

ANÁLISE DA DINÂMICA DE ESTABILIDADE E VAZÕES MÁXIMAS, MÉDIAS E MÍNIMAS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE-BA

Cleysla de Oliveira Martins¹
Mário Jorge de Souza Gonçalves²
Antônio Puentes Torres³

¹ Membro do Observatório das Águas da Bahia (OBA-BA). Graduanda em Geografia pela Universidade da Bahia, e-mail: cleysla49@gmail.com.

² Geólogo, PhD, Especialista em Meio Ambiente e Recursos Hídricos no Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos–INEMA, e-mail: 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.

³ Professor, Doutor em Hidrologia Florestal, e-mail: 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).

RESUMO

Os estudos hidrológicos são essenciais para melhor uso dos recursos hídricos. Nessa perspectiva, este artigo analisa a dinâmica da estabilidade fluvial e vazões do rio Verde, curso de água principal da sub-bacia hidrográfica do rio Verde (SBHRV), tributária do rio São Francisco, buscando observar mudanças temporais e efeitos da barragem Manoel Novais (Mirorós) na dinâmica fluvial do rio. A metodologia Hidrologia Avançada Experimental (HAE), desenvolvida por Gonçalves (2021), foi utilizada para a avaliação quantitativa das águas, através de dados estatísticos hidrológicos do período de 06/1977 a 12/2021 da Estação fluviométrica 47249000, localizada em Itaguaçu da Bahia. Os gráficos possibilitaram observar variações na dinâmica da estabilidade fluvial, predominando momentos de erosão e assoreamento. Ademais, percebeu-se com a análise temporal significativa redução nas vazões, podendo ter como motivo o impacto da operação e construção da barragem Manoel Novais (Mirorós), bem como outros elementos antrópicos e naturais que constituem a SBHRV.

PALAVRAS-CHAVES: Hidrologia Avançada Experimental (HAE); Vazões; Dinâmica da estabilidade fluvial; Barragem.

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF STABILITY AND MAXIMUM, AVERAGE AND MINIMUM FLOWS OF THE RIVER VERDE-BA BASIN

ABSTRACT

Hydrological studies are essential for better use of water resources. From this perspective, this article analyzes the dynamics of fluvial stability and flows of the Verde river, the main watercourse of the Verde river sub-watershed (VRSBW), tributary of the São Francisco river, seeking to observe temporal changes and effects of the Manoel Novais dam (Mirorós) in the river's fluvial dynamics. The Experimental Advanced Hydrology (HAE) methodology, developed by Gonçalves (2021), was used for the quantitative assessment of the waters, through hydrological statistical data from the period from 06/1977 to 12/2021 from the fluviometric Station 47249000, located in Itaguaçu da Bahia. The graphics made it possible to observe variations in the dynamics of fluvial stability, with predominance of moments of erosion and siltation. Furthermore, with the temporal analysis, a significant reduction in flows was observed, which could be due to the impact

of the operation and construction of the Manoel Novais dam (Mirorós), as well as other anthropic and natural elements that constitute the SBHRV.

KEYWORDS: Experimental Applied Hydrology (EAH); Flow rates; Dynamics of fluvial stability; Dam.

1 – INTRODUÇÃO

O estudo da dinâmica das águas tem importância substancial visto que esse elemento desempenha funções vitais para o funcionamento do meio natural e social. Nesse sentido, a hidrologia é a ciência que tem como objeto de estudo a água, abrangendo, segundo Pinto, (1986, p. 1) “[...] em especial, propriedades, fenômenos e distribuição da água na atmosfera, na superfície da Terra e no subsolo”.

Tendo em vista esse papel essencial da água, o planejamento e a gestão dos recursos hídricos são ações desenvolvidas na busca pelo seu uso consciente, pautado na preservação dos corpos hídricos. Com esse fim foi criada a lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, conhecida como Lei das Águas e responsável por instituir a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (BRASIL, 1997). Um dos fundamentos dessa política é a bacia hidrográfica (BH) como unidade territorial para sua implementação, evidenciando a importância do recorte espacial da BH para pesquisar, planejar e gerenciar as águas e o território, haja vista que como unidade, é constituída por elementos naturais (clima, geomorfologia, solos, etc) em interação com os seres humanos.

Conforme Tucci, (1993, p. 40) “a bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório”. Assim, a BH é um sistema físico composto, dentre outros elementos, pela dinâmica de entradas e saídas da água através das precipitações e vazões, respectivamente. Partindo da metodologia desenvolvida por GONÇALVES (2021), nomeada Hidrologia Avançada Experimental (HAE), que “busca compreender a dinâmica de como as precipitações interferem nas vazões de uma bacia hidrográfica [...]” (GONÇALVES, 2021) esse estudo utilizou dados quantitativos hidrológicos registrados pela Estação fluviométrica 47249000, localizada no município de Itaguaçu da Bahia, nas coordenadas -10,9844°S e -42,3439°O e nomeada de Rio Verde II (ANA, 2022).

Uma sub-bacia hidrográfica se refere à extensão territorial da drenagem de um tributário do rio principal. Isso posto, o recorte espacial deste estudo é a sub-bacia hidrográfica do rio Verde (SBHRV), um tributário da margem direita do rio São Francisco situado na porção Centro-Norte do Estado da Bahia (Figura 1) entre as latitudes -10°17’32” a -12°5’4” e as longitudes -41°39’28” a -42°36’28,5”O, abrangendo uma área que corresponde a cerca de 11.105,9 km² (adaptado de SOARES et al., 2022). Na SBHRV se encontra a barragem de Manoel Novais (Mirorós), nas coordenadas -11°27’37,03”S e -42°20’38,62”O, cuja construção foi concluída no ano de 1983 (adaptado de ANA, 2016). A água desse barramento é utilizada principalmente para irrigação de lavouras, abastecimento humano e dessedentação animal (adaptado de ANA, 2016).

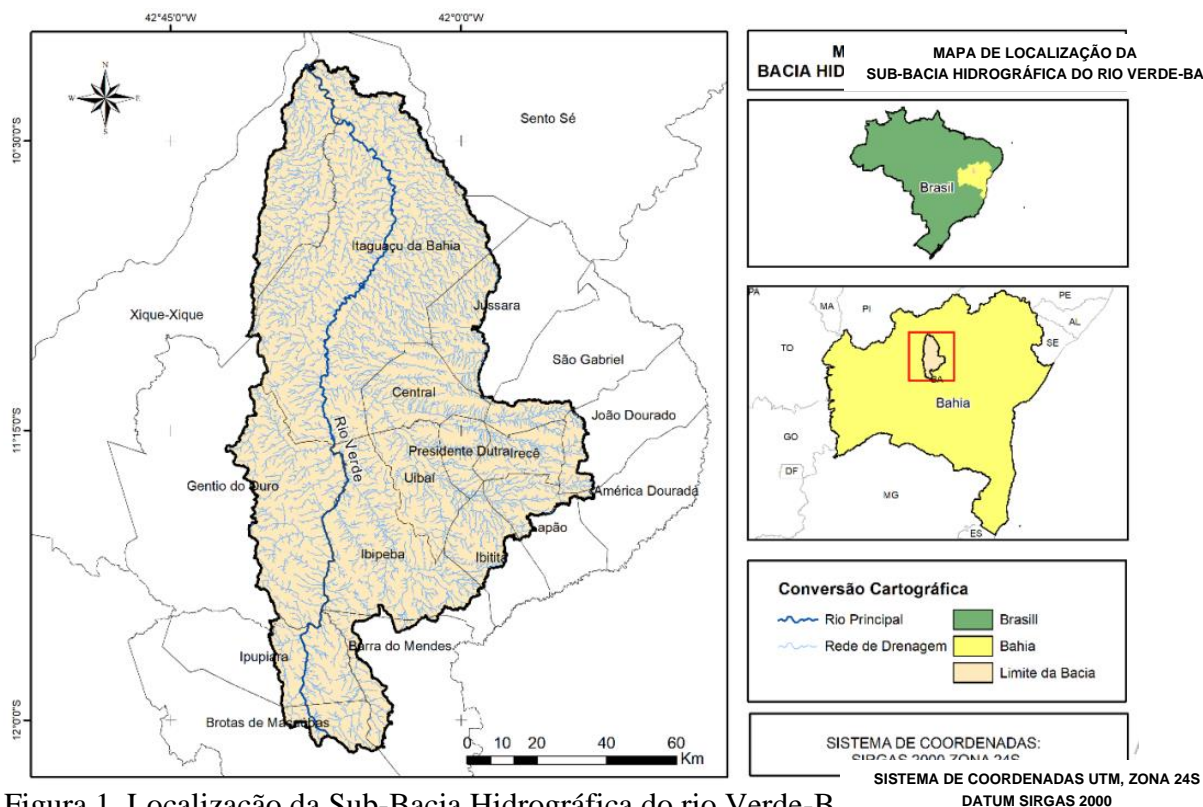


Figura 1. Localização da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Verde-B. SOARES et al., 2022.

O rio Verde, curso de água principal da SBHRV, tem sentido Sul-Norte, sua nascente se encontra em região serrana de altitude elevada da Chapada Diamantina e a desembocadura no rio São Francisco, na depressão Sanfranciscana. Consoante a classificação climática de Koppen, a SBHRV está inserida em uma região onde predomina o clima BSwH que, de acordo com a Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI, 2014), consiste em “clima quente de caatinga; chuvas de verão e período seco bem definido de inverno; temperatura média superior a 18°C; ausência de excedente hídrico”.

A característica de clima semiárido eleva a importância das águas da SBHRV em razão da constante presença de escassez hídrica na região e fortalece a relevância de estudos hidrológicos nesta área. Desse modo, o presente trabalho objetiva diagnosticar alguns aspectos da dinâmica fluvial do rio Verde, observando variações nos processos que ocorreram no rio ao longo do tempo e os efeitos provocados pelo barramento Manoel Novais, desejando auxiliar na disponibilização de informações que podem ser úteis para fins de planejamento e gestão das águas da SBHRV.

2 - MATERIAIS, MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS

A metodologia empregada neste estudo foi a Hidrologia Avançada Experimental (HAE), seu objetivo é efetuar o diagnóstico da bacia hidrográfica através da “avaliação quantitativa das águas superficiais e interface com as águas subterrâneas”

(GONÇALVES, 2021), constituindo-se como um recurso no estudo, planejamento e gestão dos recursos fluviais. Cabe ressaltar que essa metodologia também pode ser utilizada para o estudo de sub-bacias hidrográficas, visto que sua indicação é “usar um período amostral maior ou igual a 30 anos na análise” (GONÇALVES, 2014) para que a avaliação quantitativa tenha condições de avaliar mudanças ao longo do tempo. Sendo assim, objetivou-se diagnosticar a SBHRV através de dados quantitativos hidrológicos, buscando compreender como se manifesta a dinâmica fluvial superficial do rio Verde.

Inicialmente foi realizada a busca de uma estação fluviométrica no banco de dados digital do site “*HidroWeb*” da Agência Nacional das Águas e Saneamento (ANA) em condições adequadas quanto à disponibilidade dos dados de vazão. Ao ser verificado a existência de dados devidamente registrados, a Estação escolhida foi a Rio Verde II, cujo código é 47249000, sua operação teve início em 31/03/1972, entretanto, a série histórica utilizada neste estudo corresponde a 06/1977 a 12/2021, totalizando 44 anos e 6 meses. O período anterior ao abrangido por este estudo (03/1972 a 05/1977) não foi incluído devido a inconsistências no registro dos dados, impossibilitando sua utilização para a avaliação quantitativa das águas. Ademais, os meses de 1977 retirados da composição de alguns gráficos ocorreu pela necessidade de dados anuais completos para a organização das informações e geração desses gráficos.

Os dados de cota e vazão da Estação fluviométrica Rio Verde II foram baixados e transferidos para o programa Excel da Microsoft, em seguida iniciou-se a fase de revisão e tratamento dos dados através da verificação de inconsistências onde são necessárias correções, haja vista que falhas nos dados interferem na confiabilidade dos resultados. A correção foi feita excluindo os dados repetidos, inserindo os faltantes e preenchendo as lacunas, sendo que para o preenchimento os métodos utilizados foram a média aritmética entre os valores preenchidos nos extremos do período lacunar associada a progressão aritmética (P.A.).

Após todo o processo de correção, em posse dos dados consolidados iniciou-se a geração dos gráficos, que representam visualmente os dados proporcionando maior facilidade na visualização das dinâmicas fluviais da sub-bacia. Diversos gráficos foram produzidos a partir da metodologia HAE, todavia, os escolhidos para serem abordados neste artigo foram os da dinâmica de estabilidade e de vazões, sendo o último distribuído em duas categorias: os gráficos de vazão em que foram utilizados dados anuais e os gráficos de vazão construídos por dados separados em subperíodos dentro do período geral.

A divisão do período geral (06/1977 a 12/2021) em subperíodos para a geração de alguns dos gráficos de vazão considerou as dinâmicas de estabilidade em uma Estação fluviométrica, composta por momentos de erosão, assoreamento e estabilidade. Para a análise desta dinâmica são utilizados os dados da curva de descarga, observando a ocorrência de variações no valor da cota mínima da régua de um subperíodo para o outro. Essas variações revelam na Estação: erosão quando os sedimentos são retirados e a cota mínima da régua diminui, assoreamento quando chegam sedimentos resultando no aumento da cota mínima da régua e estabilidade quando não há variação na cota mínima da régua. O desenvolvimento geral da metodologia HAE está na figura 2.

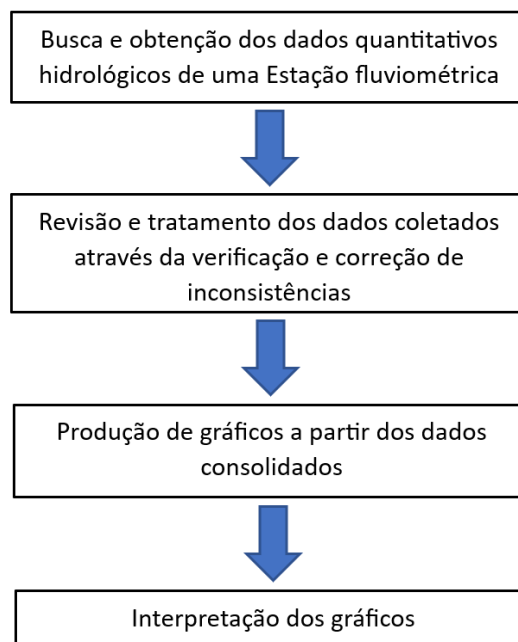


Figura 2. Fluxograma do desenvolvimento da metodologia. Fonte: Produção própria dos autores.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

O gráfico da vazão máxima anual é composto pelas seguintes informações: a maior vazão de cada ano; a média das vazões máximas anuais (o valor encontrado foi 49,81 m³/s); e a vazão média do período, com o valor 1,99 m³/s. Também está constituindo o gráfico a indicação do ano em que a obra da barragem de Manoel Novais (Mirorós) foi finalizada (1983). A partir da observação do gráfico representado na Figura 4, é notório que o único período com anos consecutivos de vazão máxima maior que a média máxima foi entre 1978 e 1981, período mais distante da conclusão do barramento Manoel Novais onde todas as vazões foram maiores que 100 m³/s. Diferentemente, os anos entre 1982 e 1988 indicam que as vazões máximas na SBHRV foram impactadas pela barragem pois diminuíram para valores inferiores a 40 m³/s. Também se nota a existência de outros anos sequenciais onde a vazão máxima ficou abaixo da média máxima, como entre 1990 a 1996 e 2005 a 2012. A partir de 2012 (com vazão máxima 0,12 m³/s) iniciou-se o registro de dados anuais com vazão máxima abaixo de 1,99 m³/s (média do período), fato que não ocorreu anteriormente.

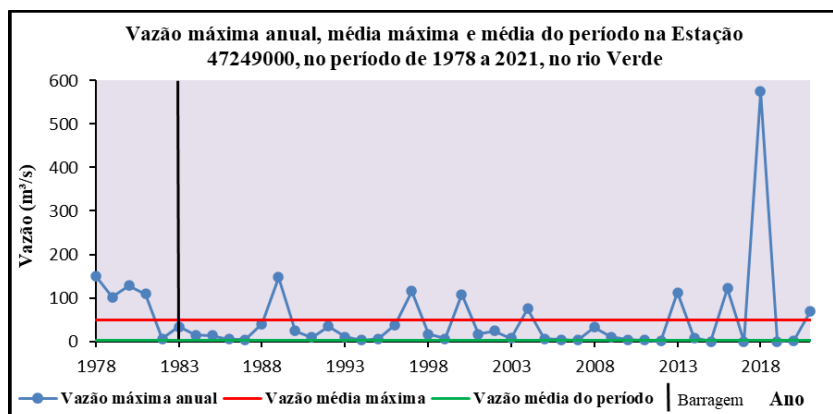


Figura 3. Vazão máxima anual, vazão média máxima e média do período (1978 a 2021) na Estação 47249000 da SBHRV. Fonte: BRASIL (2022). Produção própria dos autores.

Foi feita a distribuição dos anos quanto à vazão máxima anual, vazão média máxima e média do período em anos inferiores, intermediários e superiores. Se a vazão máxima anual ficou abaixo da vazão média do período ($1,99 \text{ m}^3/\text{s}$) o ano é inferior. Quando ficou entre a média do período ($1,99 \text{ m}^3/\text{s}$) e a média máxima ($49,81 \text{ m}^3/\text{s}$) o ano é intermediário. O ano é superior se a vazão máxima anual foi maior que a média máxima ($49,81 \text{ m}^3/\text{s}$). Na figura 4 é possível perceber o grande domínio por parte dos anos intermediários em 62% dos anos, seguidos dos anos superiores com 27% e por último os anos inferiores com apenas 11%.

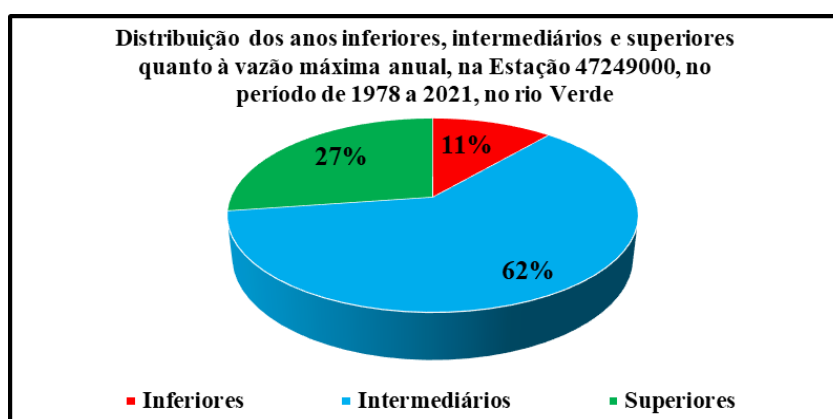


Figura 4. Distribuição dos anos inferiores, intermediários e superiores quanto à vazão máxima anual, média máxima e média do período, na Estação 47249000, no período de 1978 a 2021, no rio Verde. Fonte: BRASIL (2022). Produção própria dos autores.

O gráfico da vazão mínima anual está constituído pelas categorias: vazão mínima de cada um dos 44 anos; média da vazão mínima com o valor de $0,07 \text{ m}^3/\text{s}$; e a vazão média do período ($1,99 \text{ m}^3/\text{s}$). Observando a Figura 5 é notório que todos os valores de vazão mínima anual ficaram abaixo do valor da média do período, revelando a constância de baixas vazões na SBHRV. Os valores anuais de vazão mínima entre 1978 e 1982 foram maiores que a vazão média mínima, mas a partir de 1983 é perceptível a influência da barragem de Manoel Novais na redução das vazões mínimas já que entre 1983 (ano em

que houve a conclusão da obra) e 1991 todas ficaram abaixo de $0,07 \text{ m}^3/\text{s}$. Ademais, de 2005 a 2021 os valores anuais da vazão mínima ficaram abaixo de $0,07 \text{ m}^3/\text{s}$, sendo que entre os anos de 2010 e 2021 todos foram $0 \text{ m}^3/\text{s}$.

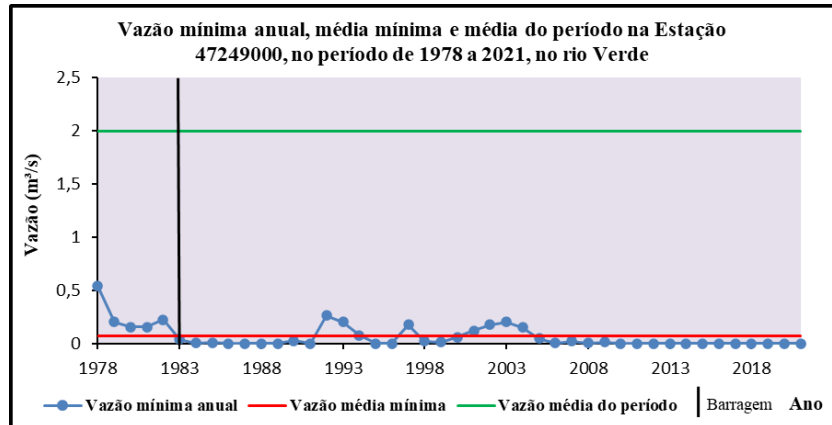


Figura 5. Vazão mínima anual, vazão média mínima e vazão média do período (1978 a 2021), na Estação 47249000 da SBHRV. Fonte: BRASIL, (2022). Produção própria dos autores.

Figura 6 representa o gráfico detalhado da distribuição dos anos inferiores, intermediários e superiores quanto à vazão mínima anual. Se a vazão mínima anual ficou abaixo da vazão média mínima ($0,07 \text{ m}^3/\text{s}$) o ano é inferior. Quando ficou entre a média mínima ($0,07 \text{ m}^3/\text{s}$) e a média do período ($1,99 \text{ m}^3/\text{s}$) o ano é intermediário. O ano é superior se a vazão mínima anual foi maior que a média do período ($1,99 \text{ m}^3/\text{s}$). É possível perceber o domínio de anos intermediários, seguidos dos inferiores e inexistência de anos com vazão mínima superior a $1,99 \text{ m}^3/\text{s}$.

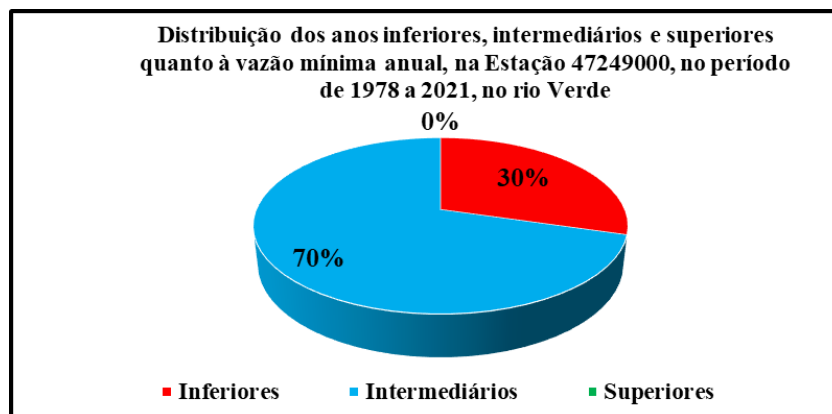


Figura 6. Distribuição dos anos inferiores, intermediários e superiores quanto à vazão mínima anual e média, na Estação 47249000, no período de 1978 a 2021, no rio Verde. Fonte: BRASIL (2022). Produção própria dos autores.

Na Figura 7 está representado o gráfico da dinâmica da estabilidade na Estação Rio Verde II da SBHRV, composta por momentos de erosão, assoreamento e estabilidade. O fenômeno mais recorrente na Estação analisada é o de erosão, pois ocorreu a diminuição da cota mínima da régua em 6 dos 13 subperíodos. Em seguida o fenômeno de assoreamento percebido em 5 ocasiões, e por fim, em 1 subperíodo houve condição de estabilidade.

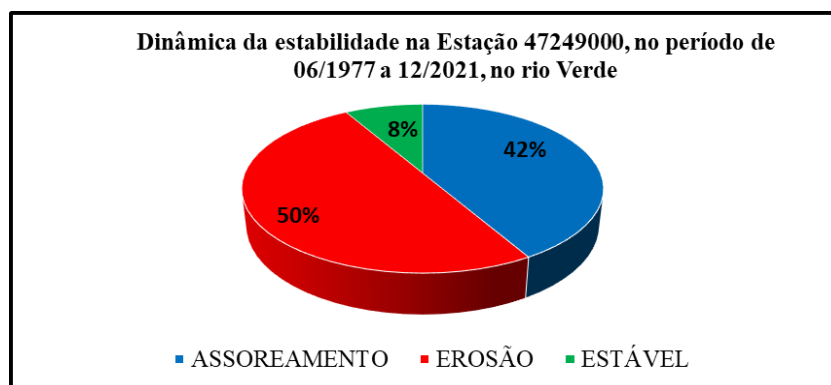


Figura 7. Dinâmica da estabilidade (fenômenos de erosão, assoreamento e estabilidade) no período de 06/1977 a 12/2021, na Estação 47249000 da SBHRV. Fonte: BRASIL, (2022). Produção própria dos autores.

A Tabela 1 apresenta os subperíodos, o valor da cota mínima da régua e a interpretação da dinâmica da estabilidade na Estação Rio Verde II pela variação da cota mínima. Os 6 momentos de erosão ocorreram em pares, nos subperíodos 2, 3, 8, 9, 11 e 12. Enquanto os momentos de assoreamento ocorreram nos subperíodos 2, 5, 6, 7 e 10. No último subperíodo (01/2015-12/2021) a cota mínima da régua não variou pois permaneceu em 0, evidenciando momento de estabilidade na Estação Rio Verde II.

Tabela 1. Número do subperíodo, subperíodo, cota mínima da régua e dinâmica da estabilidade (fenômenos de erosão, assoreamento e estabilidade) no período de 06/1977 a 12/2021, na Estação 47249000 da SBHRV. Fonte: BRASIL (2022). Produção própria dos autores.

Nº DO SUBPERÍODO	SUBPERÍODO	COTA MÍNIMA DA RÉGUA	DINÂMICA DA ESTABILIDADE
1	06/1977-04/1981	20	-
2	05/1981-03/1983	90	Assoreamento
3	04/1983-03/1987	80	Erosão
4	04/1987-02/1993	50	Erosão
5	03/1993-04/1996	60	Assoreamento
6	05/1996-11/1996	90	Assoreamento
7	12/1996-04/1997	140	Assoreamento
8	05/1997-04/1998	100	Erosão
9	05/1998-07/2002	80	Erosão
10	08/2002-01/2004	110	Assoreamento
11	02/2004-11/2005	100	Erosão
12	12/2005-12/2014	0	Erosão
13	01/2015-12/2021	0	Estável

Na Figura 8 está o gráfico da vazão máxima por subperíodo e vazão média máxima, cujo resultado foi 112,15 m³/s. Ressalta-se que a divisão do período geral (06/1977 a 12/2021) em subperíodos considerou as variações na dinâmica de estabilidade na Estação Rio Verde II. Através da análise do gráfico é perceptível que houve o predomínio de vazões máximas menores que 112,15 m³/s (a média das vazões máximas) em 9 dos 13 subperíodos e somente 4 subperíodos registraram vazões máximas maiores que esse valor. Ademais, não foi possível a observação de um padrão relacional entre as variações na dinâmica da estabilidade e vazões, já que do subperíodo 06/1977-04/1981 ao 05/1981-03/1983 houve assoreamento com diminuição de vazão máxima, enquanto de 05/1996-11/1996 ao 12/1996-04/1997 o assoreamento foi acompanhado de aumento na vazão máxima. O mesmo pode ser observado em momentos de erosão, entre 04/1983-03/1987 e 04/1987-02/1993 o valor de vazão aumentou, mas entre os subperíodos 12/1996-04/1997 e 05/1997-04/1998 esse valor sofreu diminuição.

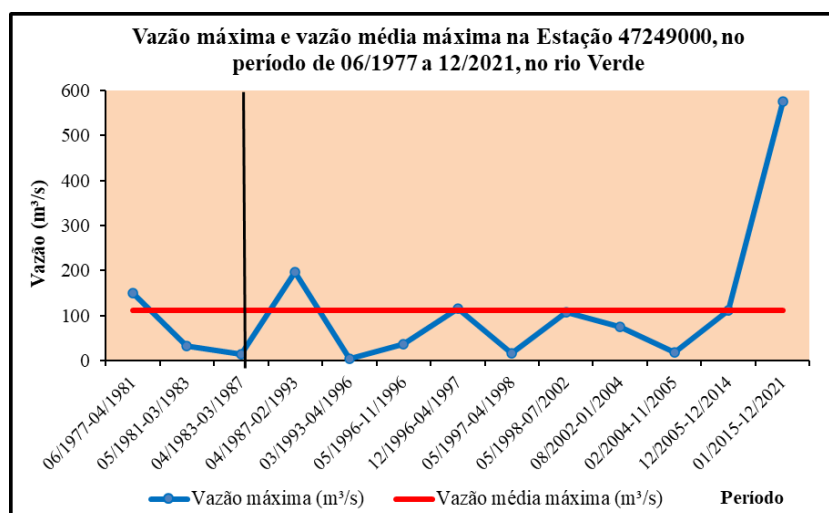


Figura 8. Valores de vazão máxima por período e vazão média máxima, na Estação 47249000 da SBHRV. Fonte: BRASIL, (2022). Produção própria dos autores.

O gráfico da Figura 9 é constituído pela vazão média de cada subperíodo e vazão média do período (com valor de 1,99 m³/s). À semelhança do gráfico da vazão máxima retratado na Figura 8, em 9 dos 13 subperíodos o valor de vazão média registrado foi menor que a média, mas dessa vez do período geral e em 4 os valores foram maiores. A obra da barragem de Manoel Novais teve início no ano de 1979, ou seja, dentro do subperíodo de 06/1977-04/1981, onde a vazão média foi 8,38 m³/s, acima da média do período. No subperíodo seguinte (05/1981-03/1983), quando a obra já estava mais próxima a conclusão, a vazão média sofreu uma significativa redução para 2,00 m³/s, mas ainda acima da média do período. O período de 04/1983-03/1987 onde a barragem foi efetivamente concluída registrou a menor vazão média até então, no valor de 0,92 m³/s, indicando impacto do barramento na vazão média registrada pela Estação Rio Verde II. Posteriormente em outros 2 subperíodos as vazões médias foram maiores que a média do período, sendo os valores de 3,55 m³/s e 7,73 m³/s, todavia, em todos os últimos 6

subperíodos, iniciados em 05/1997 até 12/2021, todas as vazões médias ficaram abaixo de $1,99 \text{ m}^3/\text{s}$ (a média do período) sinalizando queda significativa sem recuperação das vazões médias na SBHRV. Também não foi possível a constatação de relação entre as mudanças na dinâmica da estabilidade e vazão média.

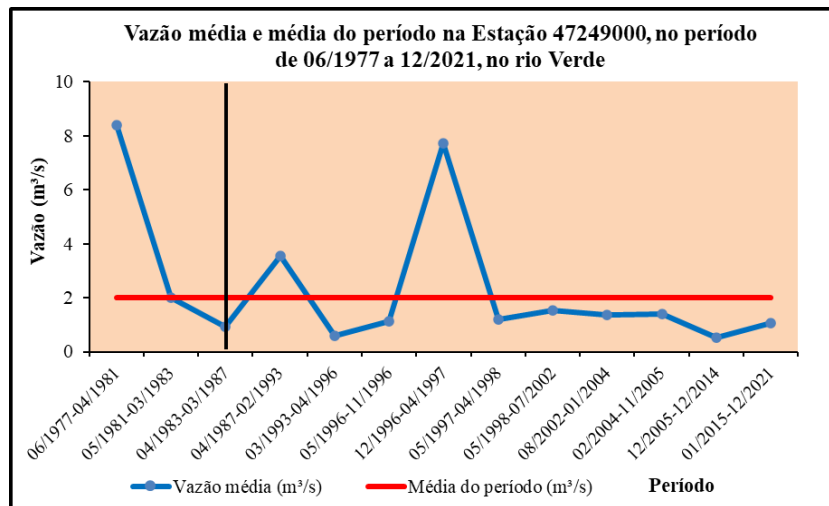


Figura 9. Valores de vazão média por subperíodo e média do período na Estação 47249000 da SBHRV. Fonte: BRASIL, (2022). Produção própria dos autores.

Percebe-se no gráfico da vazão mínima por período e média das vazões mínimas (com valor $0,08 \text{ m}^3/\text{s}$) uma relação entre a dinâmica da estabilidade e as oscilações nas vazões mínimas registradas pela Estação Rio Verde II. Normalmente o que se espera é momentos de assoreamento com diminuição de vazão e momentos de erosão com aumento no escoamento superficial. Neste caso existe uma inversão na correlação entre a dinâmica da estabilidade e as vazões na Estação 47249000. Observando a Figura 10, quando a Estação Rio Verde II perpassou momentos de erosão, como entre 04/1983 a 02/1993, 05/1997 a 07/2002 e 02/2004 a 12/2014, a vazão mínima sofreu diminuição entre os subperíodos. Já nos momentos em que a cota mínima da régua aumentou, caracterizando fenômenos de assoreamento, as vazões mínimas registradas também aumentaram, pode-se observar isso nos subperíodos 05/1981-03/1983, entre 03/1993 a 04/1997 e 08/2002-12/2014. Essa inversão nos padrões normais pode estar associada a alterações na SBHRV provocadas pela retirada de vegetação para o desenvolvimento de lavouras, dificultando a infiltração e facilitando o escoamento superficial e o carregamento de sedimentos para a calha do rio Verde.

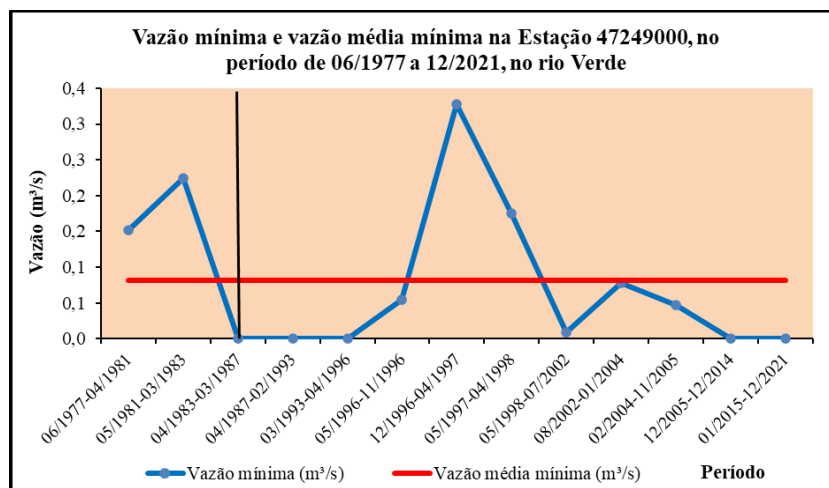


Figura 10. Valores de vazão mínima por período e média da vazão mínima na Estação 47249000 da SBHRV. Fonte: BRASIL, (2022). Produção própria dos autores.

4 - CONCLUSÕES

Dessarte, as informações apresentadas através dos dados da Estação fluviométrica Rio Verde II evidenciam que o barramento de Manoel Novais (Mirorós), localizado a montante da Estação, trouxe efeitos negativos para a sub-bacia hidrográfica do rio Verde (SBHRV), dado que foi possível a observação de mudanças significativas (para menos) nos valores de vazão anual (máxima e mínima) entre anos anteriores e posteriores próximos ao ano de conclusão (1983). Além disso, constatou-se o predomínio de anos intermediários com o valor de vazão anual entre os valores das categorias de médias. Observou-se também que as variações na dinâmica de estabilidade da Estação Rio Verde II foram quase inteiramente compostas por momentos de erosão e assoreamento. Não foi percebida associação das variações na dinâmica da estabilidade com as oscilações nas vazões máximas e médias dos subperíodos, todavia, pode-se associar as reduções das vazões mínimas com momentos de erosão e os aumentos dessas vazões com fenômenos de assoreamento.

A quase totalidade das vazões registradas na Estação fluviométrica Rio Verde II foram menores que $160\text{m}^3/\text{s}$, demonstrando que não há grande abastecimento de água superficial no curso do rio Verde, essa característica pode estar correlacionada ao clima semiárido onde está predominantemente inserida a sub-bacia, bem como com interferências antrópicas que modificaram sua dinâmica fluvial. No entanto, apesar de baixas vazões, o papel das águas que escoam superficialmente na SBHRV, represadas em parte pela barragem Manoel Novais, desempenha funções essenciais para a irrigação de lavouras, abastecimento humano e dessedentação animal da região, tendo em vista a constante presença de déficit hídrico no sertão baiano.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BAHIA (1998). **Tipologias Climáticas da Bahia**. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia – SEI. Disponível em: <https://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia_climatica_segundo_koppen_2014.pdf>. Acesso em 23 maio 2023.

BRASIL (2016). Reservatórios do Semiárido Brasileiro: hidrologia, balanço hídrico e operação. Relatório Final. Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, Engecorps Engenharia S.A. Disponível em: [https://portal1.snirh.gov.br/arquivos/semiariado/204res/SF_Mirror%C3%B3s_\(Manoel_Novais\).pdf](https://portal1.snirh.gov.br/arquivos/semiariado/204res/SF_Mirror%C3%B3s_(Manoel_Novais).pdf). Acesso em: 13 maio 2023.

BRASIL (2022). **Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico** - ANA. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>>. Acesso em: 22 set 2022.

_____. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF 09/01/1997, P. 470. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm> Acesso em: 15/05/2023.

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

GONÇALVES, M. J. de S. **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.

PINTO, N. L. de S.; HOLTZ, A. C. T.; MATINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. **Hidrologia básica**. São Paulo, SP: Edgard Blucher, 1986, c1976. 278 p.

SOARES, N. M.; SANTOS, R. B. dos; SILVA, D. P. da. Características fisiográficas da bacia hidrográfica do rio Verde – BA. In: OLIVEIRA, A. S. de; SANTOS, C. da S. dos.; RITA, F. dos S.; LOPES, G. D. RODRIGUES, L. dos S. (Org). **Ações Antrópicas Sobre o Meio Ambiente**. Campina Grande: EPTEC, 2022, p. 89-99. Disponível em: <<https://www.meioambientepocos.com.br/ebooks2022/A%C3%A7%C3%B5es%20Antropicas%20sobre%20o%20Meio%20Ambiente.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2023.

TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1993.