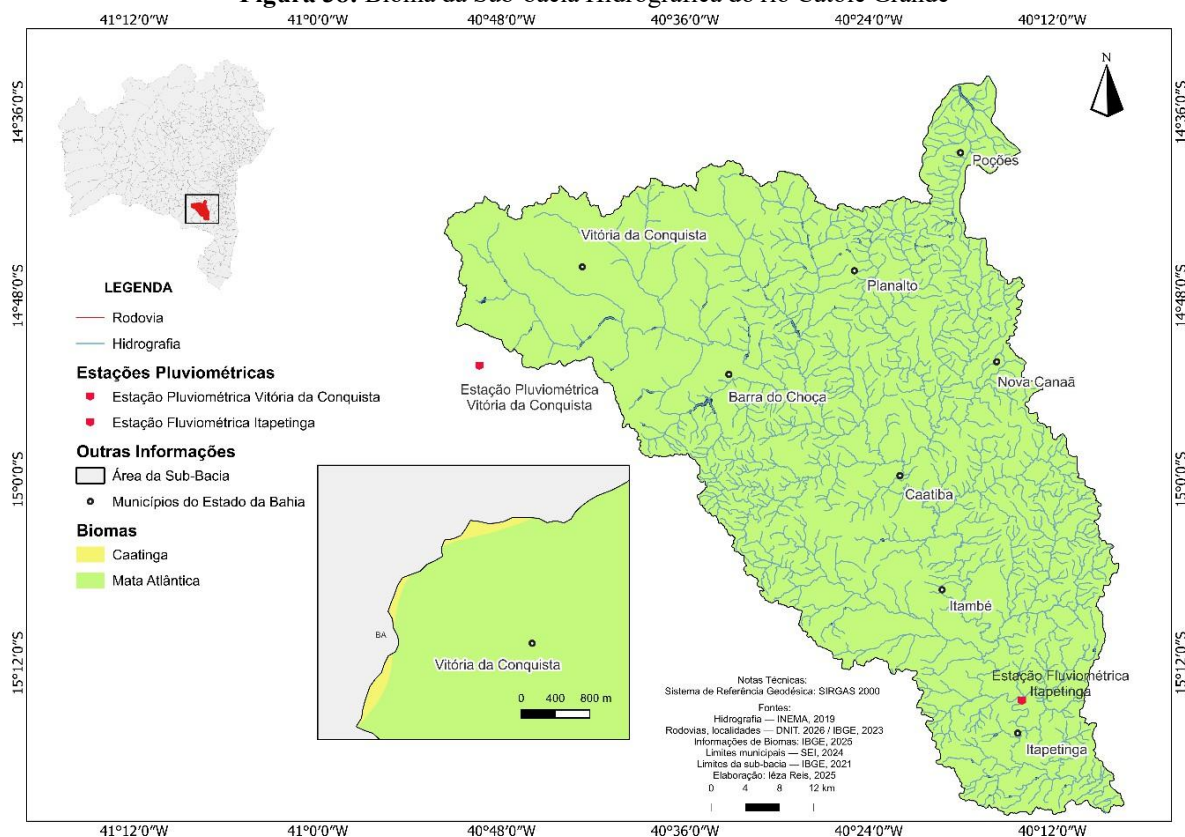
Após a geração do gráfico 7, foram analisadas as linhas de precipitação acumulada e vazão acumulada, o que permitiu inferir sobre a classificação dos meses conforme a tabela de CIMApv, composta por 19 classes e utilizada também na elaboração do produto de identidade fluvial. Foi possível observar oscilações na predominância entre aquífero e precipitação na formação da vazão. Observou-se que em alguns meses, há média dependência, tanto da chuva, quanto do aquífero (C7), em outros meses, foi observado média dependência da chuva e grande dependência do aquífero (C6). Também foram identificados meses em que não houve predominância definida na formação da vazão (C15), além de meses em que o aquífero apresentou leve predominância sobre a precipitação.

5.1.4 Identidade Fluvial

A partir da classificação da precipitação acumulada e vazão acumulada, utilizando a tabela de classificação da CIMApv, foi possível identificar a identidade fluvial da sub-bacia. Essa identidade permite inferir sobre o bioma predominante. Assim, se tratando da sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande, foi verificado uma identidade “P-NA-N”, que de acordo com a tabela utilizada por Gonçalves (2021), infere-se que há transição de Caatinga para Mata Atlântica, com predominância de Mata Atlântica. Todavia, há

também uma pequena porção do bioma Caatinga, conforme Figura 38, mostrando uma área de transição.

Figura 38: Bioma da Sub-bacia Hidrográfica do rio Catolé Grande



Fonte: DNIT (2026). IBGE (2021;2023;2025). INEMA (2019). SEI (2024).

Elaborado por: ALMEIDA, I.R. (2023)

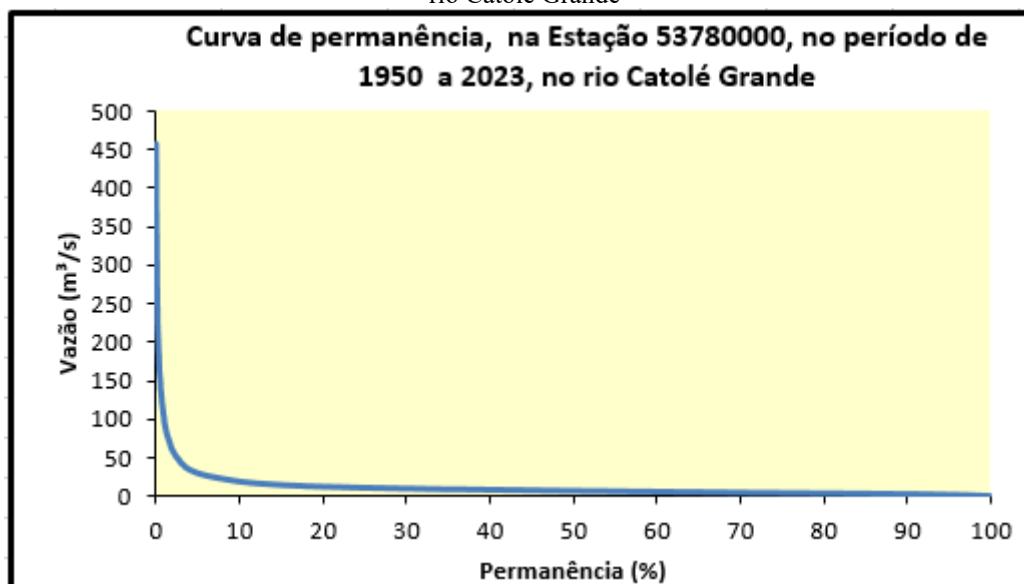
5.1.5 Curva de Permanência

Essa curva mostra a permanência da água na sub-bacia. Assim, de acordo com o Gráfico 8, foi visto que durante todo período analisado, as maiores vazões possuem uma permanência inferior a 10%.

Essa baixa permanência pode ser debatida em relação através das características físicas da sub-bacia, especialmente da predominância de unidades associadas ao embasamento cristalino e metamórfico, apresentando também baixa porosidade em grande parte da área, além de alguns compartimentos geomorfológicos com declividades variadas. Essas condições podem favorecer a menor infiltração e ao aumento do escoamento superficial. Nesse sentido, Bento et al. (2021), ao analisarem alguns trechos do rio Catolé Grande, identificaram indícios de processos erosivos e de escoamento

superficial no curso da sub-bacia, especialmente em áreas submetidas a atividades agropecuárias.

Gráfico 8: Curva de Permanência, no período de 1950 a 2023, na sub- bacia hidrográfica do rio Catolé Grande



Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

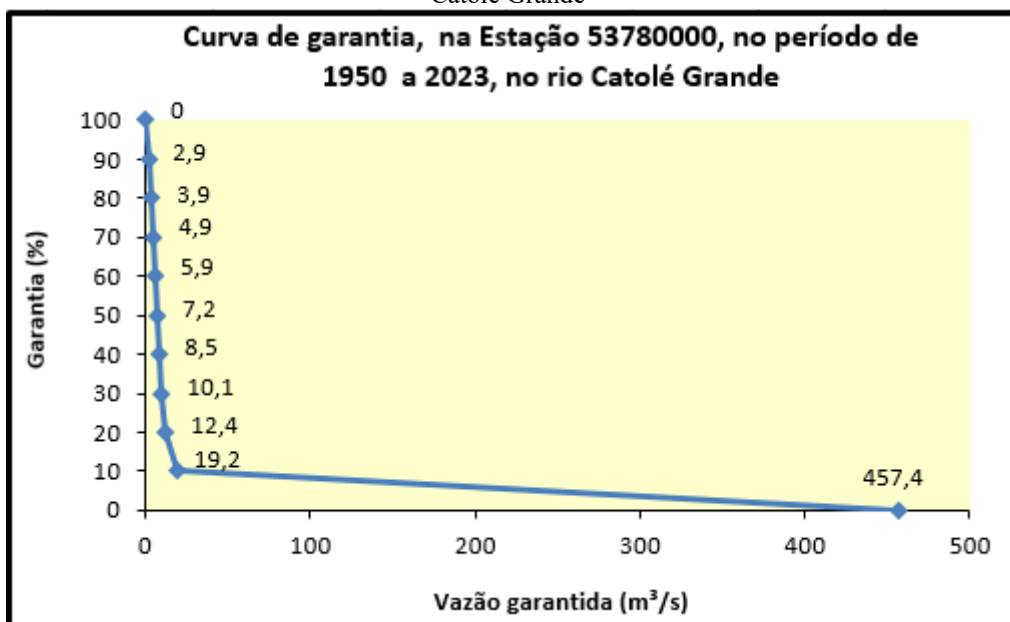
5.1.6 Curva de Garantia e Cálculo de firmeza

Essa curva permitiu observar a quantidade de água disponível no rio para seus respectivos usos. Assim, através do Gráfico 9, foi observado que a maior vazão disponível com garantia de Q_0 (vazão de pico) é de 457,4 m³/s, e com garantia de Q_{100} é de 0 m³/s. O estado da Bahia adota o valor Q_{90} para atender as demandas da outorga, cujo valor na estação para o período de 1950 a 2023 é de 2,9 m³/s.

Essa diferença entre as vazões associadas aos distintos níveis de garantia demonstra que a ocorrência de elevados picos de vazão não correspondem, necessariamente, à disponibilidade hídrica constante ao longo do tempo. Embora a vazão associada à garantia de 0% tenha alcançado sua vazão de pico, com 457,4 m³/s, esse valor foi reduzido para 2,9 m³/s na garantia de 90%, chegando a 0 m³/s na garantia de 100%. Esses valores apresentam uma importância referente ao sistema hídrico da sub-bacia do rio Catolé Grande. De acordo com Amorim (2016), os reservatórios Água Fria I e II são muito importantes para o abastecimento de Vitória da Conquista, que, segundo o autor, já sofre com déficit hídrico no fornecimento de água à população. Diante do exposto, os

resultados da curva de garantia permitem inferir que a ocorrência de grandes vazões não demonstra uma segurança na manutenção dessas disponibilidades em níveis elevados de garantia, aspecto bastante relevante em uma bacia cujo foco primordial é abastecer a população.

Gráfico 9: Curva de Garantia, no período de 1950 a 2023, na sub- bacia hidrográfica do rio Catolé Grande



Fonte: BRASIL (2022).

Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

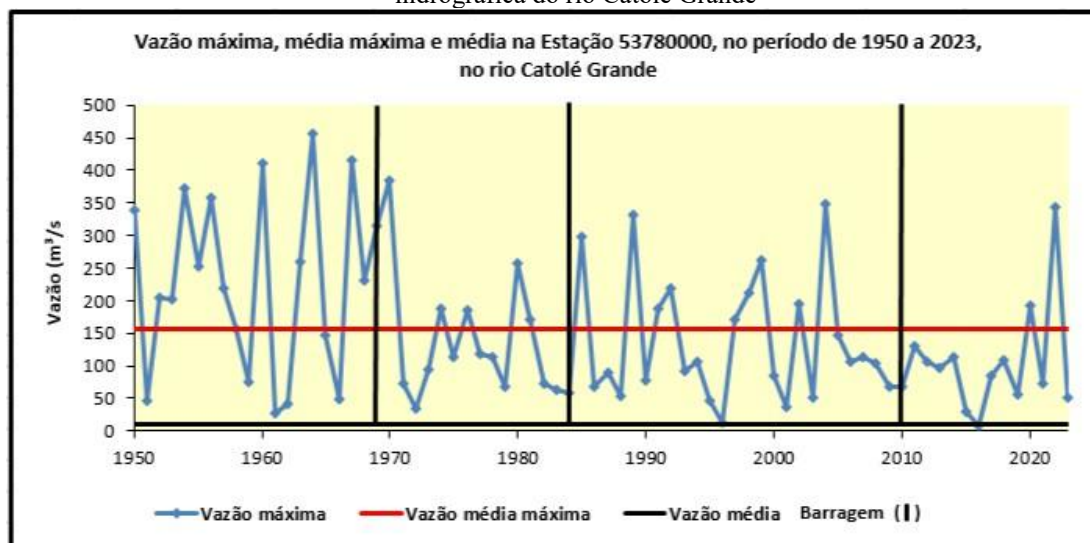
A partir da curva de garantia, foi possível efetuar o cálculo de firmeza, que trouxe a inferência dos conflitos pela água ou pela terra. Através desse cálculo o Q0, que correspondeu a vazão de 457,4 m³/s; o Q90 que correspondeu a 2,9 m³/s. Com o resultado desses valores, foi obtido o valor 0,63%. Assim, de acordo com a classificação proposta por Gonçalves e Santos (2025), foi possível inferir que a sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande apresenta garantia hídrica classificada como “Pouco Firme”. Segundo os autores, valores superiores a 0% e iguais ou inferiores a 3% estão associados a uma possível predominância de conflitos pelo uso da água. Nesse sentido, o resultado apresentado acima indica tendência à ocorrência dessa modalidade de conflito, conforme os critérios apresentados pelos próprios autores. Além disso, Amorim (2016) reforça essa possível predominância ao identificar a heterogeneidade na produção de água nas bacias que o mesmo analisou, trazendo como argumento não apenas a diferença dos solos, mas também influenciadas pelas condições pluviométricas de todo curso do rio, que variam, visto que está numa área de transição de caatinga para Mata Atlântica.

5.2 VAZÕES MÁXIMAS E VAZÕES MÍNIMAS

Através dos dados de vazões extremas máximas e mínimas de todo período analisado, foram construídos dois gráficos, sendo eles vazões extremas máximas anuais, com suas respectivas médias máximas anuais, e vazões extremas mínimas anuais, com suas respectivas médias mínimas anuais.

Ao analisar o gráfico de vazão máxima apresentado no Gráfico 10, notou-se uma oscilação das vazões ao longo dos anos, sendo a maior registrada em 1964, com 457,35 m³/s. Apesar da implantação das barragens, ainda ocorreram vazões acima da média máxima ao longo da série analisada, porém em menor quantidade de anos, ou seja, a frequência de vazões acima da média diminuiu. Também foi observado que as maiores vazões ocorreram antes da implantação da barragem Água Fria I, totalizando 12 anos hidrológicos. Após a implantação das três barragens, ainda foram registradas vazões acima da média, todavia, passaram a prevalecer vazões abaixo da média máxima.

Gráfico 10: Vazões máximas e suas respectivas médias no período de 1950 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande



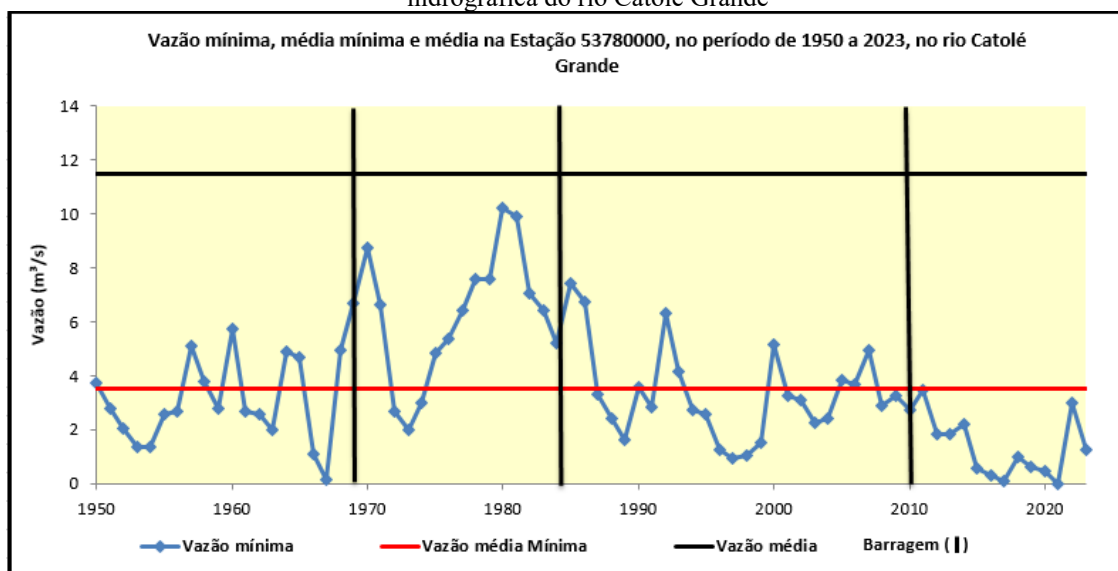
Fonte: BRASIL (2022).

Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Ao analisar o gráfico de vazão mínima apresentado no Gráfico 11, foi observado a menor vazão apresentada foi no ano de 2021, com 0 m³/s. Além disso, também foi observado que antes da implantação da primeira barragem, as vazões deficitárias, isto é, abaixo da vazão média mínima, ocorreram em maior número, totalizando 12 anos. Após a implantação da barragem Água Fria I, houve uma mudança, passando a apresentar apenas 3 anos consecutivos com vazões deficitárias, entre os anos de 1972 e 1974. Após

a implantação da segunda barragem, Água Fria II, ocorreu uma nova mudança, marcada pela queda das vazões, com o predomínio de 17 anos deficitários, embora ainda tenham sido registrados 9 anos excedentes. Todavia, após a implantação da barragem Serra Preta, observou-se que nenhuma vazão mínima atual ultrapassou a vazão média mínima.

Gráfico 11: Vazões mínimas e suas respectivas médias no período de 1950 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande



Fonte: BRASIL (2022).

Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

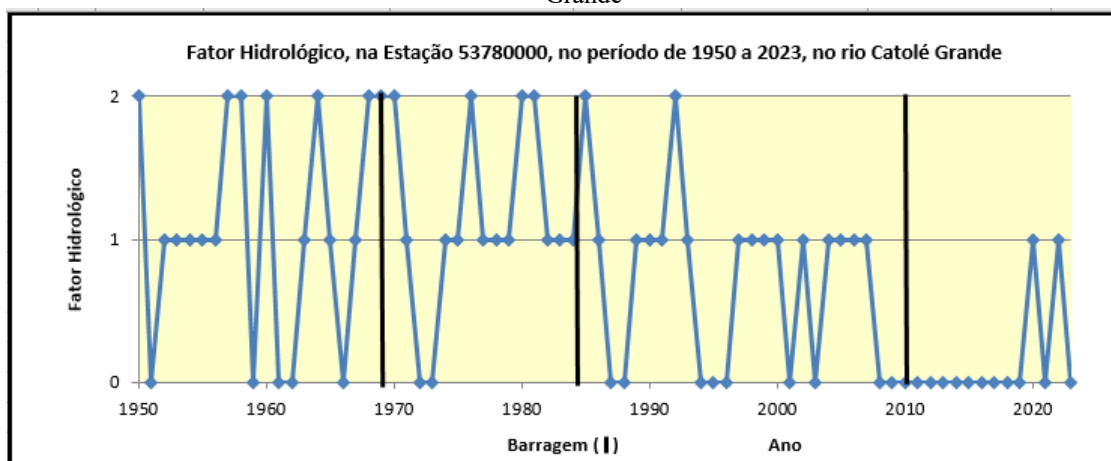
5.2.1 Fator Hidrológico

Através da análise dos anos hidrológicos, utilizando os valores anuais em suas formas máxima e mínima, além dos cálculos das médias máximas e mínimas, foram gerados os gráficos de Fator Hidrológico e de Detalhamento do Fator Hidrológico, que permitiram observar o comportamento do rio antes e após a implantação das barragens.

Foi observado no Gráfico 12, que, durante todo o período analisado, predominaram os anos hidrológicos normais, totalizando 33 anos. Em segundo lugar, ficaram os anos deficitários, com 28 anos, e, por último, os anos excedentes, com 13 anos. O aspecto mais interessante a ser destacado é que, mesmo após a implantação das barragens Água Fria I e Água Fria II, ainda ocorreram anos hidrológicos excedentes. Todavia, esse comportamento se alterou após a implantação da barragem Serra Preta, onde os anos hidrológicos excedentes deixam de ocorrer, passando a predominar os anos deficitários, totalizando 12 anos e apenas 2 anos classificados como normais. Mas, apesar

da diminuição de vazão após a inserção da última barragem, foi observado que ao longo dos 74 anos hidrológicos, a predominância foi de anos normais, totalizando 44,59%; em seguida, houve predominância de anos deficitários, com 37,84% e por fim, anos excedentes, com 17,57%.

Gráfico 12: Fator Hidrológico no período de 1950 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande



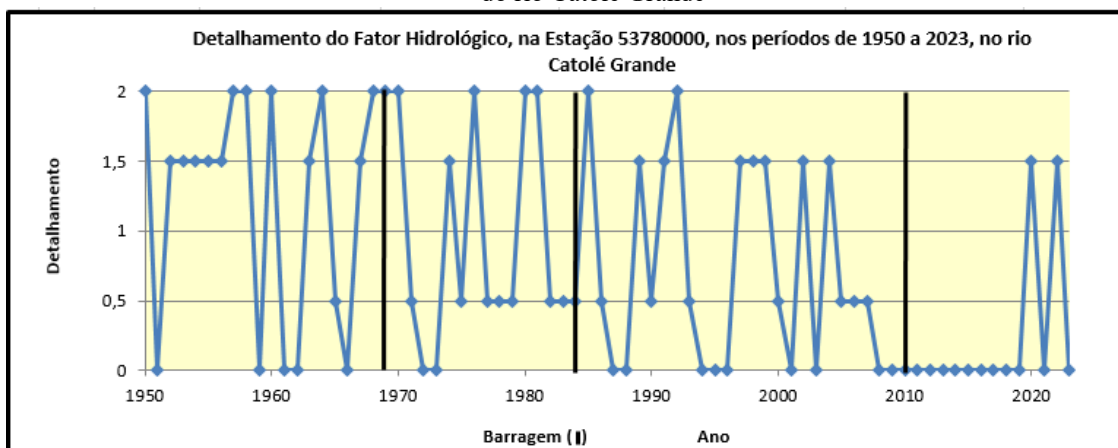
Fonte: BRASIL (2022).

Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

5.2.2 Detalhamento do Fator Hidrológico

Esse produto apresenta o detalhamento dos anos hidrológicos normais. Para essa classificação, foi utilizando o valor 1,5 para anos normais, que são excedentes, e 0,5 para anos normais que são deficitários. Assim, foi observado no Gráfico 13, que ao longo de todo período foram observados 16 anos de anos normais excedentes, correspondendo a 23% e 16 anos de anos normais deficitários, correspondendo a 22%. Todavia, o que imperou foram os anos deficitários, com 28 anos, abarcando 38%.

Gráfico 13: Detalhamento do Fator Hidrológico no período de 1950 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolê Grande



Fonte: BRASIL (2022).

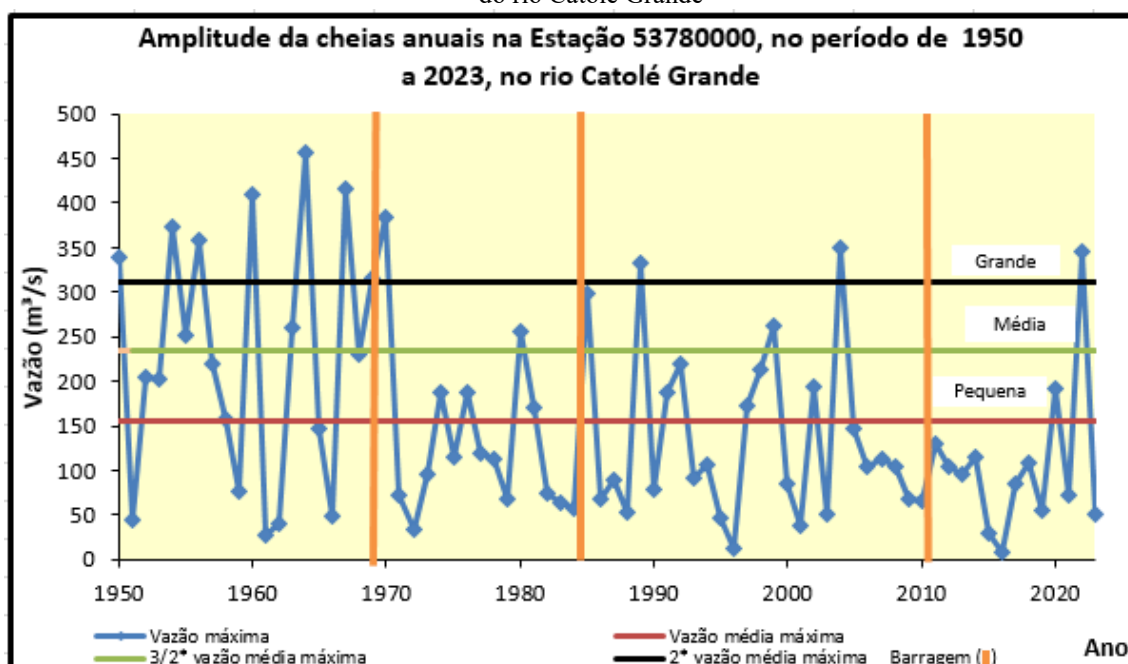
Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

5.2.3 Amplitude de cheias e secas hidrológicas

Na classificação da amplitude de cheias, foram consideradas as vazões máximas e as médias máximas. Ao analisar o período integral, conforme Gráfico 14, observou-se a ocorrência de 10 anos com tendência a grandes cheias. Todavia, a maior parte desses anos ocorreram antes da construção da primeira barragem, Água Fria I. As grandes cheias concentraram-se entre os anos de 1950 e 1967, apresentando vazões máximas acima da linha do dobro da média máxima.

A primeira barragem foi implantada em 1969. Após sua construção, observou-se a ocorrência de uma cheia no ano seguinte, em 1970, sendo este o único registro desse tipo no período posterior à construção. Em 1984, após a implantação da segunda barragem, Água Fria II, foram registradas duas cheias, nos anos de 1989 e 2004. Após a implantação da terceira barragem, Serra Preta, verificou-se uma cheia em 2022. O aspecto mais relevante, entretanto, é que, após a implantação das barragens, as vazões apresentaram quedas, permanecendo, em sua maioria, abaixo da linha de vazão média. Apesar da diminuição de grandes cheias após a implantação das barragens, é possível notar que ao longo de 74 anos, há predominância de cheias está abaixo da média, totalizando 60%; em seguida se predomina as cheias pequenas, com 18%, as grandes cheias com 14% e por fim, as médias, com 8%.

Gráfico 14: Amplitude de cheias hidrológicas no período de 1950 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande



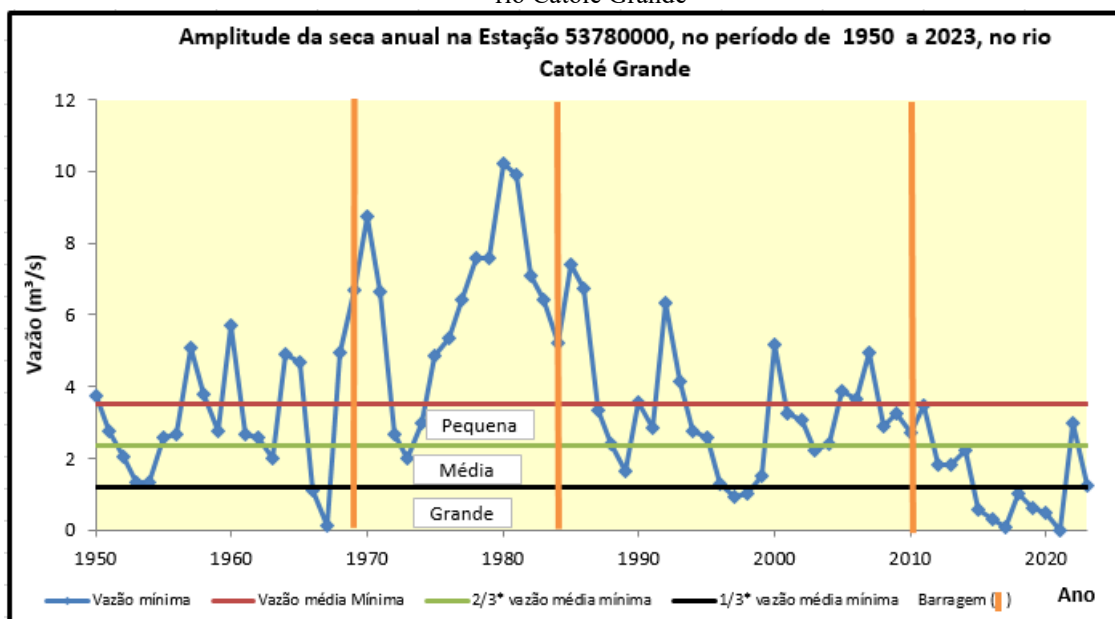
Fonte: BRASIL (2022).

Elaborado por: Almeida, I. R. (2023)

Em relação à classificação da amplitude de secas, foram consideradas as vazões mínimas e as médias mínimas. Ao analisar o período integral, observou-se, no Gráfico 15, a ocorrência de várias oscilações relacionadas aos períodos de seca. O aspecto mais interessante é que, após a implantação da primeira barragem, houve muitos anos com tendência a permanecer acima da média mínima, mais especificamente 11 anos, diferentemente do período entre 1950 e 1969, que apresentou apenas 7 anos com vazões acima da média.

Após a implantação da segunda barragem, ainda foram registradas vazões acima da média mínima, mais especificamente em 8 anos, entretanto, a maioria dos registros passou a ficar abaixo dessa média. Esse comportamento hídrico se intensificou após a implantação da terceira barragem, quando houve uma queda drástica das vazões mínimas, resultando em 7 anos com tendência a grandes secas. Notou-se também uma leve recuperação no ano de 2022, porém, em 2023, ocorre nova queda, com a vazão permanecendo na linha crítica de seca. Todavia, apesar do aumento de secas após a implantação das barragens, foi visto que ao longo de todo estudo, há predominância das secas abaixo da média, abarcando 38%. Em seguida, há predominância das secas de amplitudes pequenas, com 27%, secas de amplitudes grandes com 18% e secas de amplitudes médias com 17%.

Gráfico 15: Amplitude de secas hidrológicas no período de 1950 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande



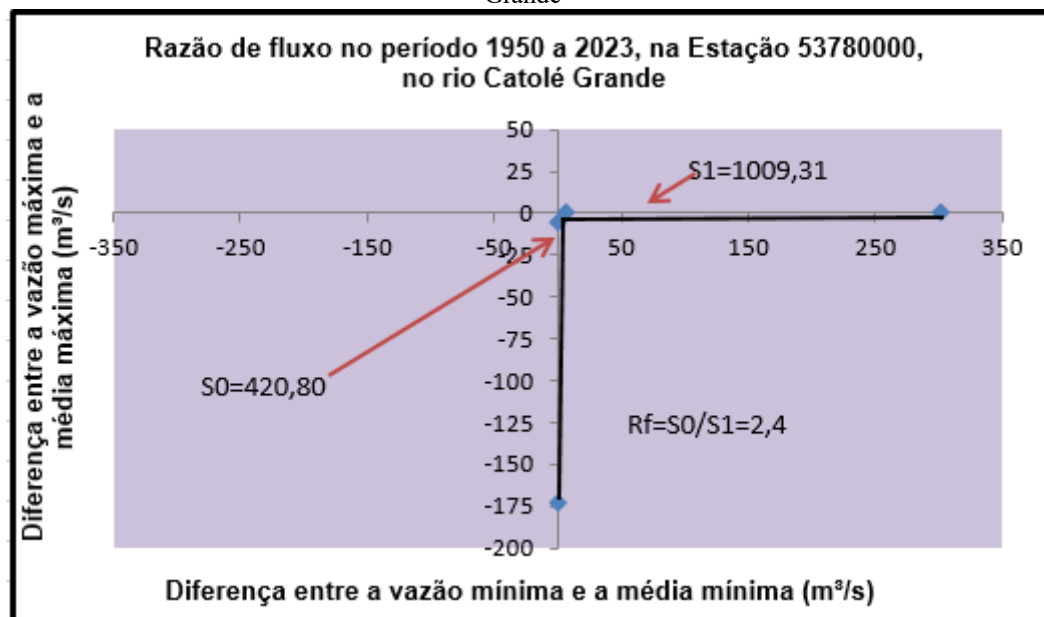
Fonte: BRASIL (2022).

Elaborado por: Almeida, I. R. (2023)

5.2.4 Razão de fluxo (Rf)

Após o tratamento das vazões, foi realizado o cálculo da razão de fluxo e seu gráfico. A razão de fluxo permitiu observar o comportamento do rio Catolé Grande. Assim, de acordo com o Gráfico 16, foi encontrado o valor de 2,4. Esse valor mostra, de acordo com a tabela apresentada por Gonçalves (2021), que esse rio possui fluxo classificado como normal excedente.

Gráfico 16: Razão de Fluxo no período de 1950 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande



Fonte: BRASIL (2022).

Elaborado por: Almeida, I. R. (2023)

5.2.5 Evolução da Razão de Fluxo (ERf)

Através dos dados de Razão de Fluxo, foi possível inferir sua evolução, que se tratou do comportamento do rio partindo do início do monitoramento até os dias atuais. Para isso, foram divididos em períodos com no mínimo 30 anos. Assim, foi observado, na Tabela 5, que entre 1950 até 2005, os valores oscilam entre valores de 2 e 1, tendo aumento apenas a partir do ano de 1980, com valor a partir de 3. Apesar de que, durante todo período analisado, o rio manteve seu fluxo classificado como normal excedente, é notório que ele está se aproximando de um fluxo normal deficitário (valores acima de 4).

Tabela 5: Evolução da Razão de Fluxo no período de 1950 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande

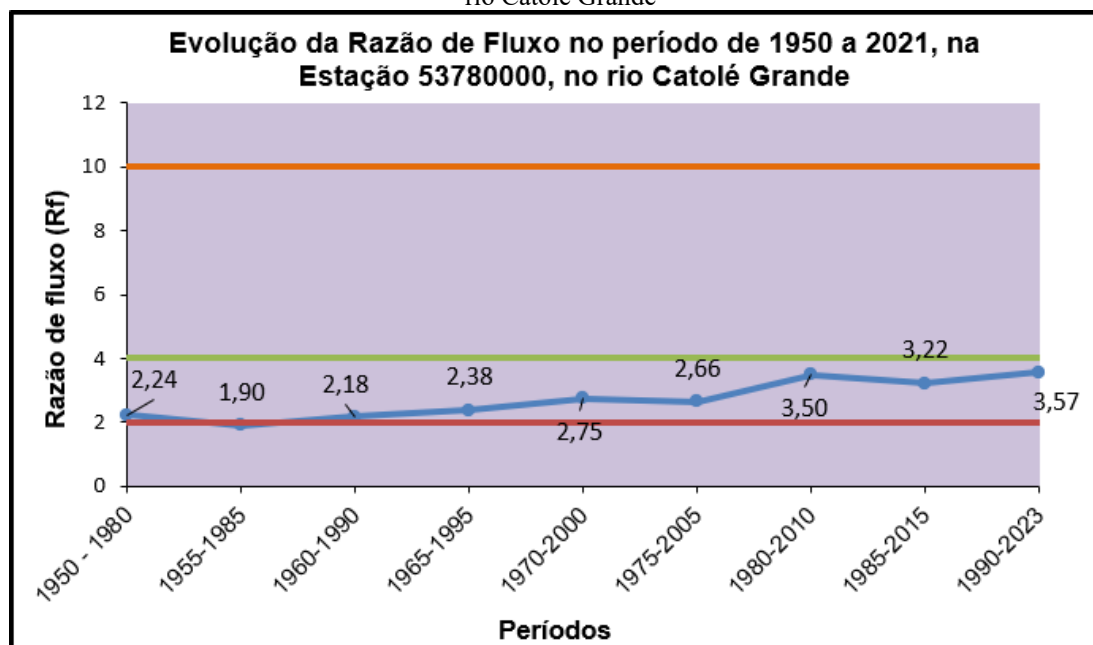
Período	Evolução da Razão de fluxo (Rf)	Classificação
1950 - 1980	2,241598771	Normal excedente
1955-1985	1,899787702	Excedente
1960-1990	2,176592074	Normal excedente
1965-1995	2,380601889	Normal excedente
1970-2000	2,754231268	Normal excedente
1975-2005	2,656193247	Normal excedente
1980-2010	3,498345551	Normal excedente
1985-2015	3,218262838	Normal excedente
1990-2023	3,571963004	Normal excedente

Fonte: BRASIL (2022).

Elaborado por: Almeida, I. R. (2023)

Para melhor visualização, foi gerado o gráfico da Evolução da Razão de Fluxo, conforme apresentado no Gráfico 17. À direita, foram inseridos os valores de 2, 4 e 10, correspondentes aos limites das classes de razão de fluxo, conforme o quadro de classificação apresentado no capítulo de procedimentos metodológicos.

Gráfico 17: Evolução da Razão de Fluxo no período de 1950 a 2023, na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande



Fonte: BRASIL (2022).

Elaborado por: Almeida, I. R. (2023)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da metodologia Hidrologia Avançada Experimental (HAE), desenvolvida por Gonçalves (2014), foi possível observar algumas conclusões referentes à dinâmica do rio ao longo dos anos de 1950 a 2023, possibilitando compreender mudanças no comportamento das vazões e sua relação temporal com as intervenções realizadas na sub-bacia, especialmente a implantação das barragens Água Fria I, Água Fria II e Serra Preta.

O gráfico das cotas mínimas apresentou diferentes comportamentos ao longo da série histórica. Embora os dois últimos anos tenham apresentado indícios de processos de assoreamento, há predominância de comportamentos associados à erosão. Esse resultado demonstra que a dinâmica da sub-bacia do rio Catolé Grande não permaneceu estável durante o período analisado, refletindo alterações que podem estar relacionadas à interação entre processos naturais e intervenções antrópicas ocorridas na sub-bacia.

O Tempo de Retardo Médio apresentou valor inferior a 30 dias, classificando a sub-bacia, segundo os critérios da HAE, como predominantemente impermeável e indicando resposta relativamente rápida das vazões à precipitação. Esse comportamento dialoga com a curva de permanência, na qual as maiores vazões apresentaram permanência inferior a 10%, demonstrando que as vazões de maior pico não se sustentam por longos períodos. A curva de garantia aprofundou essa interpretação ao revelar expressiva diferença entre os distintos níveis de garantia: a vazão associada à garantia de 0% alcançou 457,4 m³/s, enquanto a Q90 correspondeu a 2,9 m³/s e a Q100 atingiu 0 m³/s. Em conjunto, esses resultados demonstram que a ocorrência de grandes vazões em determinados momentos não representa, necessariamente, sua manutenção ao longo do tempo.

Essa condição também se refletiu no cálculo da firmeza hídrica, cujo resultado de 0,63% classificou a sub-bacia como “Pouco Firme”, conforme os critérios propostos por Gonçalves e Santos (2025). O resultado evidenciou a reduzida proporção entre a vazão de referência Q90 e a maior vazão da série, indicando que, embora o rio possa alcançar valores elevados em determinados momentos, as vazões associadas a maiores níveis de garantia são consideravelmente inferiores. Esse aspecto apresenta relevância diante da importância dos recursos hídricos da bacia para o abastecimento populacional.

As análises das vazões máximas e mínimas, do Fator Hidrológico e das amplitudes de secas e cheias revelaram mudanças importantes ao longo da série histórica. As maiores cheias concentraram-se principalmente nos períodos anteriores à implantação das barragens, enquanto, nos períodos posteriores, verificou-se maior evidência de anos deficitários e de secas hidrológicas. Essa mudança tornou-se mais expressiva após a implantação da barragem de Serra Preta, em 2010, período no qual os anos excedentes deixaram de ocorrer na classificação do Fator Hidrológico, passando a predominar valores deficitários.

A comparação entre as curvas-chave do primeiro período analisado, correspondente a abril de 1950 a dezembro de 1951, e do período mais recente, entre janeiro de 2022 e dezembro de 2023, também indicou redução das vazões máximas e mínimas. Esse comportamento mostrou similaridade com os resultados obtidos por outros produtos da HAE, especialmente o Fator Hidrológico e as amplitudes de secas e cheias. Desse modo, os resultados apontam uma associação temporal entre a implantação das barragens e as alterações observadas no regime de vazões, principalmente diante da redução de eventos excedentes e do aumento da frequência de anos deficitários após as intervenções. Entretanto, convém salientar que as mudanças hidrológicas observadas ao longo da série de 74 anos podem também refletir numa atuação conjunta de outros fatores, como variabilidade climática, como El Niño e La Niña e alterações no uso e cobertura da terra, não sendo possível atribuir exclusivamente às barragens toda a transformação identificada.

A razão de fluxo, por sua vez, apresentou valor geral de 2,4, mantendo o rio Catolé Grande na classificação de fluxo normal excedente. Contudo, a análise de sua evolução temporal evidenciou valores progressivamente mais próximos da condição de fluxo normal deficitário. Esse resultado, quando interpretado em conjunto com o aumento dos anos deficitários, a redução das vazões extremas e a maior expressão das secas hidrológicas nos períodos mais recentes, reforça a necessidade de acompanhamento contínuo da dinâmica hídrica da sub-bacia.

Entre as principais limitações encontradas durante a realização da pesquisa, destacou-se a dependência de dados secundários para um período extenso de 74 anos. A disponibilidade espacial das estações também constituiu uma restrição, visto que a análise

foi desenvolvida a partir de estações selecionadas conforme a existência e a compatibilidade das séries históricas disponíveis.

Outra limitação importante foi a ausência de trabalho de campo, visto que a pesquisa se concentrou na análise de dados quantitativos das séries históricas disponíveis. A realização de visita de campo poderia contribuir para a verificação *in loco* de processos apontados pelos dados, como erosão, deposição de sedimentos e possíveis efeitos locais associados às barragens.

Apesar dessas limitações, a pesquisa apresenta relevância científica e social por produzir uma leitura integrada da dinâmica hidrológica do rio Catolé Grande ao longo de mais de sete décadas. Em uma sub-bacia estratégica para o abastecimento humano, para atividades agropecuárias e para outros usos da água, compreender a permanência das vazões, seus níveis de garantia, a ocorrência de anos deficitários e excedentes e a evolução das secas e cheias constitui informação importante para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos para gerações futuras, além de subsidiar futuras pesquisas.

No plano acadêmico e pessoal, o desenvolvimento deste trabalho representou uma oportunidade de aprofundar minha compreensão sobre a dinâmica fluvial e sobre a complexidade das relações entre água, território e intervenções humanas. Este trabalho permitiu articular conhecimentos construídos ao longo do curso de Geografia e através do Observatório das Águas da Bahia – OBA, com a análise de um problema socialmente relevante, demonstrando que as alterações observadas em um rio ultrapassam a dimensão estritamente física e repercutem sobre populações, atividades econômicas e formas de uso do território.

Dessa forma, conclui-se que a dinâmica do rio Catolé Grande apresentou mudanças expressivas ao longo do período analisado, com redução da ocorrência de vazões excedentes, maior evidência de condições deficitárias nos períodos recentes, baixa permanência das maiores vazões e aproximação progressiva a condições menos excedentes de fluxo. A convergência entre os diferentes produtos analisados reforça a existência de alterações relevantes no comportamento hidrológico da sub-bacia e evidencia a necessidade de continuidade do monitoramento, ampliação das investigações de campo e desenvolvimento de estudos.

REFERÊNCIAS

- ABDON, Myrian de Moura; & SILVA, João dos Santos Vila da. **A diversidade dos padrões de imagem e sua relação com os temas de vegetação mapeados em escala regional no Pantanal**. In: SEMANA DE GEOGRAFIA DA UNEMAT, 9., 2008, Cáceres. **Anais...** Cáceres: Unemat, 2008. P. 1-17. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/9617/1/PLdiversidadeSemageo2008.pdf>. Acesso em: 28 maio 2026.
- AGUILAR, Nubia Aparecida de; CAMPOS, Tales Ceniro.; FRANCO, Elton Santos; SULZ, Tatiane Duarte Ferreira; SOUSA, Alexssander Ferreira de; LEDO, Vaneide da Rocha; GOMES, Thais Mayara Rodrigues; SALIM, Luan Pereira; LIMA, Bíbian Campos; SILVA JUNIOR, Francisco de Assis da. **Análise do estudo de impacto ambiental das obras emergenciais para descaracterização da barragem Campo Grande - Mina de Alegria, Mariana/MG**. Caderno Pedagógico, [S. l.], v. 21, n. 12, p. e10934, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n12-197. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/10934>. Acesso em: 26 set. 2025.
- ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. **O Cráton do São Francisco**. Revista Brasileira de Geociências, v. 7, n. 4, p. 349–364, 1977. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/34fe0388-5116-4232-a2fc-c742df5244fb/2962915.pdf>. Acesso em 4 maio 2026.
- ALMEIDA, Iêza Reis; GONÇALVES, Mário Jorge de Souza; PUENTES, Antônio. **Análise das secas e cheias hidrológicas na sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande – Bahia.**: SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CATOLÉ GRANDE-BA. Cadernos de Geociências, [S. l.], v. 18, n. especial, 2023. DOI: 10.9771/geocad.v18i0.56016. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cadgeoc/article/view/56016>. Acesso em: 22 set. 2025.
- AMORIM, Jhones da Silva. **Produção de água na bacia hidrográfica do rio Catolé Grande utilizando o modelo hidrológico SWAT**. 2016. 82 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Ambientais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2016. Disponível em: <https://www2.uesb.br/ppg/ppgca/wp-content/uploads/2017/11/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Jhones-da-Silva-Amorim.pdf>. Acesso em 08 jul. 2026.
- ALVES, Rita de Cássia Oliveira Lima. **A influência de uma cidade média do Sudoeste da Bahia: o caso de de Vitória da Conquista**. 2014. 433 p. Tese (Doutorado em Geografia). Universitat de Barcelona, Barcelona, 2014. Disponível em: <https://www.tdx.cat/handle/10803/394067#page=1>. Acesso em: 27 out. 2025.
- BAHIA. **Barragem do Catolé abastecerá municípios do sudoeste: obras seguem com investimento de R\$ 170 milhões**. [S.l.], 2022. Disponível em: <https://www.ba.gov.br/comunicacao/2022/06/noticias/barragem-do-catole-abastecera-municipios-do-sudoeste-obras-seguem-com-investimento-de-r-170-milhoes>. Acesso em: 8 out. 2025.

BAHIA. Governo do Estado. **Construções de barragens vão beneficiar quase 200 mil baianos**. Salvador: Secretaria de Comunicação, 9 ago. 2024. Disponível em: <https://www.ba.gov.br/comunicacao/2024/08/noticias/construcoes-de-barragens-va-beneficiar-quase-200-mil-baianos>. Acesso em: 29 set. 2025.

BAHIA. Governo do Estado. **Investimento em infraestrutura hídrica ultrapassa R\$ 26 milhões e beneficia municípios baianos**. Salvador: Casa Civil, 23 maio 2013. Disponível em: <https://www.ba.gov.br/casacivil/noticia/2024-05/694/investimento-em-infraestrutura-hidrica>. Acesso em: 29 set. 2025.

BAHIA. Superintendência de Recursos Hídricos. **Meio físico e recursos naturais**. In: BAHIA. Superintendência de Recursos Hídricos. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia – PERH-BA. Salvador: SRH, [s.d.], cap. 2.2, p. 57-155. Disponível em: <https://www.ba.gov.br/inema/sites/site-inema/files/2025-10/3-Capitulo%202.2.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2026

BARBOSA, Johildo Salomão Figueirêdo.; SABATÉ, Pierre; MARINHO, Moacyr Moura. **O Cráton do São Francisco na Bahia: uma síntese**. Revista Brasileira de Geociências, v. 33, n. 1, p. 3–6, mar. 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/2539/1/7596.pdf>. Acesso em 04 maio 2026.

BASTOS, João Marcelo dos Santos. **Avaliação quantitativa das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Jequiriçá – BA. 2022**. 132 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Curso de Bacharelado em Geografia, Departamento de Ciências Humanas e Filosofia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2022. Acesso em 24 abril 2026.

BELEM, L.; BOSCO, Y; MEDEIROS, B. MOREIRA, P.; MIRANDA, T.; NASCIMENTO, J. **Trilhas das águas**. Boletim Informativo do Instituto de Gestão das Águas e Clima, nº04. 2009. Acesso em: 26 out. 2025.

BENTO, Nicole Lopes; RAASCH, Lanna Bonella; SILVA, Hismilei Chaves dos Santos; BARROS, Flávia Mariani. **Impactos do lançamento de efluentes na qualidade das águas do rio Catolé Grande / Impacts of laundering of effluents in the quality of the waters of the Catolé Grande river**. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 4, p. 39134–39149, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n4-395. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/28298>. Acesso em: 05 oct. 2025.

BRASIL (2022). **Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA)**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 01 set. 2022.

BRASIL. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2021 - Revisão**. Brasília, 2021. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_2021_pdf_final_revdirec.pdf. Acesso em: 15 jul. 2025.

CAMPOS, Danusa Oliveira; DELABIE, Jacques Hubert Charles. **Produção de água em paisagens da região cacauzeira da Bahia no contexto da crise da lavoura: um estudo de caso**. Agrotropica, Ilhéus, v. 35, n. 2-3, p. 117-134, 2023. DOI: <https://doi.org/10.21757/0103-3816.2023v35n2,3p117-134>. Disponível em:

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/ceplac/publicacoes/revista-agrotropica/artigos/2023/doi-10-217570103-3816-2023v35n2-3p117-134.pdf>. Acesso em 08 maio 2026

CARVALHO E SILVA, Jonas; BUCHER-MALUSCHKE, Júlia Sursis Nobre Ferro; MORI, Valéria Deusdará. **A Subjetividade de uma Família atingida por Barragem na situação do Deslocamento Forçado**. *Revista Subjetividades*, [S. l.], v. 21, n. 1, p. Publicado online: 24/03/2021, 2021. DOI: 10.5020/23590777.rs.v21i1.e10597. Disponível em: <https://ojs.unifor.br/rmes/article/view/e10597>. Acesso em: 20 out. 2025.

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza; RAFAEL, Larissa Monteiro; SOUZA, Bartolomeu Israel de. **Caatinga: savana-estépica ou floresta seca? um comentário sobre a classificação da vegetação brasileira**. *Revista de Geografia*, [S. l.], v. 41, n. 4, p. 173–185, 2024. DOI: 10.51359/2238-6211.2024.264832. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/264832>. Acesso em: 31 maio. 2026.

CONCEIÇÃO, Tácio Luís de Andrade. **A agricultura de abastecimento na configuração territorial do Sertão da Ressaca: formação histórica dos sistemas produtivos e do estado da arte nos séculos XVIII e XIX**. 2020. Tese (Doutorado em História das Ciências Agrárias) — Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia; Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2020. Orientador: Prof. Dr. Amílcar Baiardi. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/32188/1/TESE%20-%20Prof.%20T%C3%A1cio%20Lu%C3%ADs%20de%20Andrade%20-%202020.pdf>. Acesso em: 28 set 2025.

CRUZ, Jussara Cabral; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Estimativa da disponibilidade hídrica através da curva de permanência**. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 13, n. 1, p. 111-124, jan./mar. 2008. Disponível em: <https://biblat.unam.mx/hevila/Revistabrasileiraderecursoshidricos/2008/vol13/no1/10.pdf>. Acesso em: 24 maio 2026.

DULTRA, Lordêllo Bruno. **Avaliação quantitativa das águas superficiais da sub-bacia hidrográfica do rio do Peixe, na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu- Ba**. 2019. 82 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019. Acesso em 04 maio 2026.

EBDM. **ESTUDO BÁSICO DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL. Barragens**. Colégio de Entidades de Classe da Regional Apucarana. Sistema Confea/Crea/Mútua, 2023.

FERRAZ, Cleonice Maria Louzada; VALADÃO, Roberto Célio. **A tectônica cenozóica e a evolução do relevo: das “chapadas” do Jequitinhonha à planície costeira do sul da Bahia**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, Goiânia, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Roberto-Valadao/publication/325228882_A_tectonica_cenozoica_e_a_evolucao_do_relevo_das_chapadas_do_Jequitinhonha_a_planicie_costeira_do_sul_da_Bahia/links/5aff13804585154aeb040dd6/A-tectonica-cenozoica-e-a-evolucao-do-relevo-das-chapadas-do-Jequitinhonha-a-planicie-costeira-do-sul-da-Bahia.pdf. Acesso em 04 maio 2026.

FIGUEIREDO, Felipe Torres; GOMES, Pedro Victor Oliveira. **Efeitos de barragens em barras fluviais do baixo Rio São Francisco: dinâmica morfosedimentar e implicações para interpretação de rios antigos**. *Revista Brasileira de*

Geomorfologia, [S. l.], v. 25, n. 2, 2024. DOI: 10.20502/rbgeomorfologia.v25i2.2495. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2495>. Acesso em: 26 set. 2025.

FILHO, José Coelho de Araújo. **Floresta Ombrófila Densa**. Embrapa Solos, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/vegetacao/floresta-ombrofila-densa>. Acesso em 04 maio 2026.

FONTES, Renata Freitas; GIUDICE, Dante Severo. **Impactos socioambientais nas construções de barragens hidrelétricas**. Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas, v. 18, n. 32, p. 203–218, 2021. DOI: 10.22481/ccsa.v18i32.9258. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/ccsa/article/view/9258>. Acesso em: 01 out. 2025.

FRAGA, Micael de Souza; FERREIRA, Renan Gon; SILVA, Felipe Bernardes; VIEIRA, Nayara Paula Andrade; SILVA, Danilo Paulúcio da; BARROS, Flávia Mariani; MARTINS, Ione Sousa Braga. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Catolé Grande, Bahia, Brasil**. Nativa, Sinop, v. 2, n. 4, p. 214–218, out./dez. 2014. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1785/pdf>. Acesso em 25 out. 2025.

FREITAS, Carlos Machado de; MAZOTO, Máira Lopes; ROCHA, Vânia da. **O impacto do desastre à saúde de uma coletividade. In: Cartilha de Impactos à Saúde – Desastres e Rompimentos de Barragens**. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2018.

GALVÍNCIO, Josiclêda Domiciano; SOUSA, Francisco de Assis Salviano de; SHIRINIVASAN, Vajapeam S. **Análise do relevo da bacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa**. Revista Brasileira de Geografia Física, [S. l.], p. 54-69. Acesso em: 27 out. 2025.

GASPER, André Luís de; UHLMANN, Alexandre; VIBRANS, Alexander Christian; SEVEGNANI, Lucia. **Variação da estrutura da Floresta Estacional Decidual no estado de Santa Catarina e sua relação com altitude e clima**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 77-89, jan./mar. 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1017453/1/2015APIAlexandreVariacaoEstrutura.pdf>. Acesso em 04 maio 2026.

GOMES, Alex Acácio de Oliveira; SILVA, Rodrigo Saldanha Xavier da. **Avaliação do comprometimento hídrico da bacia do rio Catolé Grande com os usos dispensados de outorga**. Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Aracaju, Sergipe, p. 1-10, novembro 2016. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/27/PAP021574.pdf>. Acesso em: 27 set. 2025.

GOMES, Raul Carneiro; BIANCHI, Christina; OLIVEIRA, Vlândia Pinto Vidal de. **Análise da Multidimensionalidade dos conceitos de Bacia Hidrográfica**. GEOgraphia, v. 23, n. 51, 25 ago. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/355893892_ANALISE_DA_MULTIDIMENSIONALIDADE_DOS_CONCEITOS_DE_BACIA_HIDROGRAFICA. Acesso em: 20 set. 2025.

GONÇALVES, Mário Jorge de Souza. **Curvas Integradas Médias acumuladas de precipitação e vazão (CIMAPV) e sua interação com o Tempo de Retardo Médio (TRM), a identidade fluvial (IF) e os biomas brasileiros.** Cadernos de Geociências, [S. l.], v. 18, n. especial, 2023. DOI: 10.9771/geocad. v18i0.56080. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cadgeoc/article/view/56080>. Acesso em: 13 jun. 2026.

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, [S. l.], v. 18, n. especial, 2023. DOI: 10.9771/geocad. v18i0.56147. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cadgeoc/article/view/56147>. Acesso em: 13 jun. 2026.

GONÇALVES, Mário Jorge de Souza. **Gestão Quantitativa das Águas Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu no Estado da Bahia – Brasil.** 2014. (168f.) Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/21527/1/Tese%20Mario%20Jorge.pdf>. Acesso em: 26 set. 2025.

GONÇALVES, Mário Jorge de Souza. **Hidrologia Avançada Experimental: uma metodologia para avaliação quantitativa das águas superficiais e interface com as águas subterrâneas em bacias hidrográficas.** Salvador, Bahia, setembro 2021, 150 p.

GONÇALVES, Mário Jorge de Souza. **Classificação do Fluxo no rio utilizando a Razão de Fluxo (Rf), um novo parâmetro para análise hidrológica.** Cadernos de Geociências. 18. 231813. 10.9771/geocad. v18i0.55993. Salvador, Bahia, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/375997639_CLASSIFICACAO_DO_FLUXO_NO_RIO_UTILIZANDO_A_RAZAO_DE_FLUXO_Rf_UM_NOVO_PARAMETRO_PARA_ANALISE_HIDROLOGICA. Acesso em: 25 maio 2026.

GONÇALVES, Mário Jorge de Souza; SANTOS, Jémison Mattos dos. **Modelo de gestão hídrica para rios perenes: outorga sazonal — Brasil.** *Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia*, p. 251-274, São Paulo – SP, 2025. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo/article/view/18556/13234>. Acesso em: 26 maio 2026.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bacias e Divisões Hidrográficas 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: 05 jan. 2026.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geologia 1:250.000.** Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geologia/15822-geologia-1-250-000.html?=&t=downloads>. Acesso em 14 jun 2026.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha Municipal, 2024.** Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 05 jan. 2026.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de geologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1998. 306 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 6). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv7919.pdf>. Acesso em: 14 jun 2026.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de geologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1998. 306 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 6). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv7919.pdf>. Acesso em: 14 jun 2026.

INEMA. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Recursos Hídricos**. Disponível em: <http://mapa.geobahia.ba.gov.br/>. Acesso em: 05 jan. 2026.

KOZERA, Carina et al. **Composição florística de uma Formação Pioneira com influência fluvial em Balsa Nova, PR, Brasil**. FLORESTA, Curitiba, v. 39, n. 2, p. 309-322, abr./jun. 2009. Acesso em: 28 maio 2026.

LEAL, Matheus Xavier Dantas; PEREIRA, Ana Luísa Leite; LEMOS, Odair Lacerda. **Análise da dinâmica de paisagem da bacia do rio Catolé Grande no sudoeste da Bahia**. Simpósio de Ciências Florestais, [S. l.], v. 1, 2024. Disponível em: <https://anais2.uesb.br/index.php/sicflor/article/view/378>. Acesso em: 20 out. 2025.

LEITE, Eduardo de Lima. **História e memória do conflito do Pau Brasil e a luta dos posseiros pelo direito à terra (Bahia, 1972–1981)**. 2015. 159 p. Dissertação (Mestrado em Memória: Linguagem e Sociedade) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2015. Disponível em: <https://www2.uesb.br/ppg/ppgmls/wp-content/uploads/2017/06/Dissert-EduardoLimaLeite.pdf>. Acesso em: 27 out. 2025.

LIMA, Espedito Maia; PINTO, Josefa Eliane Santana de Siqueira. **Bacia do Rio Catolé, Bahia – Brasil: Bases Geoambientais e socioeconômicas para a gestão da água e do solo**. Revista Geográfica de América Central., v. 2, n. 47E, 2025. 16p. Disponível em: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2691/2573>. Acesso em: 15 jul. 2025

LIMA, Walter de Paula.; ZAKIA, Maria José Brito. **Hidrologia de matas ciliares**. Matas ciliares: conservação e recuperação. Tradução. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001103963>. Acesso em: 15 jul. 2025

MACÊDO, Lindaura de Lucena. **Análise hidrológica da bacia hidrográfica do Rio Jequitinhonha, Brasil**. Salvador, 2020. Acesso em: 30 set. 2025

MELLO, João Alberto Bandeira de. **A construção de barragens e o meio ambiente**. Revista do Serviço Público, Brasília, ano 43, v. 114, n. especial, p. 54-57, 1987. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/jspui/bitstream/1/2800/1/1987%20RSP%20ano.43%20v.114%20n.especial%20p.54-57.pdf>. Acesso em: 10 out. 2025.

NETO, Victor Paolillo. **Avaliação da qualidade da água de represas destinadas ao abastecimento do rebanho na Embrapa pecuária sudeste**. 2006. 40p. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Centro de recursos hídricos e ecologia aplicada, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2006. Disponível em:

<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2008A/avaliacao%20da%20qualidade1.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2025

OLIVEIRA, Débora Paula de Andrade; SANTOS, Juliete Barros; MAIA, Meirilane Rodrigues; OLIVEIRA, Edvaldo; LIMA, Espedito Maia. **Geoprocessamento aplicado à análise geoambiental no Município de Vitória da Conquista-Bahia**. Revista Geográfica de América Central, Heredia, n. 60, p. 329-348, jan./jun. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rgac.60-1.12>. Disponível em: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/10466/12933>. Acesso em: 13 jun. 2026

PINTO, Rita de Cássia Alves Bello Lima. **Caracterização da ictiofauna do rio Catolé Grande, no município de Itapetinga-BA**. 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais – Área de Concentração em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2013. Disponível em: <https://www2.uesb.br/ppg/ppgca/wp-content/uploads/2017/11/Tese-final-Rita-Pinto.pdf>. Acesso em: 26 out. 2025.

POLIGNANO, Marcus Vinicius; LEMOS, Rodrigo Silva. **Rompimento da barragem da Vale em Brumadinho: impactos socioambientais na bacia do rio Paraopeba**. Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p. 37–43, 2020. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v72n2/v72n2a11.pdf>. Acesso em 20 out. 2025.

REVISTA TRAVESSIA. **Barragens: da política oficial à resistência dos atingidos**. TRAVESSIA - revista do migrante, [S. l.], v. 2, n. 6, p. 3, 1990. DOI: 10.48213/travessia.i6.99. Disponível em: <https://revistatravessia.com.br/travessia/article/view/99>. Acesso em: 3 jan. 2026.

REZENDE, Adriano Alves de; SILVA, Rafael dos Santos; SANTOS, Edward Pereira; SOARES, Naisy Silva. **Potencial do café do Planalto da Conquista: uma inferência a respeito dos benefícios socioeconômicos após obtenção da Indicação Geográfica**. In: ENABER – Encontro Nacional de Administração e Negócios, 2025. Disponível em: <https://brsa.org.br/wp-content/uploads/wpcf7-submissions/34667/COM-AUTORES-POTENCIAL-DO-CAFE-DO-PLANALTO-DA-CONQUISTA-ENABER.pdf>. Acesso em: 27 out. 2025.

ROCHA, Altemar Amaral. SOARES, Bruno Souza. **Uso da terra pela cafeicultura e degradação ambiental no entorno da Barragem Água Fria em Barra do Choça – Bahia**. Revista de Geociências do Nordeste, [S. l.], v. 2, p. 53–62, 2016. DOI: 10.21680/2447-3359.2016v2n0ID10423. Disponível em: <https://www.periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10423>. Acesso em: 27 out. 2025.

SANTANA, R, O. **Impacto da Escassez de Chuva na Produção Pecuária da Microrregião de Itapetinga**: UESB, 2018, 69 p, (Dissertação – Mestrado em Ciências Ambientais, Área de concentração em Tecnologias para Soluções de Problemas Socioambientais). Disponível em: <https://www2.uesb.br/ppg/ppgca/wp-content/uploads/2019/06/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 27 out. 2025.

SANTO, Mário Marcos do Espírito; FAGUNDES, Marcílio; SEVILHA, Anderson Cássio; SCARIOT, Aldicir O.; AZOFEIFA, Arturo Sanchez; NORONHA, Sérgio Eustáquio de; FERNANDES, Geraldo Wilson. **Florestas estacionais decíduais brasileiras: distribuição e estado de conservação**. MG. Biota, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p. 5-13, jun./jul. 2008. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/190967/1/Florestas-estacionais-brasileiras-distri.pdf>. Acesso em 04 maio 2026.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; ZARONI, Maria José; ALMEIDA, Eliane de Paula Clemente. **Argissolos Amarelos**. Embrapa Solos, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/argissolos/argissolos-amarelos>. Acesso em 08 maio 2026

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; ZARONI, Maria José; ALMEIDA, Eliane de Paula Clemente. **Latossolos Amarelos**. Embrapa Solos, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/latossolos/latossolos-amarelos>. Acesso em 08 maio 2026

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; ZARONI, Maria José; ALMEIDA, Eliane de Paula Clemente. **Luvissolos Crômicos**. Embrapa Solos, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/luvisolos/luvisolos-cromaticos>. Acesso em 08 maio 2026

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; ZARONI, Maria José; ALMEIDA, Eliane de Paula Clemente. **Luvissolos Háplicos**. Embrapa Solos, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/luvisolos/luvisolos-haplicos>. Acesso em 08 maio 2026

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; JACOMINE, Paulo Klinger Tito; ANJOS, Lúcia Helena Cunha dos; OLIVEIRA, Virlei Álvaro de; LUMBRERAS, José Francisco; COELHO, Maurício Rizzato; ALMEIDA, Jaime Antonio de; ARAÚJO FILHO, José Coelho de; LIMA, Hedinaldo Narciso; MARQUES, Flávio Adriano; OLIVEIRA, João Bertoldo de; CUNHA, Tony Jarbas Ferreira. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 6. ed. Brasília: Embrapa, 2025. 393 p. ISBN 978-65-5467-104-0. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1176834>. Acesso em 08 maio 2026

SANTOS, Rafael Carvalho. **Riscos e vulnerabilidades na compartimentação geomorfológica da sub-bacia do Rio Gaviãozinho, Bahia, Brasil**. In: III Congresso Internacional, I Simpósio Ibero-Americano e VIII Encontro Nacional de Riscos: Multidimensão e Territórios de Risco. Guimarães, Portugal: Departamento de Geografia da Universidade do Minho, 2014. p. 1-6. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/274567866_Riscos_e_vulnerabilidades_na_compartimentacao_geomorfolgica_da_sub-bacia_do_Rio_Gaviaozinho_Bahia_Brasil. Acesso em: 08 maio 2026

SEI. Superintendência de Estudos Econômicos E Sociais. **Divisão Político-administrativa do Estado da Bahia - DPA 2024**. Disponível em: <https://portal.geo.sei.ba.gov.br/portal/apps/sites/#!/seigeo/pages/dados-geo-tema-dpa>. Acesso em: 05 de jan 2026.

SILVA, Eliane Lima e; SILVA, Mariano Andrade da. **Segurança de barragens e os riscos potenciais à saúde pública**. Saúde em Debate, Rio de Janeiro, v. 44, n. esp. 2, p. 242–261, jul. 2020. DOI: 10.1590/0103-11042020E217. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/GxCcNJjsWLzNqmN9HbsFgqG/?lang=pt>. Acesso em: 20 out. 2025.

SILVA, Hismilei Chaves dos Santos; RAASCH, Lanna Bonella; SOUZA, Mary Márcia Ferreira; BARROS, Flávia Mariani. **Quantificação dos teores de nitrato e amônio das**

águas do Rio Catolé Grande, Itapetinga-BA. In: XVII Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental & V Fórum Latino-Americano de Engenharia e Sustentabilidade (ENEEAmb/FLAES), João Pessoa (PB). Anais... João Pessoa: UFPB / Even3, 03 out. 2019. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/eneeamb/155601-quantificacao-dos-teores-de-nitrato-e-amonio-das-aguas-do-rio-catole-grande-itapetinga-ba/>. Acesso em: 20 out. 2025.

SILVA, Maria Ellany Damasceno. (org). **Ecologia e conservação da biodiversidade.** Ponta Grossa – PR: Editora Atena, 2021. 176 p. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/586306/1/Ecologia%20e%20Conserva%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2025

SOUZA, Carolina Gusmão; SANTOS, Fabiane Silva; MACHADO, Luana Cangussu; MENEZES, Minéia Venturini; ARAUJO, Talina Souza. **Dinâmica hídrica da região do planalto de Vitória da Conquista – BA.** Centro Científico Conhecer; Goiânia; Enciclopédia Biosfera, n.06. 2008. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2008B/dinamica%20hidrica.pdf>. Acesso em: 26 out. 2025.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** 3º edição. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ ABRH, 2002.

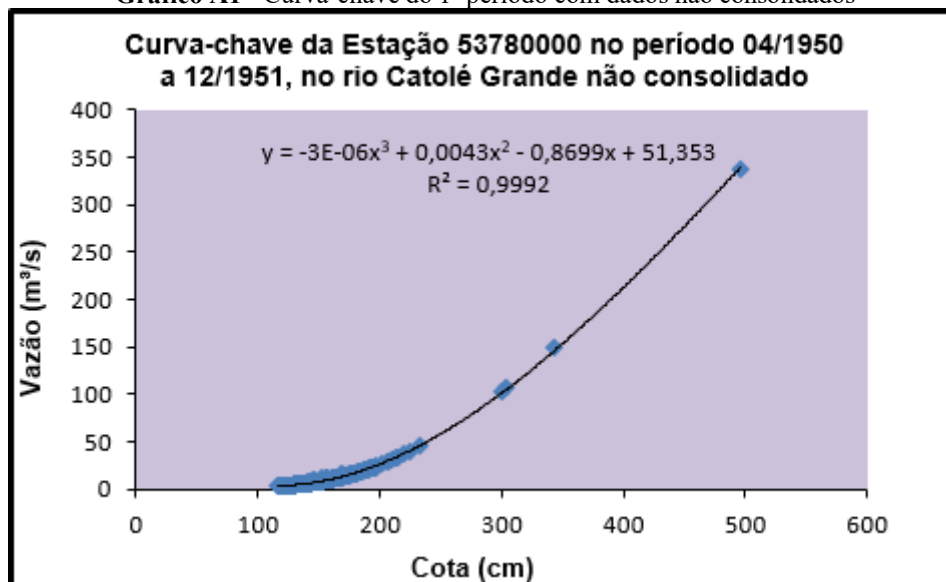
UETANABARO, Ana Paula Trovatti et al. **Descrição e caracterização pela análise sensorial do café do Planalto de Vitória da Conquista para a indicação geográfica – denominação de origem.** In: Ciência e Tecnologia de Alimentos: o avanço da ciência no Brasil. v. 4. [S.l.]: Editora Científica Digital, 2023. cap. 8, p. 91-103. DOI: <https://doi.org/10.37885/230613511>. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/230613511>. Acesso em: 08 maio 2026.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA (UESB). **Qualidade da água do Rio Catolé é analisada pela UESB.** Vitória da Conquista: UESB Notícias, 2018. Disponível em: <https://www.uesb.br/noticias/qualidade-da-agua-do-rio-catole-e-analisada-pela-uesb/>. Acesso em: 8 out. 2025.

WILLERS, Camila Daniele. **Avaliação dos impactos ambientais da pecuária de corte semiintensiva. Itapetinga – BA:** UESB, 2014. 86 p. (Dissertação em Ciências Ambientais – Área de Concentração em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Disponível em: https://www2.uesb.br/ppg/ppgca/wp-content/uploads/2017/11/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Camila.pdf. Acesso em: 27 out. 2025.

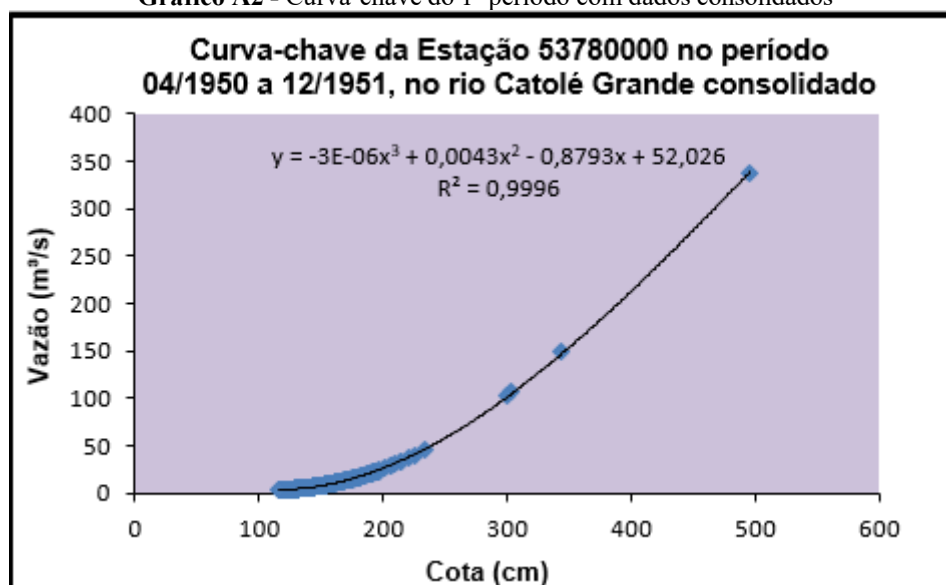
APÊNDICE A – CURVAS-CHAVE DOS PERÍODOS ANALISADOS NA ESTAÇÃO 53780000

Gráfico A1 - Curva-chave do 1º período com dados não consolidados



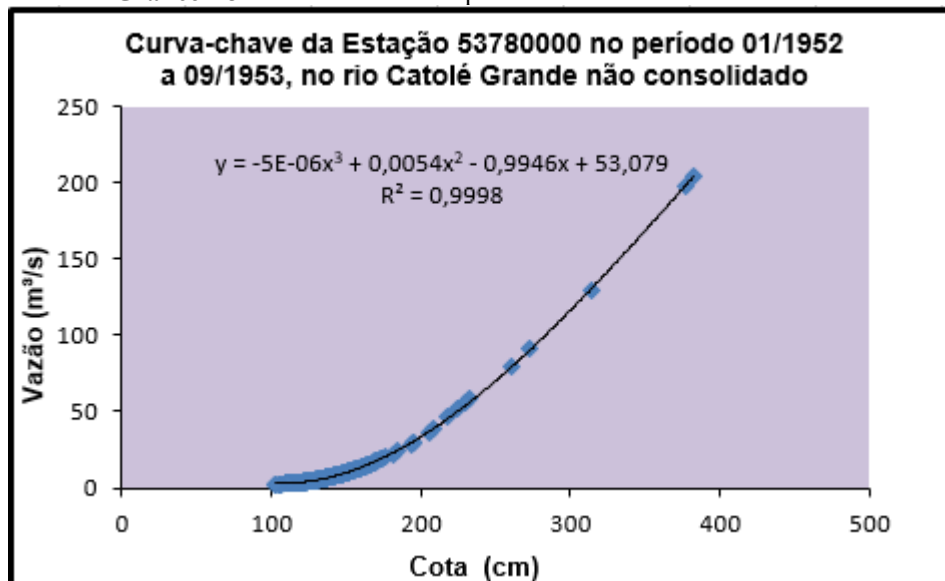
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A2 - Curva-chave do 1º período com dados consolidados



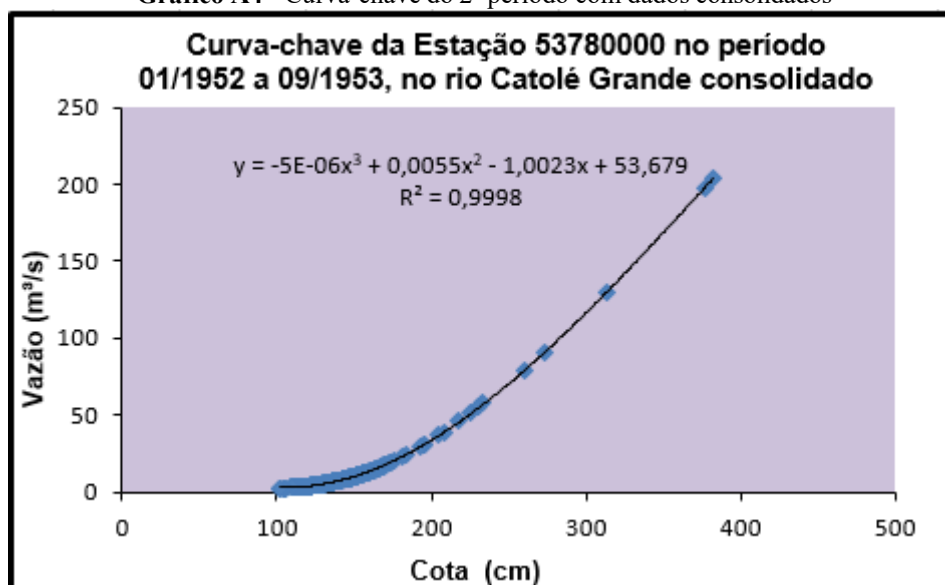
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A3 - Curva-chave do 2º período com dados não consolidados



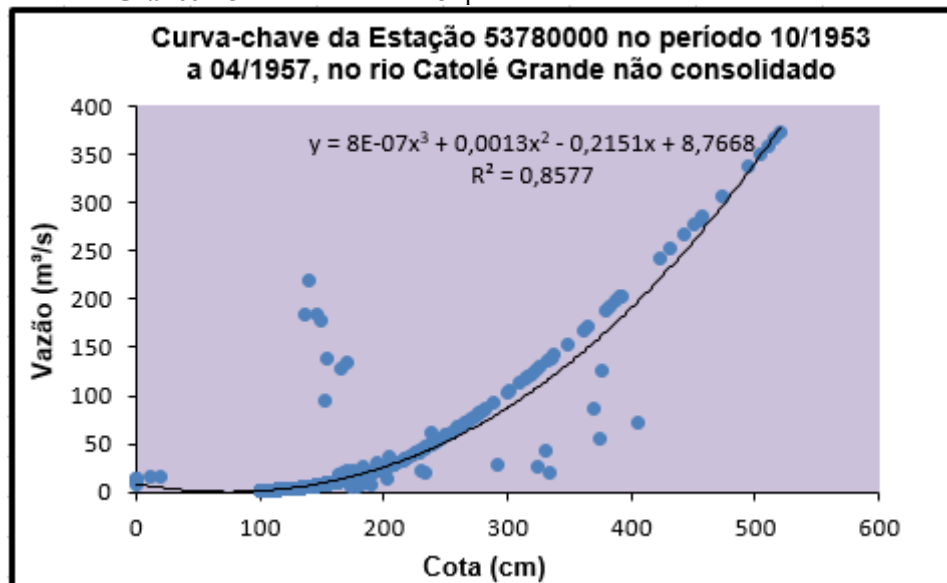
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A4 - Curva-chave do 2º período com dados consolidados



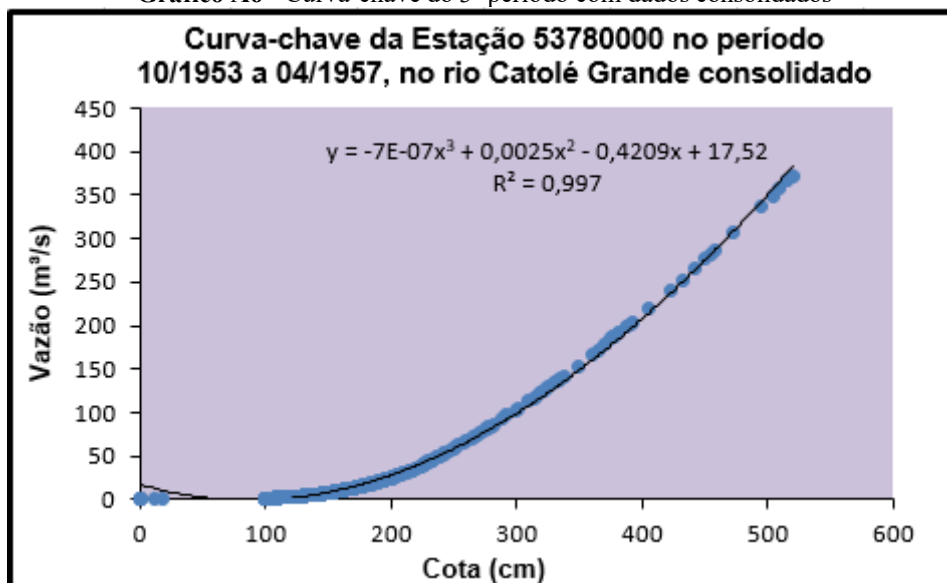
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A5 - Curva-chave do 3º período com dados não consolidados



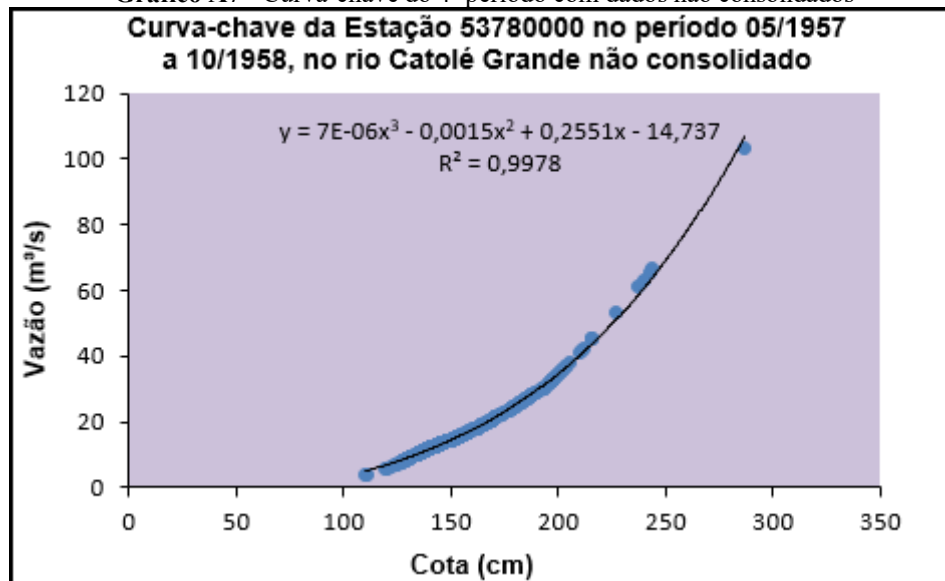
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A6 - Curva-chave do 3º período com dados consolidados



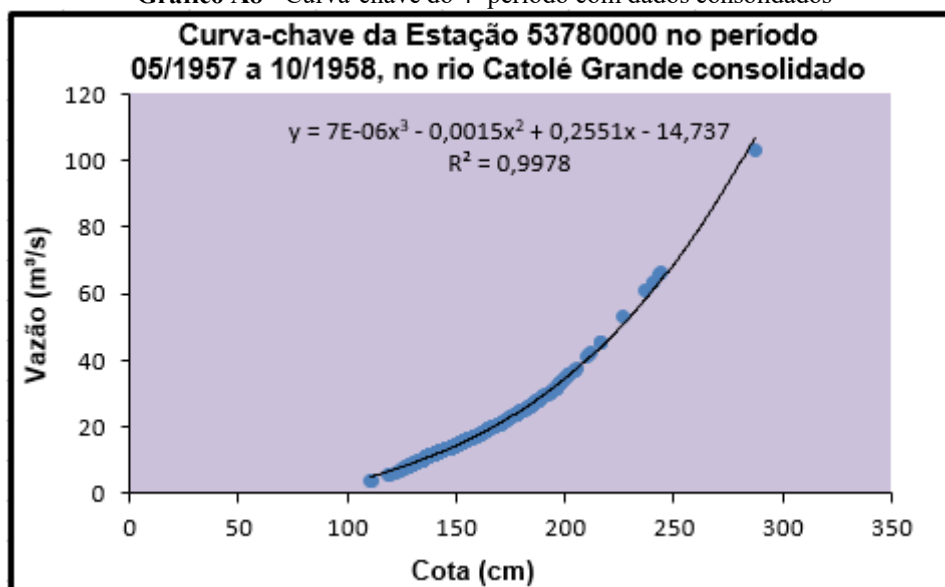
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A7 - Curva-chave do 4º período com dados não consolidados



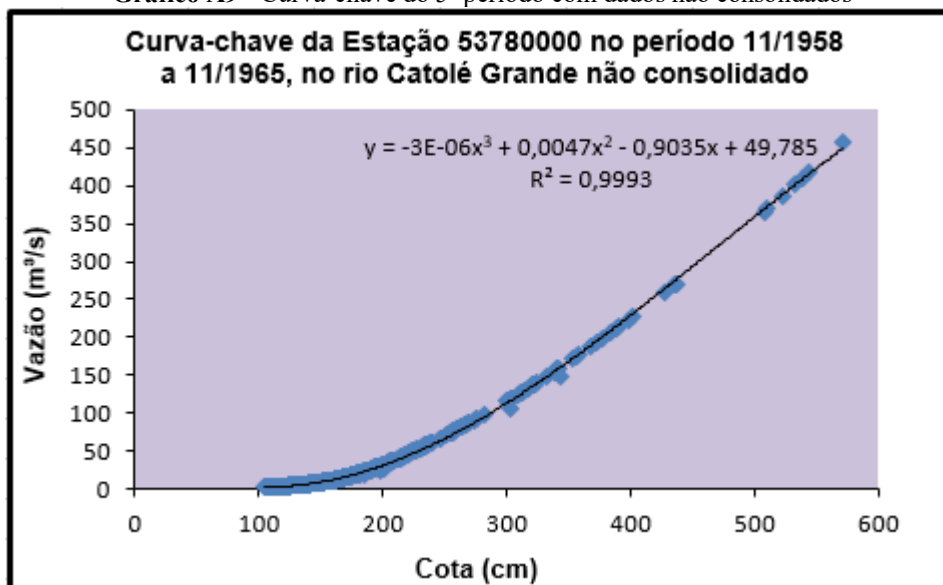
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A8 - Curva-chave do 4º período com dados consolidados



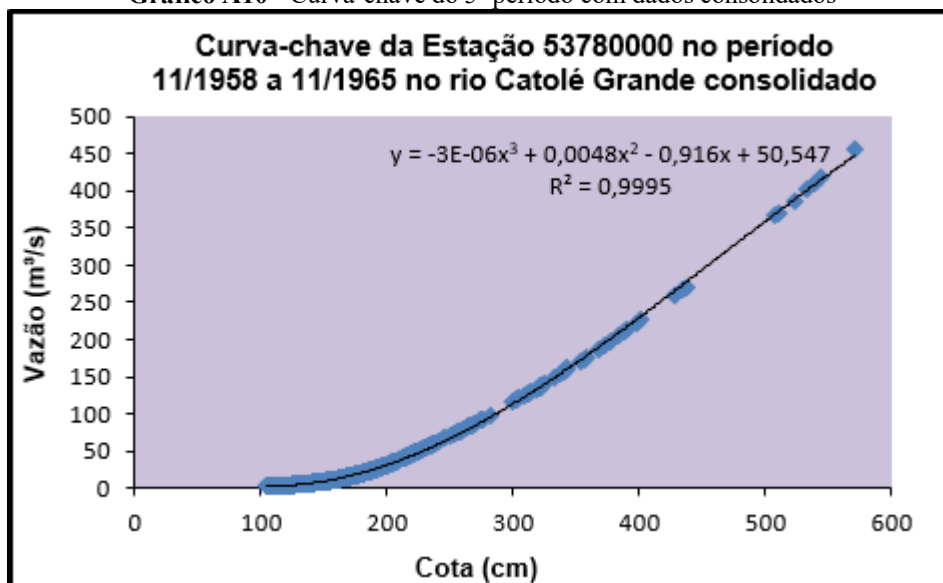
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A9 - Curva-chave do 5º período com dados não consolidados



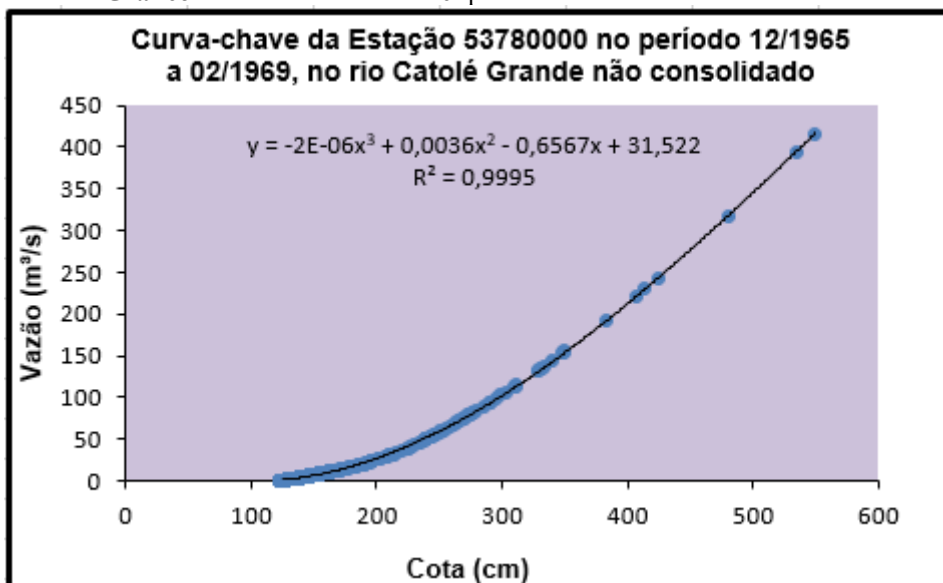
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A10 - Curva-chave do 5º período com dados consolidados



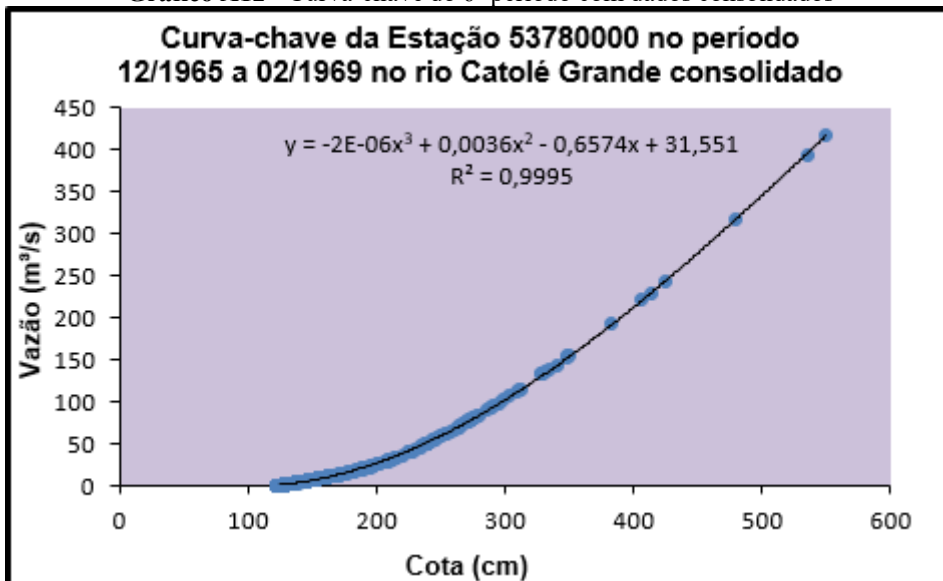
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A11 - Curva-chave do 6º período com dados não consolidados



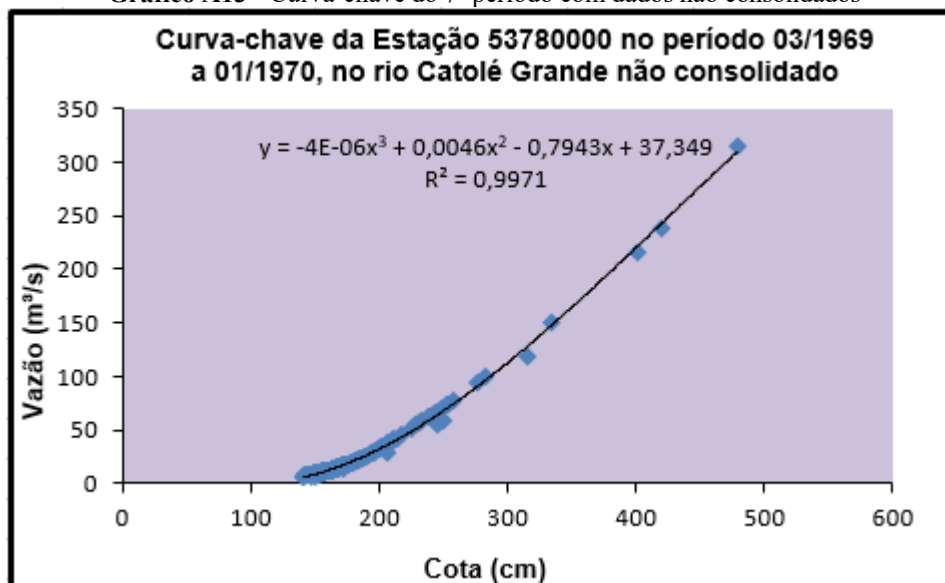
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A12 - Curva-chave do 6º período com dados consolidados



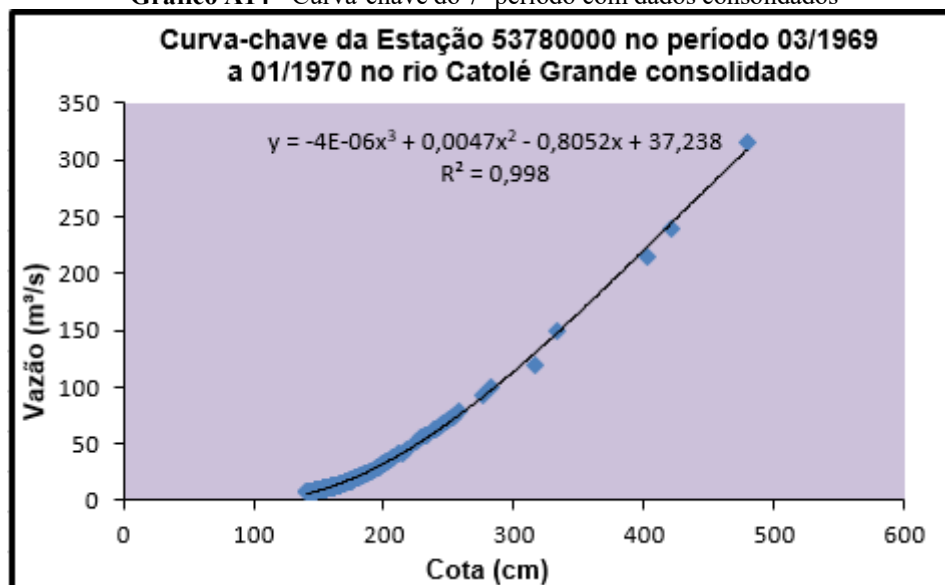
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A13 - Curva-chave do 7º período com dados não consolidados



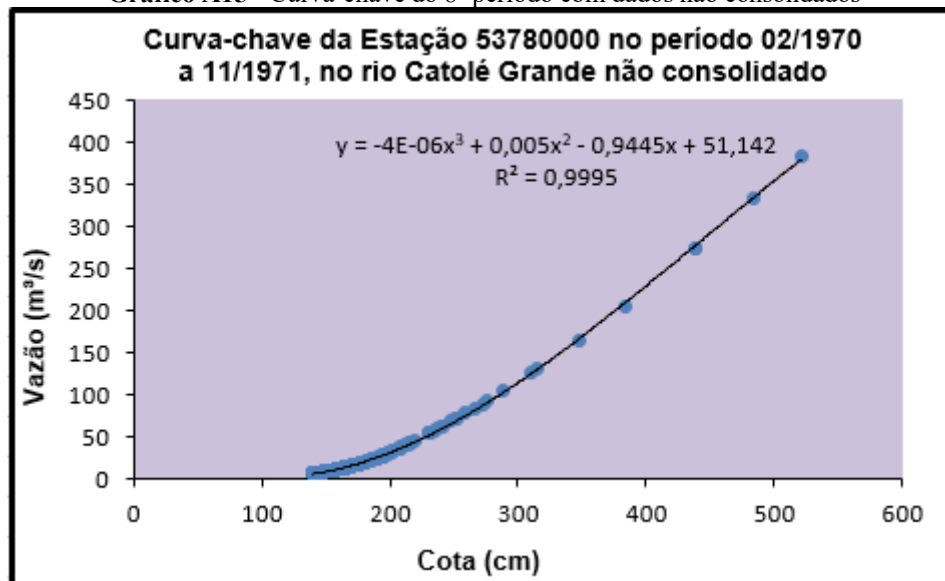
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A14 - Curva-chave do 7º período com dados consolidados



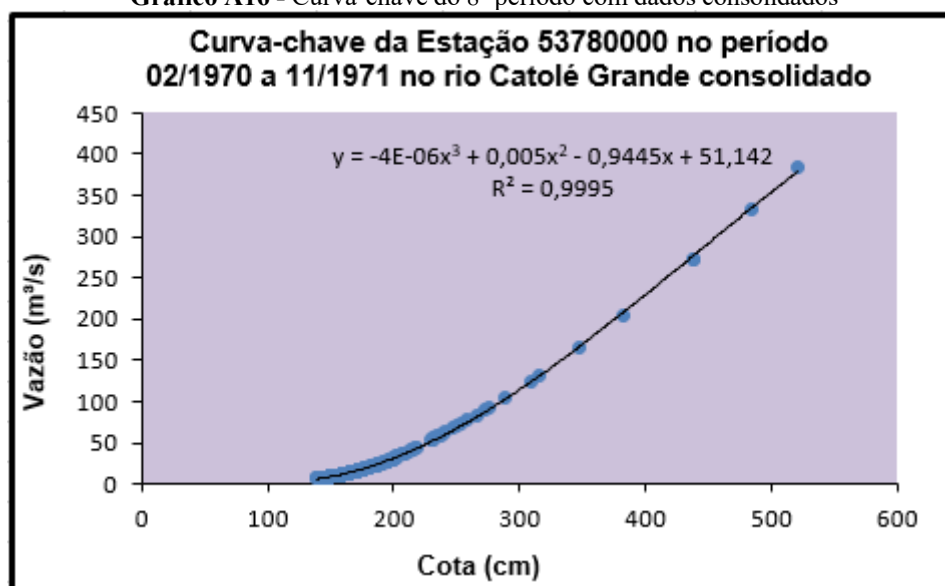
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A15 - Curva-chave do 8º período com dados não consolidados



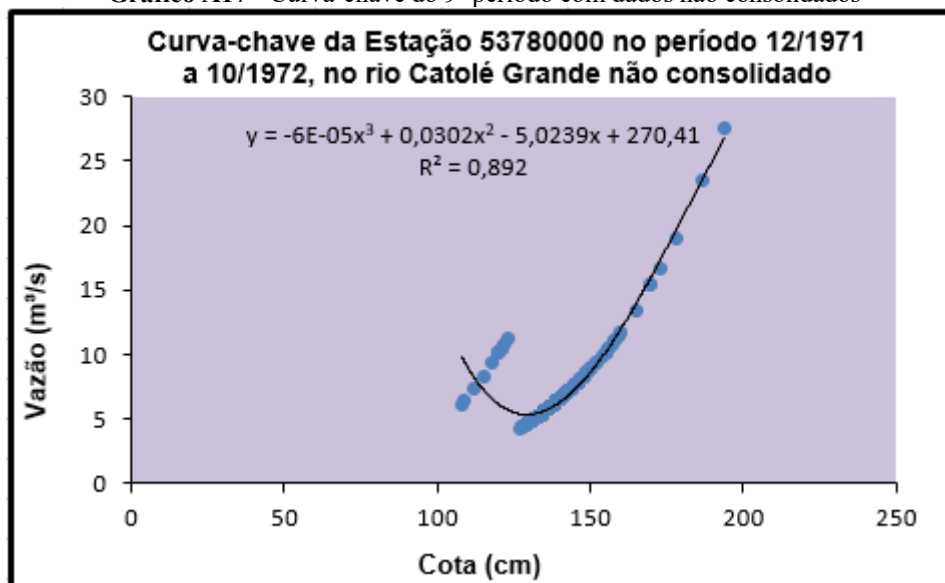
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A16 - Curva-chave do 8º período com dados consolidados



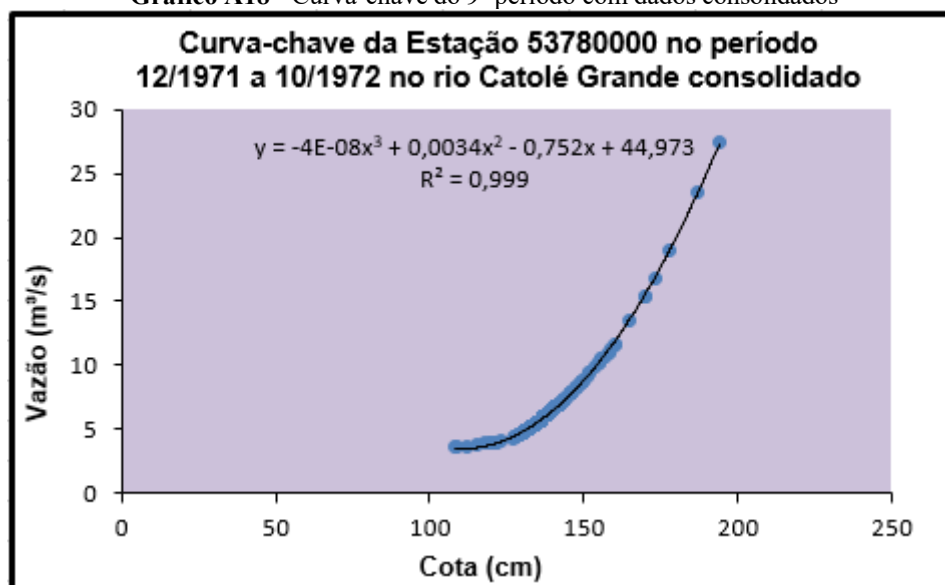
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A17 - Curva-chave do 9º período com dados não consolidados



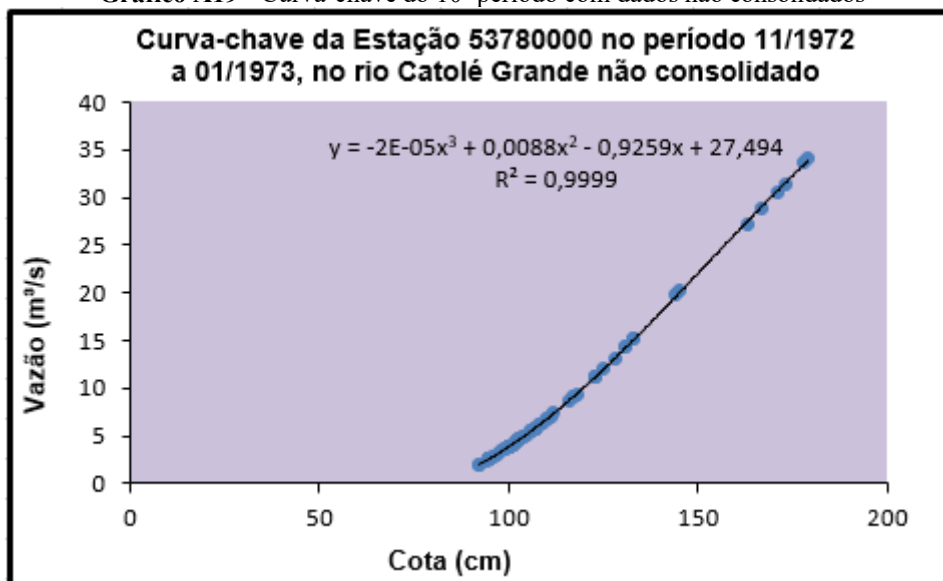
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A18 - Curva-chave do 9º período com dados consolidados



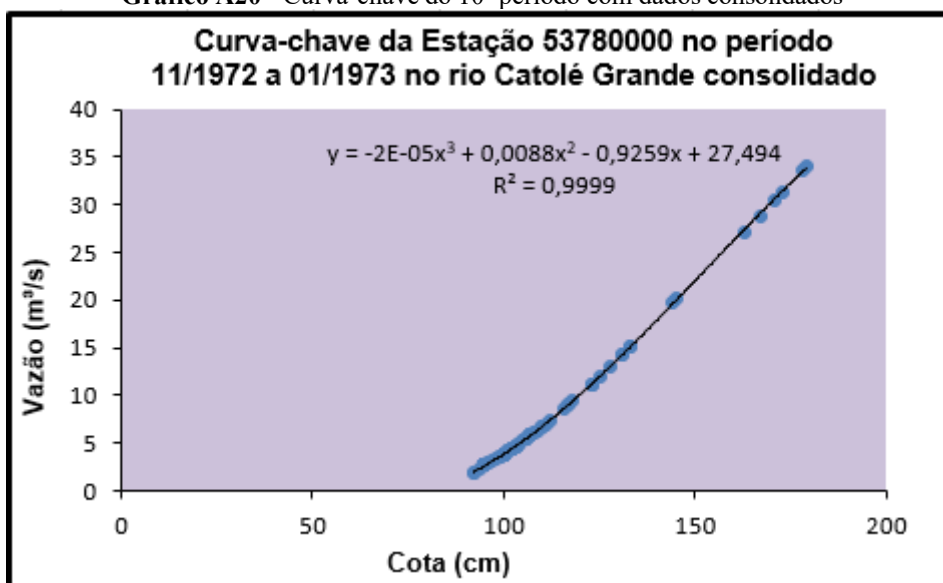
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A19 - Curva-chave do 10º período com dados não consolidados



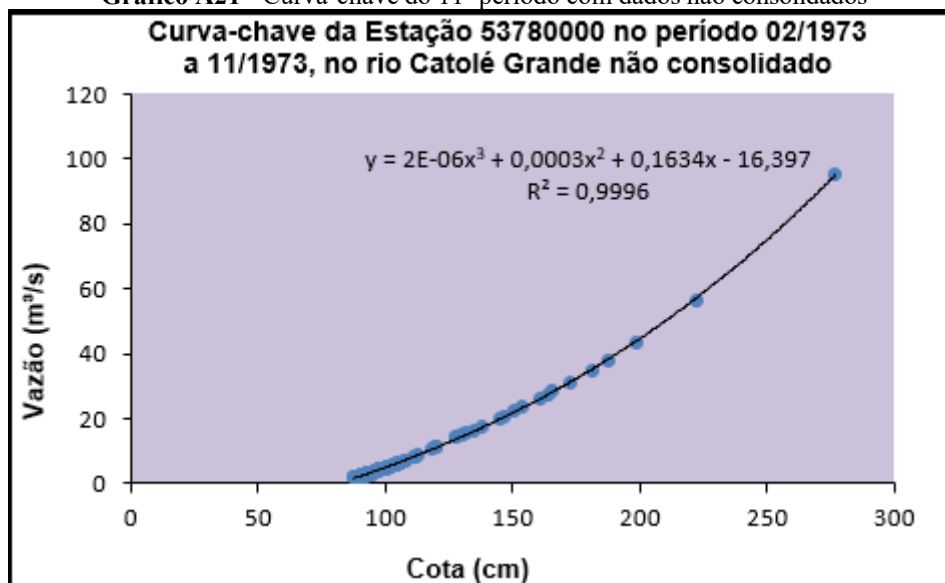
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A20 - Curva-chave do 10º período com dados consolidados



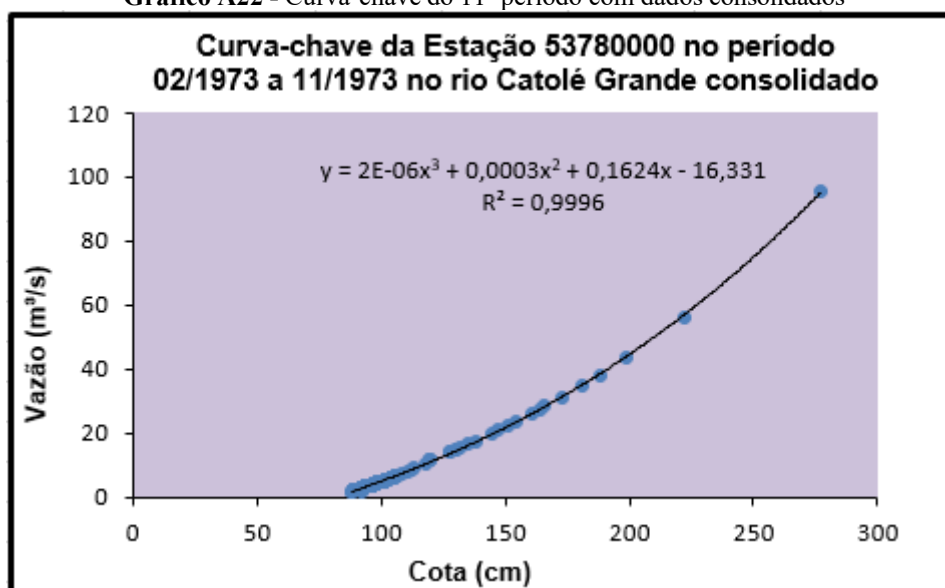
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A21 - Curva-chave do 11º período com dados não consolidados



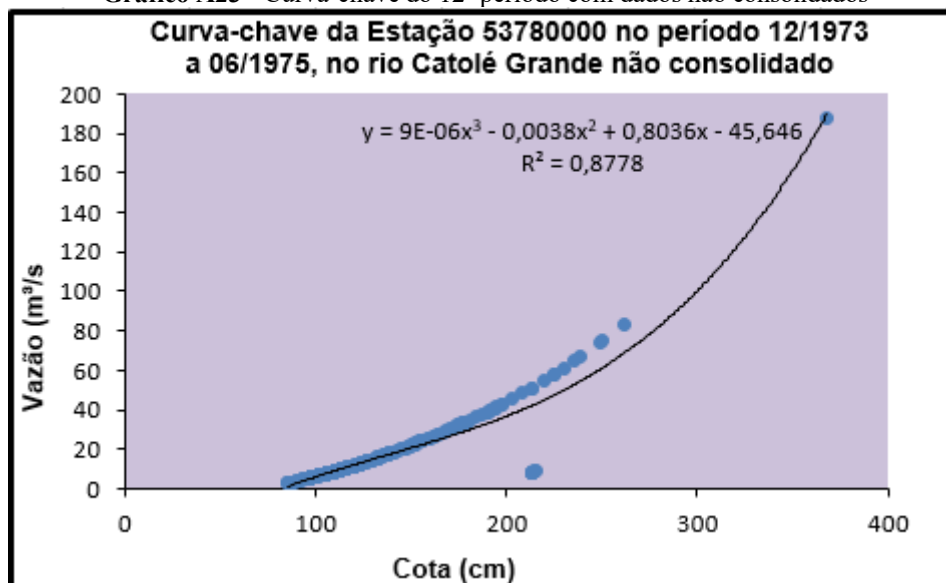
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A22 - Curva-chave do 11º período com dados consolidados



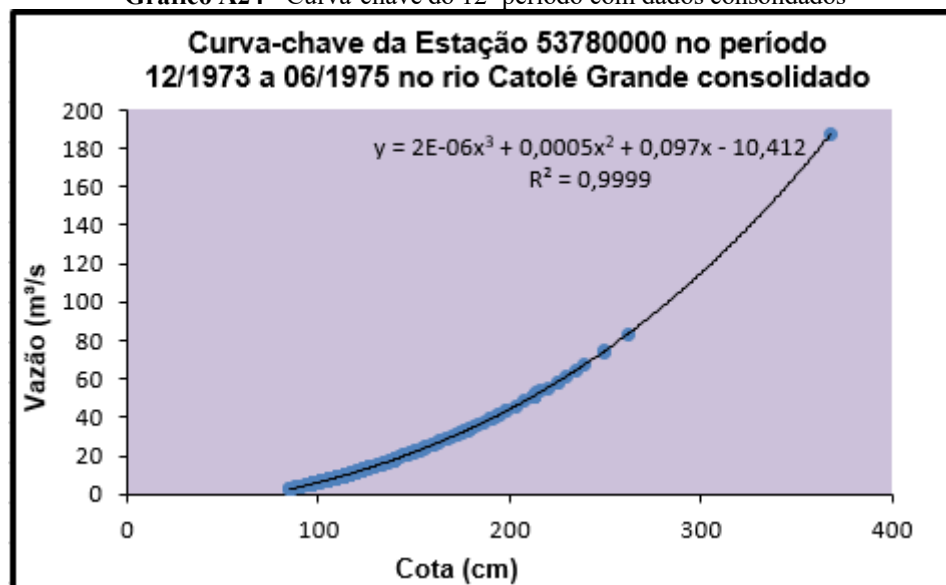
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A23 - Curva-chave do 12º período com dados não consolidados



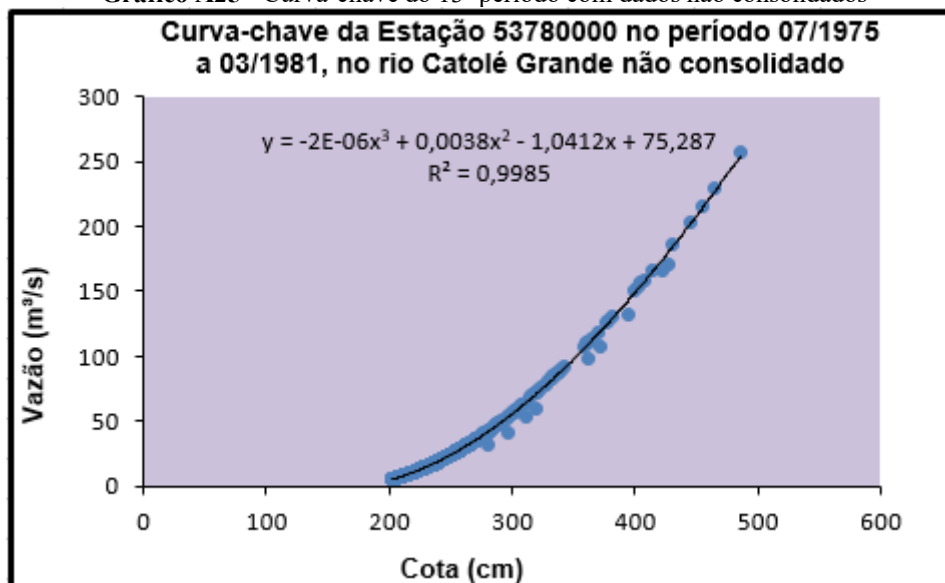
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A24 - Curva-chave do 12º período com dados consolidados



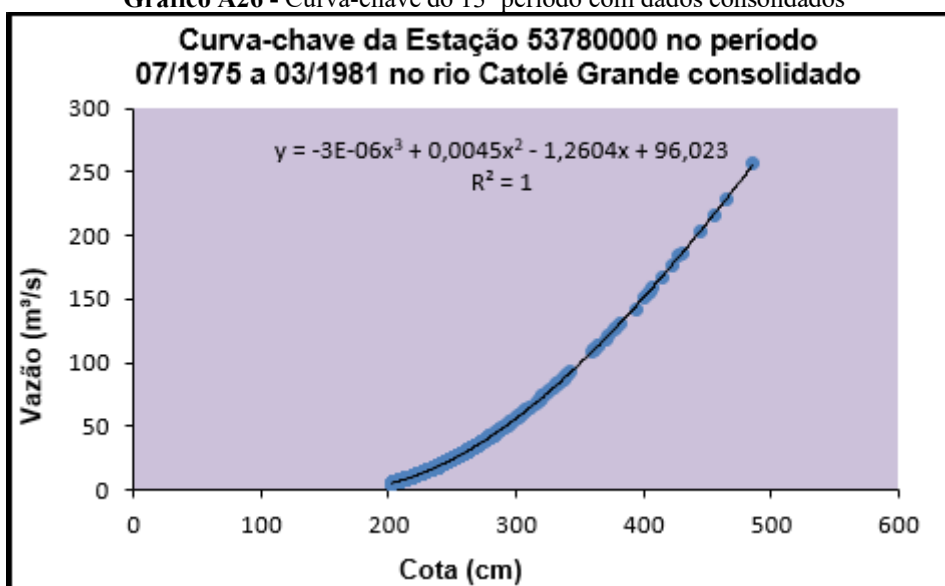
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A25 - Curva-chave do 13º período com dados não consolidados



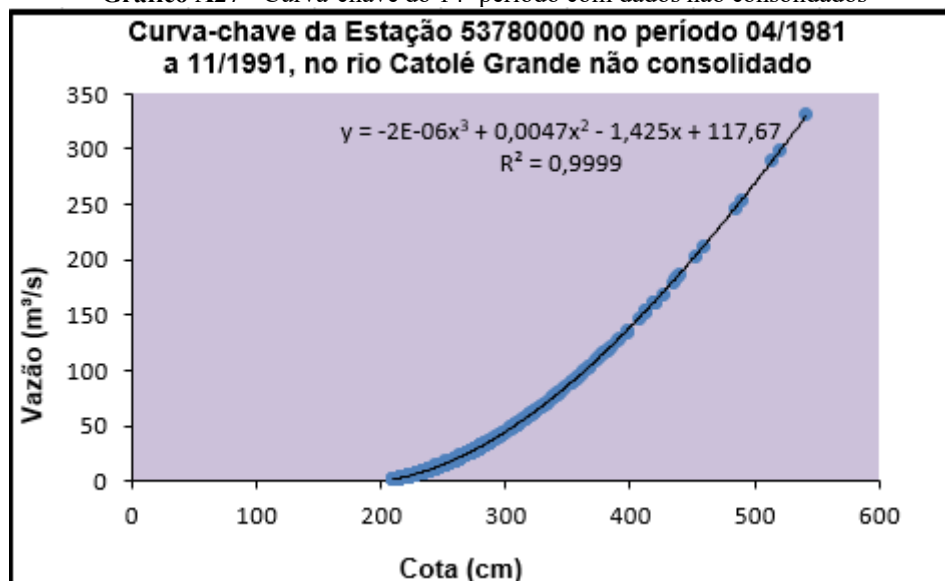
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A26 - Curva-chave do 13º período com dados consolidados



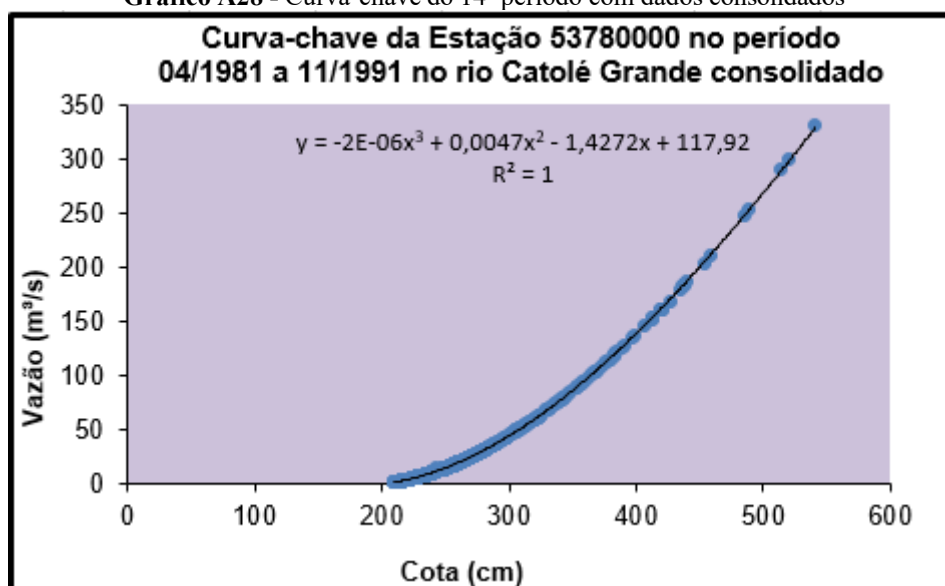
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A27 - Curva-chave do 14º período com dados não consolidados



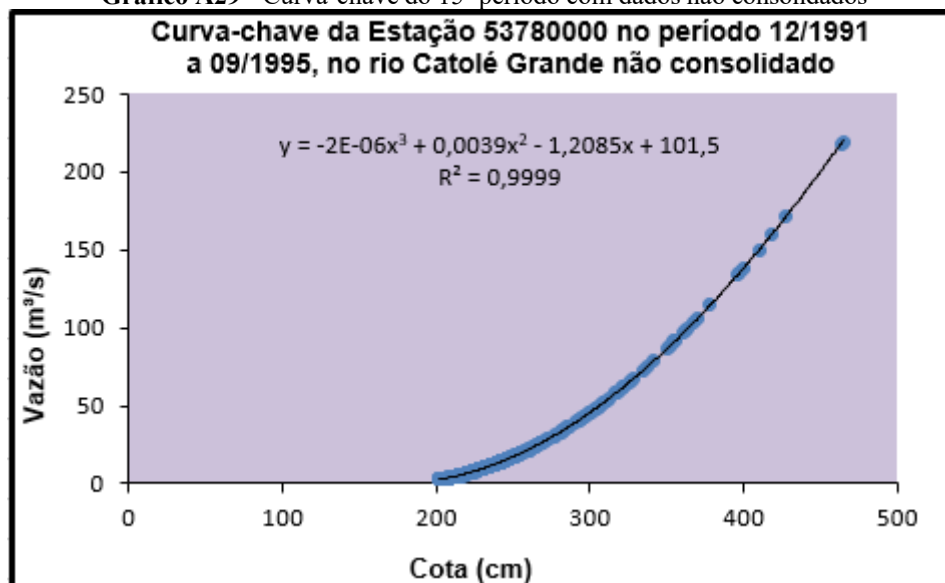
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A28 - Curva-chave do 14º período com dados consolidados



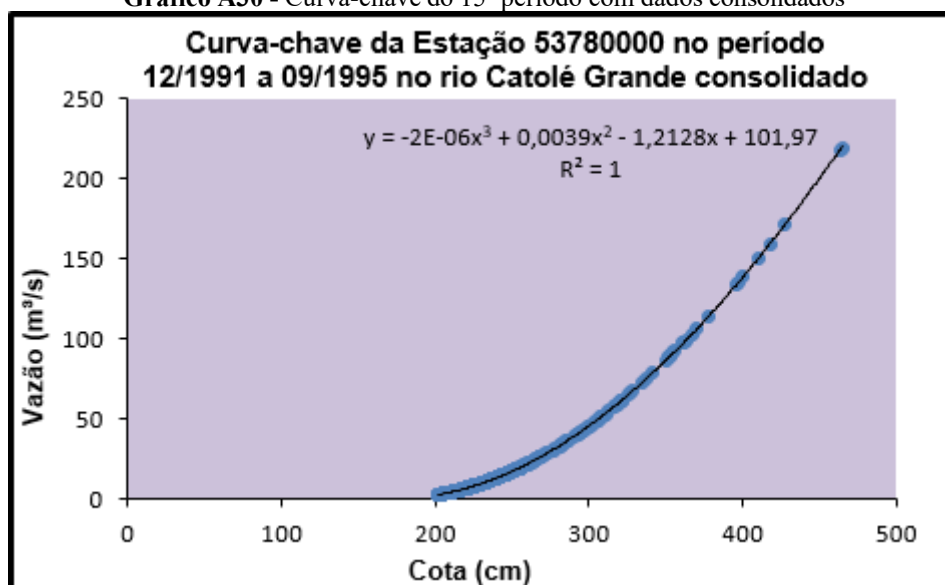
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A29 - Curva-chave do 15º período com dados não consolidados



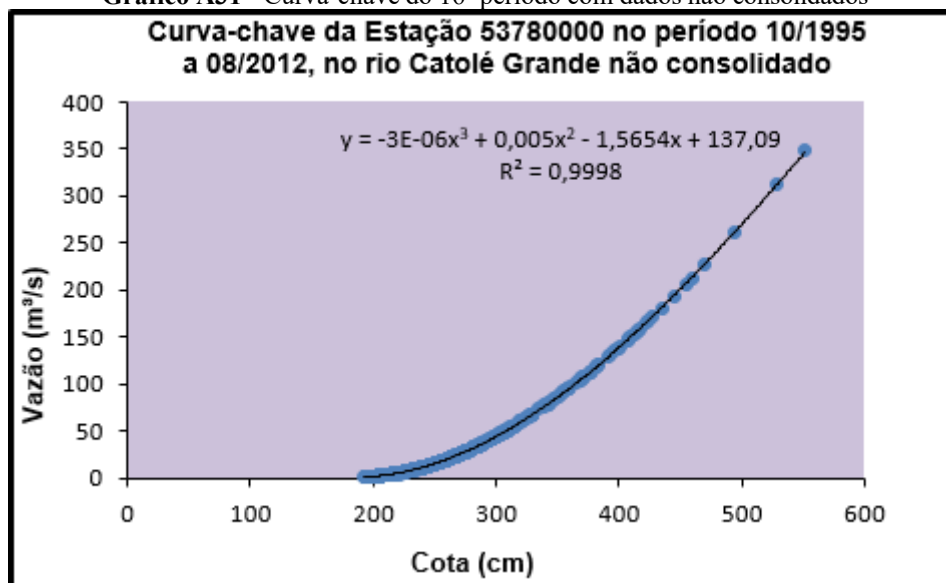
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A30 - Curva-chave do 15º período com dados consolidados



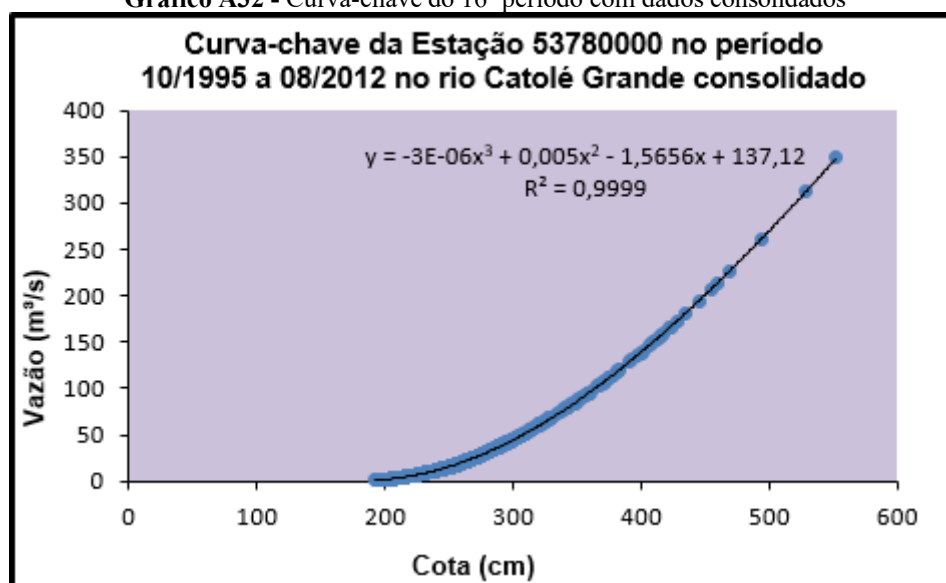
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A31 - Curva-chave do 16º período com dados não consolidados



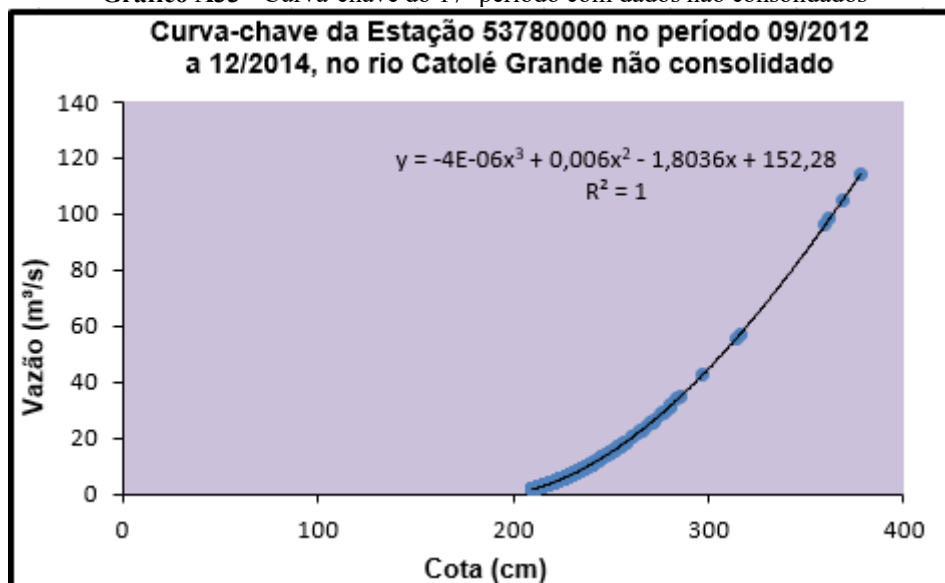
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A32 - Curva-chave do 16º período com dados consolidados



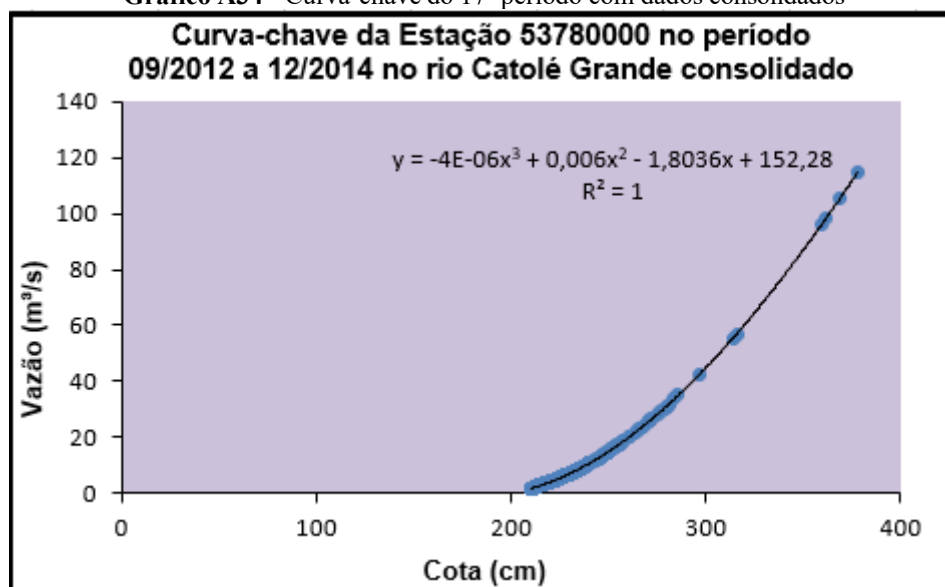
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A33 - Curva-chave do 17º período com dados não consolidados



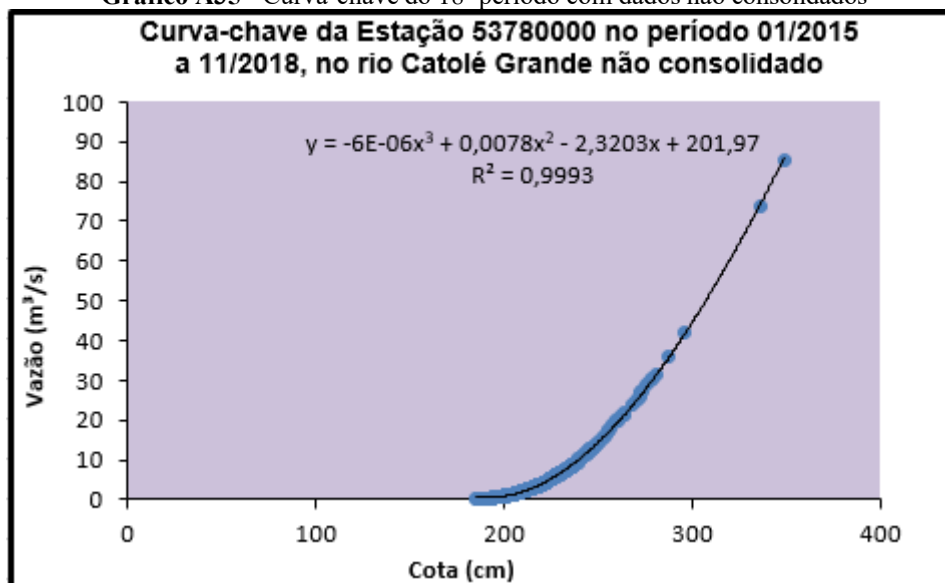
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A34 - Curva-chave do 17º período com dados consolidados



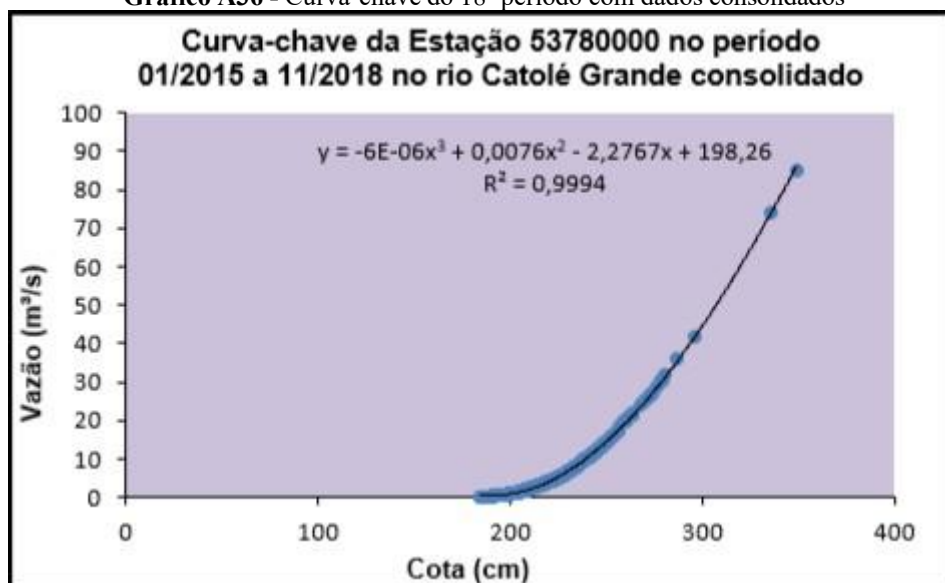
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A35 - Curva-chave do 18º período com dados não consolidados



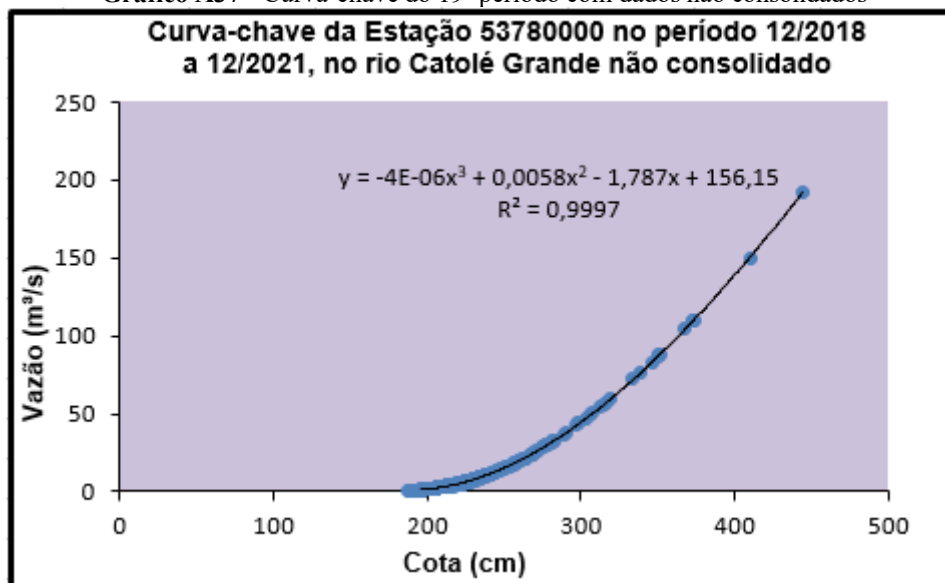
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A36 - Curva-chave do 18º período com dados consolidados



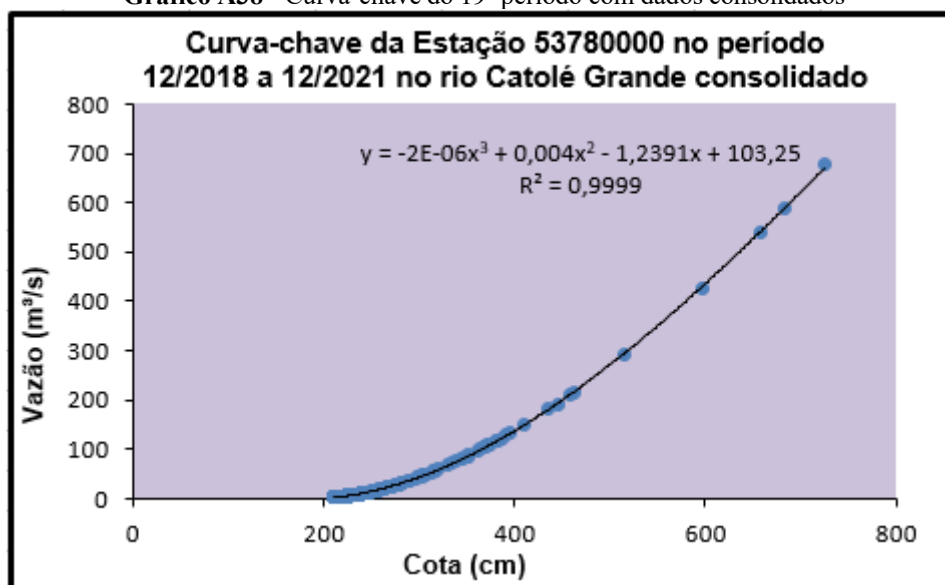
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A37 - Curva-chave do 19º período com dados não consolidados



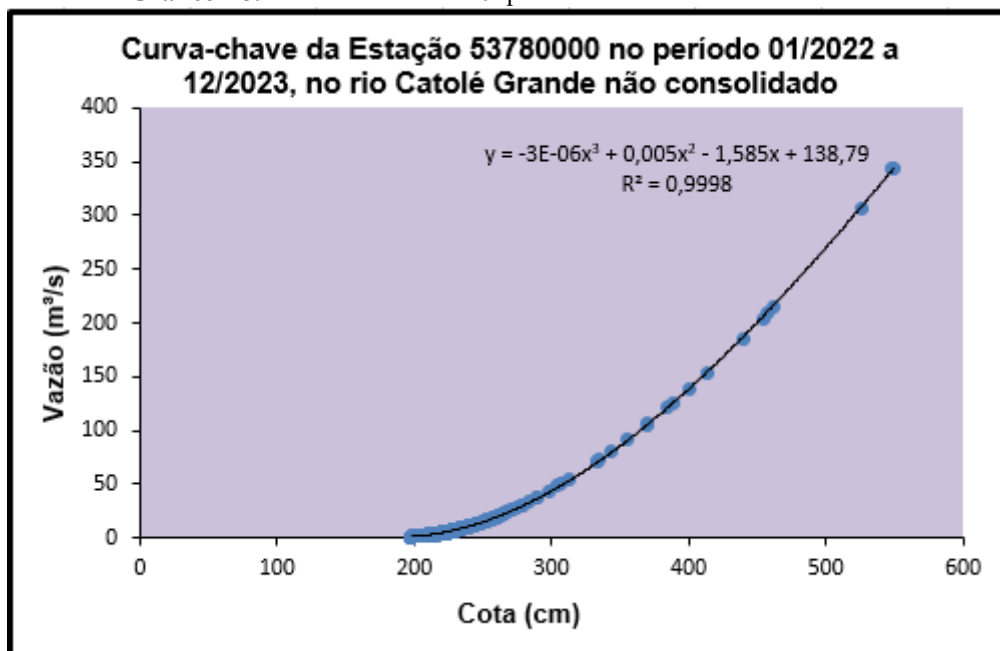
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A38 - Curva-chave do 19º período com dados consolidados



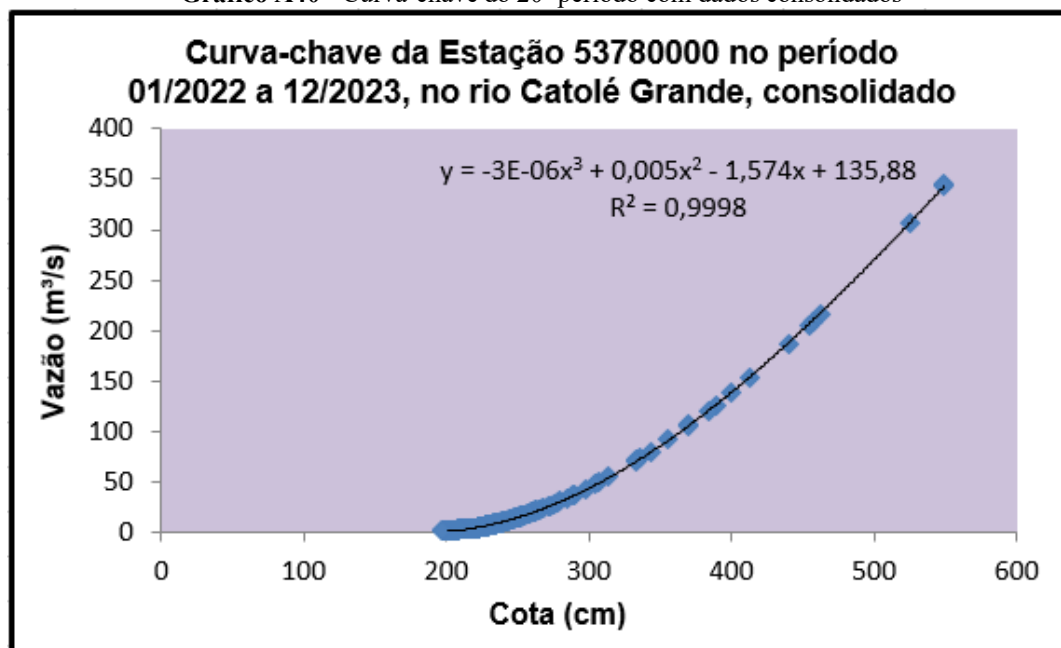
Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A39 - Curva-chave do 20º período com dados não consolidados



Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)

Gráfico A40 - Curva-chave do 20º período com dados consolidados



Fonte: BRASIL (2022). Elaborado por: Almeida, I. R (2023)