

## **ANÁLISE DA VARIAÇÃO DO FATOR HIDROLÓGICO NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CATOLÉ GRANDE-BA.**

Iêza Reis Almeida<sup>1</sup>  
Antonio Puentes Torres<sup>2</sup>  
Mário Jorge de Souza Gonçalves<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Membro do Observatório das Águas da Bahia (OBA-BA), Graduanda em Geografia pela Universidade da Bahia, e-mail: [iezareis@hotmail.com](mailto:iezareis@hotmail.com) ;

<sup>2</sup> Professor, Doutor em Hidrologia Florestal, e-mail: [antoniopuentes@hotmail.com](mailto:antoniopuentes@hotmail.com). Departamento de Geografia/ IGEO/UFBA. Membro do Núcleo de Estudos Hidrogeológicos do Meio Ambiente (NEHMA). Coordenador do Observatório das Águas da Bahia (OBA-BA).

<sup>3</sup> Geólogo, PhD, Especialista em Meio Ambiente e Recursos Hídricos no Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos–INEMA, e-mail: [mariotaboca@gmail.com](mailto:mariotaboca@gmail.com). Universidade Federal da Bahia–UFBA: Grupo de Pesquisa OBA-BA e Grupo de Pesquisa NEHMA. Universidade Estadual de Feira de Santana–UEFS: Grupo de Pesquisa GEOLANDS e Laboratório GEOTRÓPICOS.

### **RESUMO**

Este artigo tem por objetivo observar o desempenho das águas da sub-bacia do Catolé Grande, através da análise do fator hidrológico e do detalhamento do fator hidrológico, considerando a construção e operação das barragens Água Fria I (1969), Água Fria II (1984) e Serra Preta (2010). Constatou-se que após a construção das barragens se observou um impacto negativo nas vazões da sub-bacia, principalmente a partir da construção da segunda barragem, Água Fria II, onde as vazões começaram a reduzir drasticamente, tendo valor ainda mais negativo após a inserção da barragem de Serra Preta.

**PALAVRAS-CHAVES:** Fator hidrológico; Hidrologia aplicada experimental (HAE); Barragens

### **ANALYSIS OF THE VARIATION OF THE HYDROLOGICAL FACTOR IN THE RIVER CATOLÉ GRANDE-BA HYDROGRAPHIC SUB-BASIN.**

#### **ABSTRACT**

This article aims to observe the performance of the waters of the Catolé Grande sub-basin, through the analysis of the hydrological factor and the detailing of the hydrological factor, considering the construction and operation of the dams Água Fria I (1969), Água Fria II (1984) and Serra Preta (2010). It was found that after the construction of the dams a negative impact was observed on the flows of the sub-basin, especially after the construction of the second dam, Água Fria II, where the flows began to reduce dramatically, with an even more negative value after the insertion of the Serra Preta dam.

**KEYWORDS:** Hydrologic factor; Experimental Applied Hydrology (HAE); Dams

## 1 - INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural fundamental à vida, desenvolvimento econômico e ao bem-estar social, possuindo uma infinidade de usos, dos mais simples aos mais complexos. (NETO, 2006). Por isso, sua conservação é fundamental para garantia da vida, pois “apesar de mais de 70% da superfície da Terra ser coberta por água, menos de 1% é própria para consumo.” (DIA..., 2023). Nesse intuito, se torna relevante o manejo e a preservação das bacias hidrográficas. De acordo com Lima e Zakia (2004) as bacias hidrográficas são sistemas abertos que recebem energia através dos agentes climáticos e perdem energia através do escoamento. Dessa forma, qualquer alteração no recolhimento e na liberação dessa energia, resultará em mudanças, que podem ser benéficas ou maléficas para o meio ambiente. Assim, utilizando a metodologia Hidrologia Avançada Experimental (HAE), desenvolvida por Gonçalves (2021), se faz necessário a análise do fator hidrológico e seu detalhamento na sub-bacia do Catolé Grande, observando o impacto que as barragens inseridas causaram nessa sub-bacia, auxiliando a gestão dos recursos hídricos superficiais da bacia.

A sub-bacia do rio Catolé Grande abrange parte dos municípios de Vitória da Conquista, Planalto, Barra do Choça, Caatiba, Nova Canaã, Poções, Itambé e Itapetinga e possui coordenadas  $-14^{\circ}39'11''$  a  $-15^{\circ}22'6''$  latitude Sul e  $-40^{\circ}5'30''$  a  $-40^{\circ}51'45''$  longitude Oeste, conforme Figura 1.

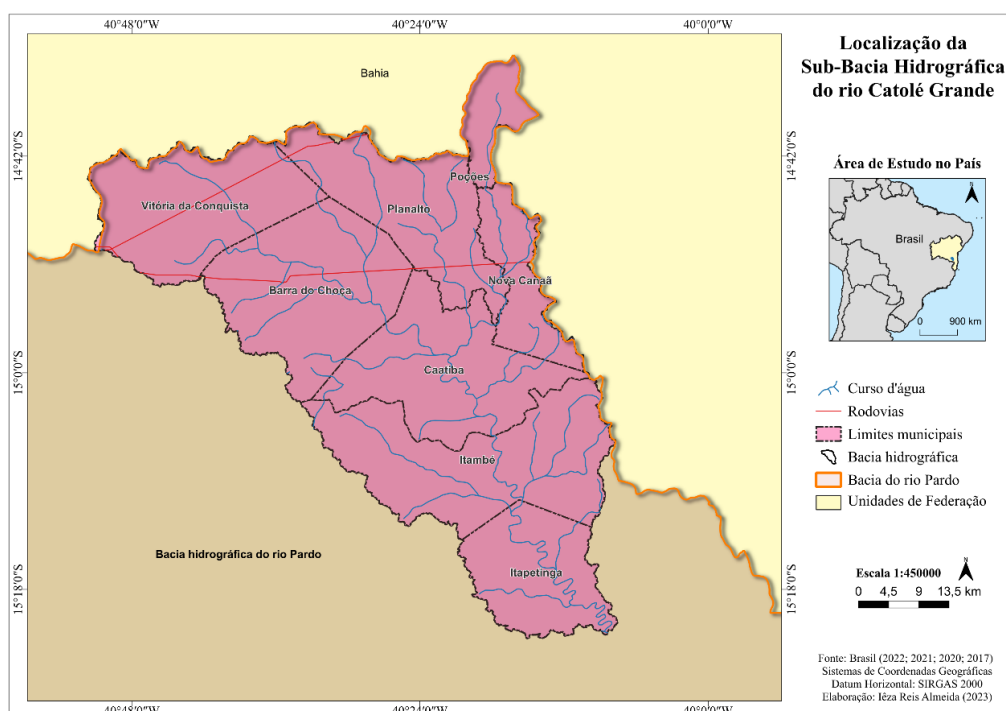


Figura 1: Localização da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Catolé Grande Fonte: Brasil (2022;2021;2020;2017). Produção própria dos autores.

Essa sub-bacia é um afluente do Rio Pardo e pertence a sua bacia hidrográfica. Sua área total compreende, aproximadamente, 3.101 km<sup>2</sup>, que são marcados por

variações quanto à climatologia, aspectos pedológicos e fitogeográficos. (LIMA, 2011, apud GOMES; SILVA, 2016, p. 2)

A bacia hidrográfica do Rio Pardo banha os estados de Minas Gerais e Bahia, tendo uma área total “de 31.543,16 km<sup>2</sup>, onde se distribuem 51 municípios com população estimada em 1.231.001 habitantes” (NASCIMENTO, 2021) possuindo coordenadas geográficas -14°33’42’’ a -16°03’31’’ latitude Sul e -39°00’00’’ a -42°47’38’’ longitude Oeste, de acordo com a Figura 2.

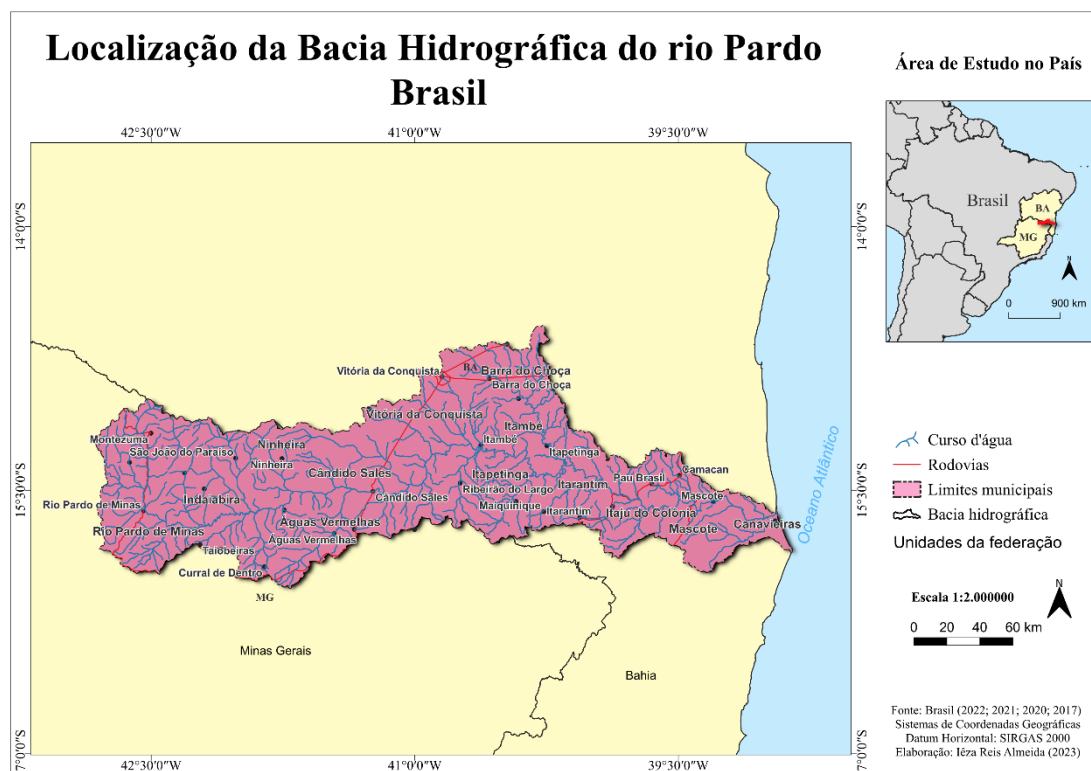


Figura 2: Localização da Bacia Hidrográfica do rio Pardo. Fonte: Brasil (2022;2021;2020;2017). Produção própria dos autores.

Entretanto, o foco desse trabalho se dará às análises dos fatores hidrológicos e seu detalhamento que ocorreram na SBHRCG no período de 1950 a 2021, na Estação pluviométrica “Vitória da Conquista” (código 1440001), situada no município de Vitória da Conquista, após a operação da barragem de Água Fria I, em 1969; Água Fria II, em 1984 e Serra Preta, em 2010, visando observar os impactos que essas barragens causaram na bacia.

## 2. MATERIAIS, MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS

metodologia teve como base a Hidrologia avançada Experimental (HAE), desenvolvida por GONÇALVES (2021). Primeiramente foram feitos os levantamentos de dados de vazão e precipitação, que foram obtidos através do banco de dados digital *Hidro Web*, pertencente a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Com

a aquisição de dados e seu envio para o programa Excel, da Microsoft, começou-se a utilizar a metodologia citada inicialmente. Para análise da hidrologia local, foi feita a retirada dos dados dispostos na série histórica de vazões, no período de 1950 a 2021 na Estação Fluviométrica Itapetinga, código 53780000, localizada no município de Itapetinga. Após a coleta de dados foi necessário fazer a ordenação dos dados em ordem crescente. Em seguida, foi feita a apuração da possível existência de lacunas, onde realizou-se o preenchimento utilizando os métodos de média aritmética e progressão aritmética (P.A.). Feito isso, fez-se a seleção dos dados e a confecção dos gráficos, no qual é válido ressaltar que os quadros e gráficos produzidos para análise das vazões hidrológicas correspondem a: classificação das vazões máximas, mínimas e médias anuais, cálculo do Fator Hidrológico e detalhamento do Fator Hidrológico. Para as vazões máximas observa-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 é 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, obtêm-se todas as médias mensais e faz a divisão pelo número de dados do período. Após isso, pode-se calcular o Fator Hidrológico e seu detalhamento, gerando os respectivos gráficos. Para o gráfico de Fator Hidrológico têm-se anos deficitários, normais e excedentes; no detalhamento do Fator Hidrológico têm-se anos deficitários, normais, normais excedentes e excedentes. Na construção do gráfico de Fator Hidrológico será atribuído o valor 0 para as vazões que estejam abaixo das médias máximas ou mínimas do período que estiver sendo analisado; o valor 1 será atribuído a vazões máximas ou mínimas que estejam acima da média e o valor 2 será para valores extremos, que também estejam acima da média. As regras para cálculo do Fator Hidrológico podem ser vistas no Quadro 1, onde têm-se valor 0 para os anos deficitários, valor 1 para anos normais e valor 2 para anos excedentes.

Quadro 1- Resumo do Fator Hidrológico. Fonte: Gonçalves (2021).

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		

As regras para o detalhamento do Fator Hidrológico também podem ser vistas no Quadro 2, 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.

Quadro 2- Resumo do Detalhamento do Fator Hidrológico. Fonte: Gonçalves (2021).

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			

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisando o gráfico de Fator Hidrológico, que consta na Figura 3, é visto que as predominâncias são de 32 anos hidrológicos normais, cujo indicador é o número 1. Também é visto que após a inserção da barragem de Água Fria I, em 1969, os anos deficitários que outrora eram cinco, foram reduzidos para dois. Todavia, os anos excedentes que anteriormente eram seis anos hidrológicos, após a barragem diminuíram para cinco. Os anos normais após a inserção da barragem se mantiveram iguais a anteriormente, com oito anos hidrológicos. Também é perceptível que após a integração da barragem de Água Fria II, em 1984, os anos excedentes reduziram para dois anos hidrológicos, tendo um aumento nos anos normais, com quinze, e dos anos deficitários, com nove. Porém, após a inclusão da barragem Serra Preta, em 2010, passa-se a predominar os anos deficitários, com onze. Os anos normais tiveram uma redução drástica de oito para um ano e os anos excedentes reduziram de dois para zero.

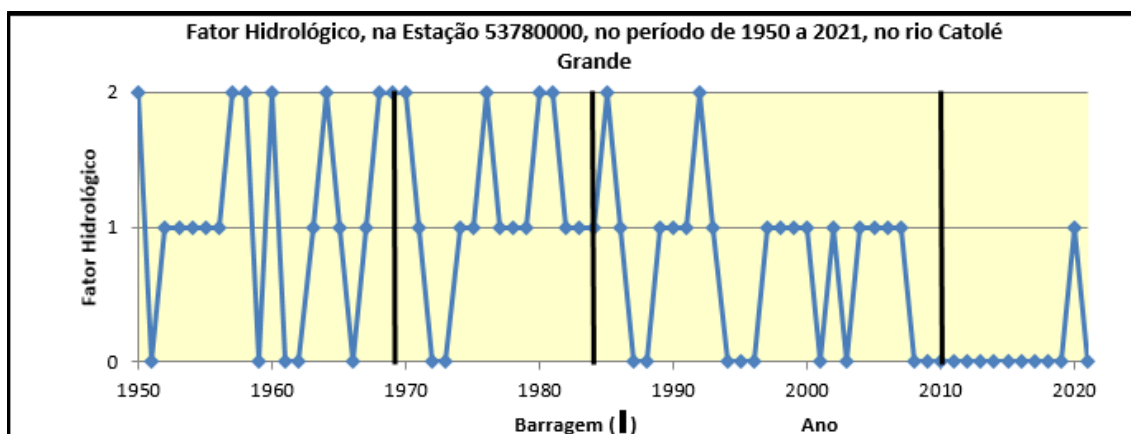


Figura 3: Fator hidrológico, na Estação 53780000, no período de 1950 a 2021, no rio Catolé Grande. Fonte: BRASIL (2023). Produção própria dos autores.

Fazendo a distribuição dos anos hidrológicos através da porcentagem, é notório que durante os 72 anos de estudo (1950 a 2021), a predominância se dá pelos anos

normais, com 44%; os anos deficitários apresentam 38% e os excedentes 18%, conforme Figura 4.

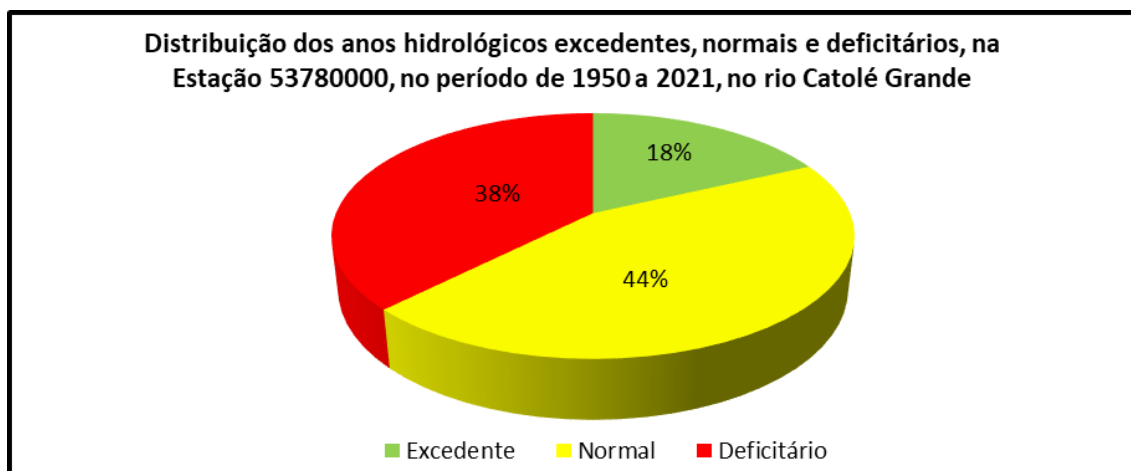


Figura 4: Distribuição dos anos hidrológicos excedentes, normais e deficitários, na Estação 53780000, no período de 1950 a 2021, no rio Catolé Grande. Fonte: BRASIL (2023). Produção própria dos autores.

Antes da inserção da barragem de Água Fria I no rio Catolé Grande, nota-se através da Figura 5 que havia uma predominância de anos normais com 42%, anos excedentes com 32% e anos deficitários com 26%.

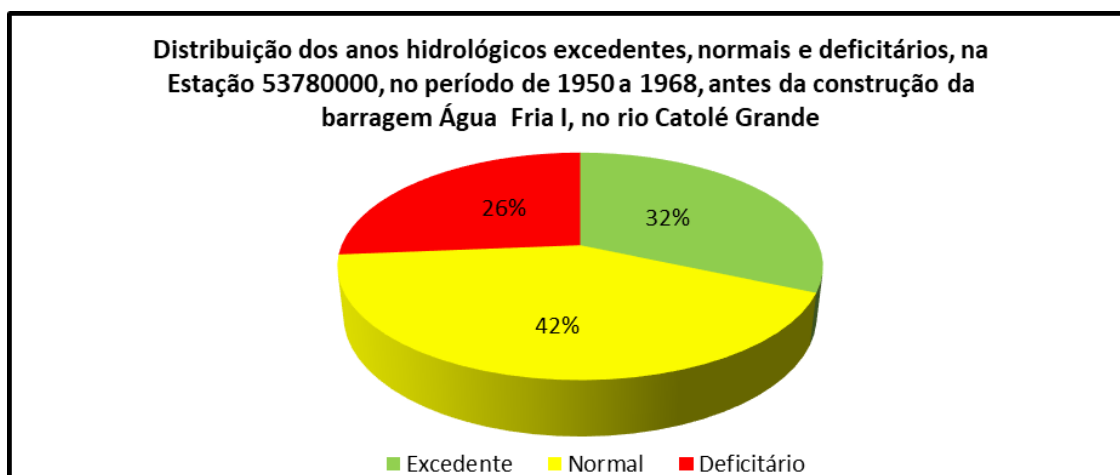


Figura 5: Distribuição dos anos hidrológicos excedentes, normais e deficitários, na Estação 53780000, no período de 1950 a 1968, antes da construção da barragem Água Fria I, no rio Catolé Grande. Fonte: BRASIL (2023). Produção própria dos autores.

Após a inserção da barragem de Água Fria I, em 1969, na Figura 6 vê-se que os anos normais aumentaram, apresentando com 53%; os anos excedentes também

aumentaram, apresentando 34%. Todavia, os anos deficitários apresentaram uma queda de 50% em relação ao gráfico anterior, apresentando 13%.

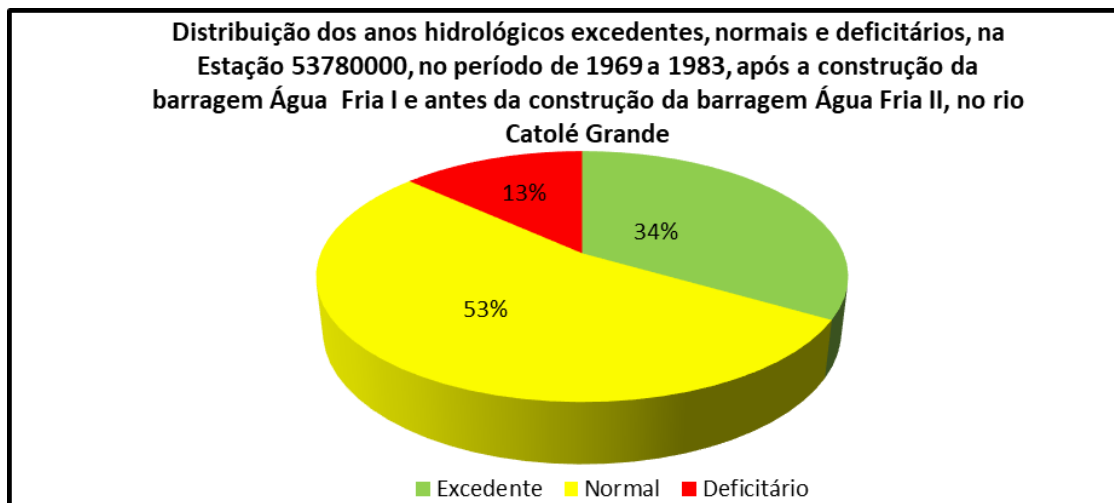


Figura 6: Distribuição dos anos hidrológicos excedentes, normais e deficitários, na Estação 53780000, no período de 1969 a 1983, após a construção da barragem Água Fria I e antes da construção da barragem Água Fria II, no rio Catolé Grande. Fonte: BRASIL (2023). Produção própria dos autores.

Após a integração da barragem de Água Fria II, em 1984, observa-se que os anos normais continuaram a aumentar, apresentando 58%, um acréscimo de 9,4% em relação ao gráfico anterior. Todavia, os anos excedentes tiveram uma queda brusca de 76,5%, apresentando 8% e os anos deficitários passaram de 13% para 34%, um aumento de 161,5%, conforme Figura 7.

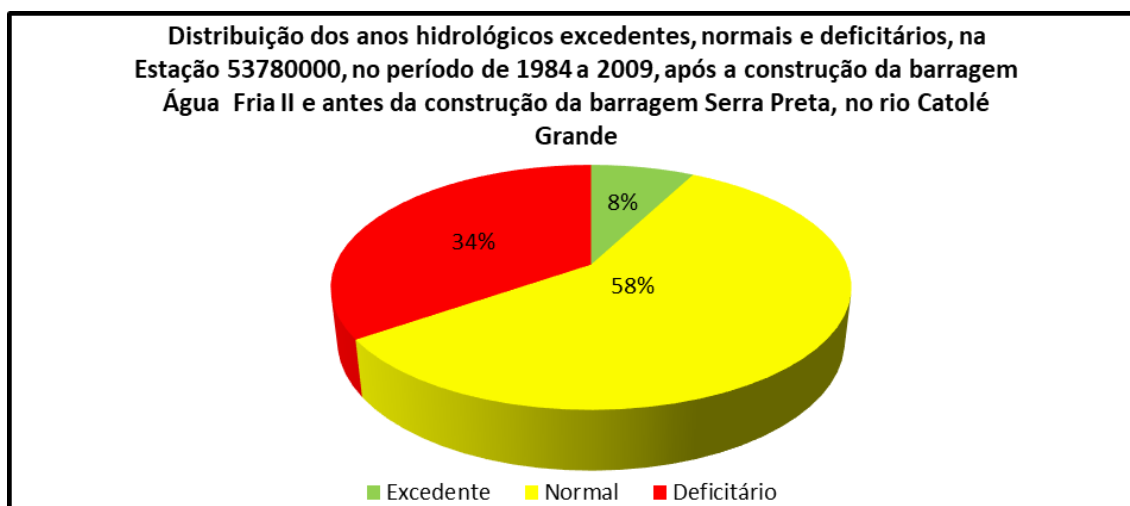


Figura 7: Distribuição dos anos hidrológicos excedentes, normais e deficitários, na Estação 53780000, no período de 1984 a 2009, após a construção da barragem Água Fria II e antes da construção da barragem Serra Preta, no rio Catolé Grande. Fonte: BRASIL (2023). Produção própria dos autores.

Após a inserção da barragem Serra Preta, os anos excedentes tiveram uma redução de 100% e desapareceram, apresentando a predominância dos anos deficitários com 92%,

representando um aumento de 170,6%, enquanto os anos normais tiveram uma queda de 86,2% em relação ao período anterior, ficando com 8% (Figura 8).

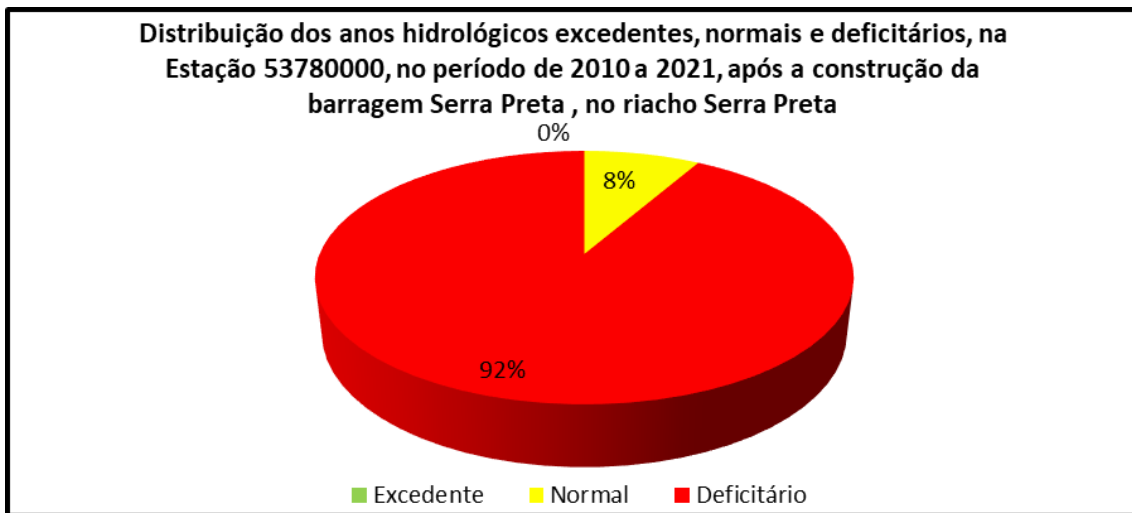


Figura 8: Distribuição dos anos hidrológicos excedentes, normais e deficitários, na Estação 53780000, no período de 2010 a 2021, após a construção da barragem Serra Preta, no riacho Serra Preta. Fonte: BRASIL (2023). Produção própria dos autores.

O detalhamento do Fator Hidrológico, através da Figura 9, mostra que a predominância se deu pelos anos deficitários, apresentando 27 anos hidrológicos; os anos normais deficitários e normais excedentes se igualaram, apresentando ambos 16 anos hidrológicos, todavia os anos excedentes apresentaram somente 13 anos hidrológicos.

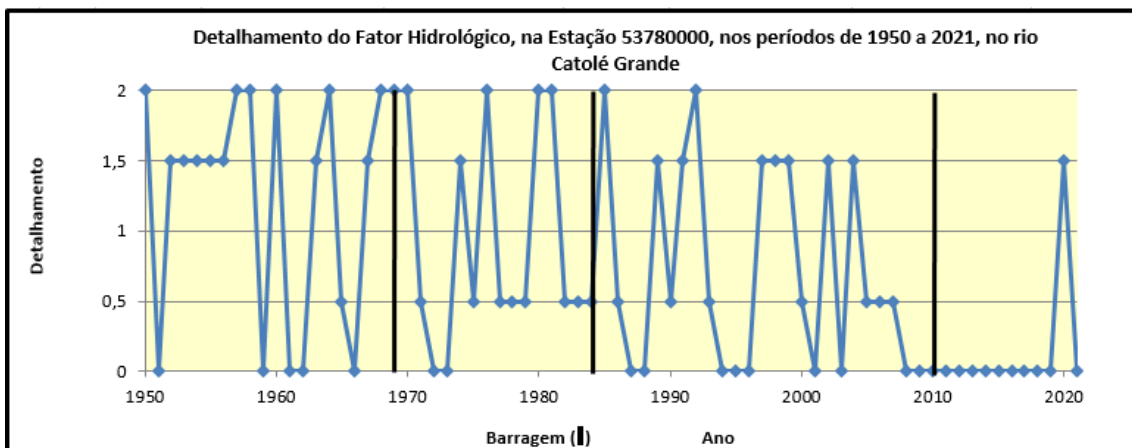


Figura 9: Detalhamento do Fator hidrológico, na Estação 5378000, no período de 1950 a 2021, no rio Catolé Grande. Fonte: BRASIL (2023). Produção própria dos autores.

Observando a distribuição Hidrológica através da porcentagem, é notório que entre os anos de 1950 à 2021 o que predominou foram os anos deficitários, com 38%; os anos normais e deficitários apresentaram 22% e os anos excedentes apresentaram 18%, conforme a Figura 10.



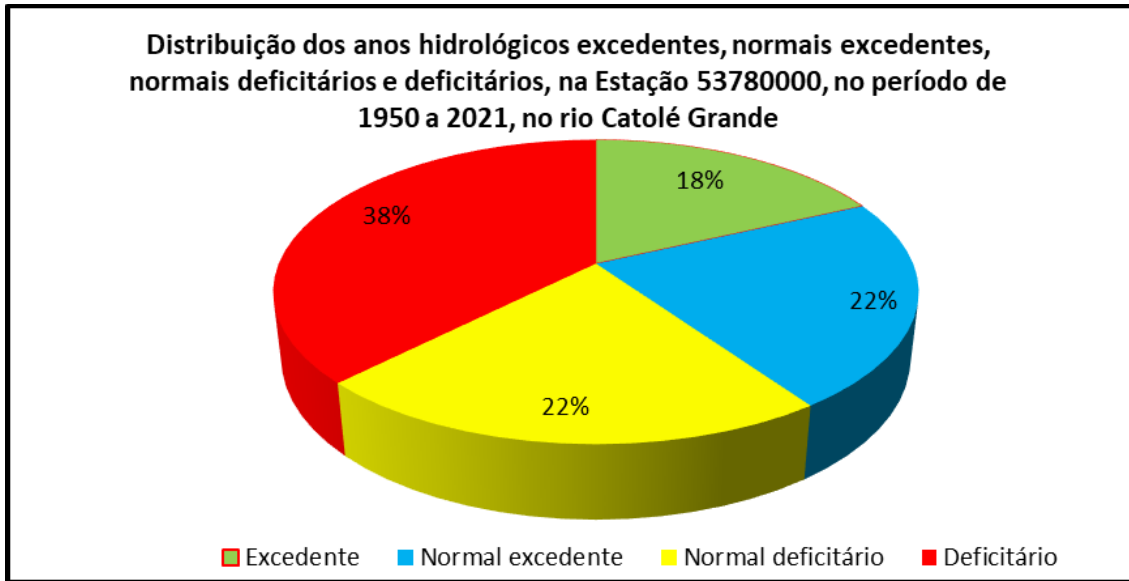


Figura 10: Distribuição dos anos hidrológicos excedentes, normais excedentes, normais deficitários e deficitários, na Estação 53780000, no período de 1950 a 2021, no rio Catolé Grande. Fonte: BRASIL (2023). Produção própria dos autores.

Também é perceptível que antes da integração da barragem de Água Fria I, em 1969, os anos normais excedentes lideravam com 37%, vindo logo após os anos excedentes com 32%; os anos normais deficitários apresentaram apenas 5%, todavia os anos deficitários apresentaram 26%, segundo a Figura 11.

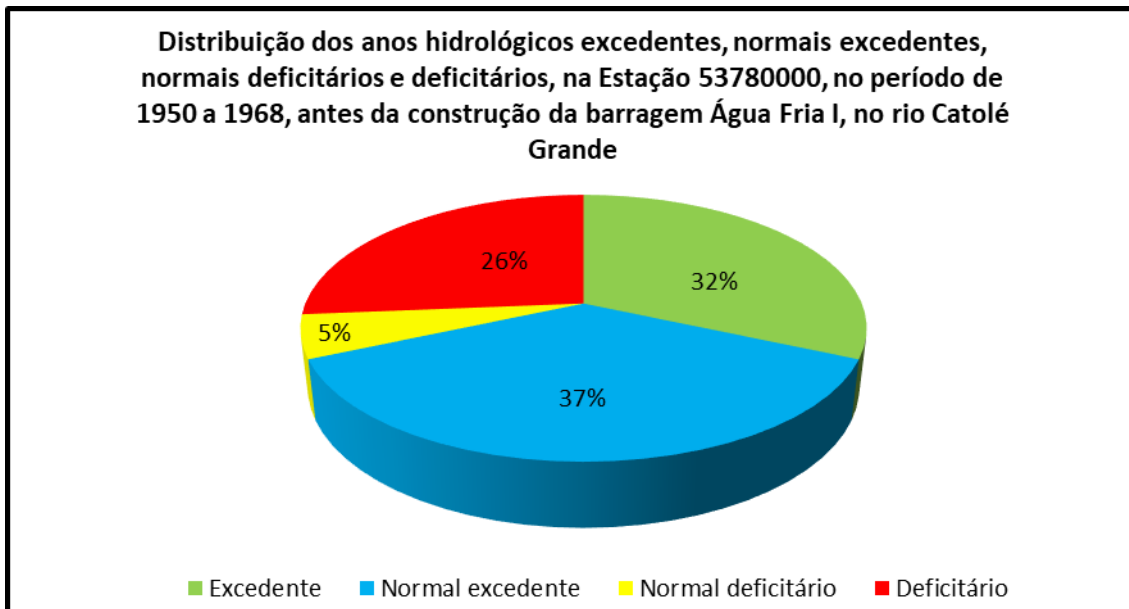


Figura 11: Distribuição dos anos hidrológicos excedentes, normais excedentes, normais deficitários e deficitários, na Estação 53780000, no período de 1950 a 1968, antes da construção da barragem Água Fria I, no rio Catolé Grande. Fonte: BRASIL (2023). Produção própria dos autores.

Após a inclusão da barragem de Água Fria I os anos normais deficitários que outrora apresentavam 5%, passam a apresentar 47%, um aumento de 840%; os anos excedentes crescem 3,1%, indicando 33%, todavia, os anos normais excedentes que anteriormente estava em seu apogeu, caiu para 7%, representando uma redução de 81,1% e os anos deficitários para 13%, representando uma redução de 50%. Isso pode ser observado na Figura 12.



Figura 12: Distribuição dos anos hidrológicos excedentes, normais excedentes, normais deficitários e deficitários, na Estação 53780000, no período de 1969 a 1983, após a construção da barragem de Água Fria I e antes da construção da barragem Água Fria II, no rio Catolé Grande. Fonte: BRASIL (2023). Produção própria dos autores.

Após a construção da barragem de Água Fria II as taxas hidrológicas voltam a mudar mais uma vez. Nesse momento os anos deficitários passam para o apogeu, indicando 34%, um aumento de 161,5%; atrás têm-se os anos deficitários com 31%, uma redução de 34%. E os anos excedentes com considerável redução, apresentando 8%, representando uma redução de 75,8%. Entretanto, em comparação ao gráfico anterior, os anos normais

excedentes tiveram um aumento de 285,7%, se apresentando com 27%, de acordo com a Figura 13.



Figura 13: Distribuição dos anos hidrológicos excedentes, normais excedentes, normais deficitários e deficitários, na Estação 53780000, no período de 1984 a 2009, após a construção da barragem de Água Fria II e antes da construção da barragem Serra Preta, no rio Catolé Grande. Fonte: BRASIL (2023). Produção própria dos autores.

Após a construção da barragem Serra Preta os anos hidrológicos excedentes e normais deficitários tiveram uma redução de 100%, onde é visto na Figura 14, enquanto os anos deficitários passaram a predominar com 92%, um aumento de 170,6%; os anos normais excedentes apresentaram 8%, uma redução de 29,6%.



Figura 14: Distribuição dos anos hidrológicos excedentes, normais excedentes, normais

deficitários e deficitários, na Estação 53780000, no período de 2010 a 2021, após a construção da barragem Serra Preta, no riacho Serra Preta. Fonte: BRASIL (2023). Produção própria dos autores.

#### 4- CONCLUSÕES

Diante das informações apresentadas acerca da sub-bacia hidrográfica do rio Catolé Grande, pode ser visto que os valores dos fatores hidrológicos sofreram alterações ao longo dos anos, principalmente após a integração das barragens de Água Fria I, Água Fria II e Serra Preta.

É possível observar que antes da inserção das três barragens na sub-bacia havia anos hidrológicos excedentes como se viu no fator hidrológico e seu detalhamento, com seis anos. Apesar de também notar que após a construção da barragem de Água Fria I ainda se tinha anos excedentes, já houve uma redução, apresentando 5 anos hidrológicos.

É importante salientar também que após a construção da barragem Água Fria II, em 1984, os anos excedentes desapareceram em 1992. A partir disso começa-se a aumento dos anos hidrológicos deficitários, tendo ainda mais agravante após inserção da barragem Serra Preta, em 2010, com anos deficitários chegando até o ano 2020. Em 2021 vê-se uma melhoria, que pode ser explicado pelas fortes chuvas que assolaram a Bahia naquele período. Assim, também pode-se afirmar que apesar das barragens trazerem impactos ambientais, sendo uma delas as diminuições das vazões dos mananciais a jusante, é necessário salientar que outros fatores podem ter influência sobre os anos hidrológicos, como as secas que assolaram a Bahia na década de 1950 e em 2015, e as fortes chuvas, em 2020.

#### REFERÊNCIAS

BRASIL (2022). **Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico -ANA**. Disponível em:<<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>>. Acesso em: 30 maio 2023.

BRASIL. **BC250 – Base Cartográfica Contínua do Brasil, 1:250.000 – 2021**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em:<<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=downloads>> Acesso em: 20 de maio de 2023.

BRASIL. **Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas**. Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico - ANA. 2017. Disponível em <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/0f57c8a0-6a0f-4283-8ce3-114ba904b9fe>>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

BRASIL. **Divisão Hidrográfica Nacional (DHN250)**. Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico - ANA. 2020. Disponível em <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/fb87343a-cc52-4a36-b6c5-1fe05f4fe98c>>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

BRASIL. **Sistema Nacional de Viação – SNV**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. 2022. Disponível em: <<http://servicos.dnit.gov.br/dnitcloud/index.php/s/oTpPRmYs5AAdiNr>> Acesso em: 20 de maio de 2023.

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. XIII 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: 1 jun. 2023.

GONÇALVES, M. J. de S., **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 UFBA. Submissão em 24 de agosto de 2015.

GONÇALVES, M. J. de S. **Gestão quantitativa das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu no estado da Bahia** – Brasil. 2014. 168 p. Tese (Doutoramento) - Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, 2014.

NASCIMENTO, Renan Loureiro Xavier. **Pardo**. CODEVASF, 24 jun. 2021. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/area-de-atuacao/bacia-hidrografica/pardo#:~:text=A%20bacia%20hidrogr%C3%A1fica%20do%20rio,Codevasf%20FIBGE%202020>. Acesso em: 1 jun. 2023.

WWF (2023). **DIA Mundial da Água: lembrete anual para a vida**. Disponível em: [https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/areas\\_prioritarias/pantanal/dia\\_da\\_agua/#:~:text=Isso%20porque%20apesar%20de%20mais,apenas%203%25%20s%C3%A3o%20%C3%A1gua%20doce](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/pantanal/dia_da_agua/#:~:text=Isso%20porque%20apesar%20de%20mais,apenas%203%25%20s%C3%A3o%20%C3%A1gua%20doce). Acesso em: 1 jun. 2023.