

BALANÇO HÍDRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CORRENTINA NO OESTE DA BAHIA

WATER BALANCE OF THE CORRENTINA RIVER BASIN IN THE WESTERN REGION OF BAHIA

Alan de Jesus Marques^a, Gabriele Brito Oliveira^a, Natália da Glória França Nascimento^a,
Sayonara de Souza Guedes^a, Luís Gustavo Henriques do Amaral^a

^aUniversidade Federal do Oeste da Bahia- UFOB

eng.alanmarques@gmail.com, gabriele.brito@ufob.edu.br, natalia.n3688@ufob.edu.br, Sayonara.guedes@ufob.edu.br,
luis.gha@ufob.edu.br

Submissão: 07 de maio de 2023

Aceitação: 20 de dezembro de 2023

Resumo

A bacia hidrográfica do Rio Correntina é uma sub-bacia hidrográfica da bacia do Rio Corrente, localizada na região extremo oeste da Bahia, sendo considerada de grande importância econômica e turística. O rio Correntina é o principal curso d'água da região, tendo sua nascente próxima à divisa dos estados da Bahia e de Goiás. Este estudo teve como objetivo realizar o balanço hídrico da bacia do Rio Correntina e identificar informações hidrológicas relevantes para estabelecer limites na exploração dos recursos hídricos. Os dados hidrológicos foram obtidos a partir do acervo do Banco de Dados da Rede Hidrometeorológica Nacional, selecionando-se estações localizadas nas proximidades ou diretamente na área da bacia do rio Correntina. O período de análise abrangeu o intervalo de 01/01/1980 a 31/12/2020, sendo definido o ano hidrológico a partir da análise dos dados de precipitação e de vazão. A precipitação média na bacia foi obtida por meio do método dos polígonos de Thiessen, com apoio do *software* QGIS versão 3.22.14. No período compreendido entre os anos hidrológicos de 1980/81 a 2019/20, não foi observada tendência de redução nos totais precipitados na bacia do rio Correntina. No entanto, nesse mesmo período, houve redução da conversão de precipitação em escoamento na bacia, com diminuição de aproximadamente 35% nas vazões médias mensais no decorrer dos 40 anos avaliados. Os resultados obtidos estão em consonância com outros estudos realizados na bacia do rio Corrente, e apontam para uma redução na disponibilidade hídrica na bacia, possivelmente associada à expansão agrícola e às decorrentes alterações no uso e ocupação do solo.

Palavras-chave: precipitação; coeficiente de escoamento; evapotranspiração.

Abstract

The Correntina River basin is a sub-watershed of the Corrente River basin, located in the extreme western region of Bahia, having great economic and tourist importance. The Correntina River is the main watercourse in the region, having its source close to the border of the states of Bahia and Goiás. This study aimed to carry out the water balance of the Correntina River basin and identify relevant hydrological information to establish limits in the exploitation of water resources. The hydrological data were obtained from the National Hydrometeorological Network Database, selecting stations located nearby or directly in the area of the Correntina river basin. The analysis period covered the range from 01/01/1980 to 12/31/2020, with the hydrological year being defined based on the analysis of precipitation and flow data. The average precipitation in the basin was obtained using the Thiessen Polygon Method, with the support of QGIS software version 3.22.14. In the period between the hydrological years 1980/81 and 2019/20, no downward trend in total precipitation was observed in the Correntina river basin. However, in this same period, there was a reduction in the conversion of precipitation into runoff in the basin, with a decrease of approximately 35% in average monthly flows over the 40 years evaluated. The results obtained are in line with other studies carried out in the

Corrente river basin, and point to a reduction in water availability in the basin, possibly associated with agricultural expansion and resulting changes in land use and occupation.

Keywords: precipitation; runoff coefficient; evapotranspiration.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso finito e essencial para a vida e para o desenvolvimento socioeconômico de uma região. A escassez de água e a degradação dos recursos hídricos podem ter consequências graves para a população, a agricultura, a indústria e o meio ambiente.

No Brasil, o bioma Cerrado tem especial importância para a disponibilidade e manutenção dos recursos hídricos, sendo responsável pela recarga de três importantes aquíferos: Guarani, Bambuí e Urucuaia; além da manutenção das vazões em seis das oito maiores bacias hidrográficas do país, entre elas a bacia do Rio São Francisco (LIMA & SILVA, 2008; SILVA *et al.*, 2021).

Ao todo, o Cerrado abrange 24% da área total das regiões hidrográficas Amazônica, do Tocantins-Araguaia, do Atlântico Norte/Nordeste, do Paraná/Paraguai, do Atlântico Leste e do São Francisco, abrangendo mais de 2 milhões de quilômetros quadrados. A maior contribuição em termos de produção hídrica se dá na bacia do rio São Francisco, em que o Cerrado contribui com 94% da sua vazão média anual (LIMA & SILVA, 2008).

O rio Corrente, situado na região oeste da Bahia, é um importante afluente da margem esquerda do rio São Francisco, desempenhando um papel vital no abastecimento de água para essa via fluvial de grande importância. Segundo Engelbrecht e Chang (2015), a bacia do rio Corrente apresenta significativa contribuição para o fluxo de base da bacia do rio São Francisco, especialmente na manutenção das vazões nos períodos de estiagem.

A despeito da sua grande disponibilidade hídrica, a bacia do rio Corrente tem sido palco de conflitos por água nos últimos anos. A redução expressiva da vazão do rio Corrente no período de estiagem, devido a irrigação de grandes culturas, culminou, em novembro de 2017, numa mobilização de pequenos agricultores situados a jusante de grandes empreendimentos agrícolas no município de Correntina, no evento que ficou conhecido como a “Guerra das águas de Correntina” (SILVA *et al.*, 2021).

A diminuição das vazões dos rios da região é

um fato notório que tem sido estudada por diversos pesquisadores. Analisando a situação das bacias hidrográficas da região oeste da Bahia, Pousa *et al.* (2019) apontaram que a diminuição das vazões está relacionada à redução da precipitação por conta das alterações climáticas e à implantação de sistemas de irrigação. Dionizio e Costa (2019) relacionaram essa diminuição com a redução da infiltração da água devido às mudanças no uso e ocupação do solo em áreas onde há irrigação intensa, enquanto Eger *et al.* (2021) atribuíram a redução nas vazões dos rios à expansão desenfreada das áreas de cultivo irrigado nas regiões de cerrado do Oeste da Bahia.

A bacia hidrográfica do rio Correntina, importante afluente do rio Corrente, tem passado por inúmeras transformações ambientais devido à expansão da agricultura altamente tecnificada em larga escala, estabelecida na região desde a década de 1980 (FERRAZ *et al.*, 2020). Esse histórico agropecuário na região é marcado pela busca por terras férteis para a produção de grãos e criação de gado, impulsionado pelo avanço da fronteira agrícola e pelo aumento da demanda por alimentos e *commodities* agrícolas. De acordo com Peixoto (2016), os fatores que impulsionaram o crescimento do agronegócio na região foram os preços de terra relativamente baixos, a facilidade de mecanização, o acesso a fertilizantes e o desenvolvimento de variedades agrícolas adaptadas.

Com a expansão das áreas cultivadas e o desmatamento decorrente, o solo pode sofrer alterações, como a compactação e a diminuição da sua permeabilidade, o que pode vir reduzir a capacidade do solo em drenar excessos de água em eventos de precipitações extremas (DIONIZIO & COSTA, 2019), prejudicando a recarga do aquífero e, conseqüentemente, reduzindo as vazões de estiagem.

De acordo com Oliveira *et al.* (2005), a recarga das águas subterrâneas na região do Cerrado se mantém pela precipitação do período chuvoso, devido à topografia plana e ao comportamento altamente drenante do solo. No entanto, a substituição de plantas nativas do Cerrado, que apresentam raízes profundas, por plantações de raízes rasas, como é o caso de certas culturas agrícolas, gera redução na

capacidade de infiltração de água do solo, afetando a recarga.

Nesse sentido, a expansão desenfreada das áreas irrigadas nas regiões de cerrado, especialmente nos últimos anos, tem gerado preocupação quanto à disponibilidade de água na região. O aumento da demanda por água para a irrigação, aliado à redução na recarga dos aquíferos devido às alterações no solo, tem levado a um desequilíbrio hídrico preocupante na bacia do rio Correntina.

Diante desse cenário, é imprescindível realizar estudos hidrológicos detalhados para compreender os processos que ocorrem nas bacias hidrográficas da região. O balanço hídrico, juntamente com informações sobre o uso e ocupação do solo, características geológicas e relevo, desempenha um papel fundamental na compreensão dos fatores que afetam o regime hídrico e na orientação de ações voltadas ao uso racional da água e à gestão integrada dos recursos hídricos.

Desse modo, compreender as dinâmicas e os desafios que envolvem a disponibilidade hídrica na bacia do rio Correntina é fundamental para garantir um futuro próspero e equilibrado, no qual a água seja utilizada de forma responsável e em consonância com as necessidades presentes e futuras.

Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar o balanço hídrico na bacia do rio Correntina e analisar o comportamento das variáveis hidrológicas a partir do início da exploração agrícola de larga escala na região, no período de 1980 a 2020.

2. METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área em estudo

Inserida no extremo oeste da Bahia, a bacia do rio Correntina apresenta grande importância econômica e turística para a região. Constitui-se de uma sub-bacia da bacia hidrográfica do rio Corrente que, por sua vez, está localizada na região de abrangência do Sistema Aquífero Uruçua (SAU).

O SAU é uma formação arenosa composta por arenitos flúvio-eólicos e neo-cretáceos, que possui grande importância para a bacia do rio São Francisco, contribuindo com 41% da reserva subterrânea e ainda a 30% do fluxo de base dessa bacia. A região de abrangência do SAU situa-se à margem esquerda do rio São Francisco, onde as

principais bacias hidrográficas são a do rio Grande, a do rio Carinhanha e a do rio Corrente (GONÇALVES, ENGELBRECHT & CHANG, 2018).

A bacia do rio Corrente é a segunda maior entre as três, com uma área total de aproximadamente 34.000km², distribuindo-se entre os territórios dos municípios de Baianópolis, Bom Jesus da Lapa, Brejolândia, Canápolis, Cocos, Coribe, Feira da Mata, Correntina, Jaborandi, Muquém do São Francisco, Santa Maria da Vitória, Santana, São Desidério, São Félix do Coribe, Serra do Ramalho, Serra Dourada e Sítio do Mato (LAGE, PEIXOTO & VIEIRA, 2008).

Dados obtidos por Engelbrecht e Chang (2015), por meio de uma simulação do fluxo de águas subterrâneas do SAU, revelaram que a bacia do rio Corrente contribui com 17% da vazão de permanência Q₉₅ do rio São Francisco.

Nesse contexto, a bacia do rio Correntina, afluente do rio Corrente, ocupa uma área de drenagem de aproximadamente 3.900 km² na seção correspondente à estação fluviométrica Correntina (45590000). Essa estação está localizada nas coordenadas geográficas de latitude 13°20'29" S e longitude 44°38'18" W, fornecendo um ponto de referência para a monitorização hidrológica da região (ANA, 2023).

O rio Correntina é o curso principal que compõe a rede hidrográfica da bacia do rio Correntina, apresentando, segundo Ferraz *et al.* (2020), 220 km de extensão, possuindo toda sua área inserida no território do município de Correntina. Sua nascente está próxima à Reserva Extrativista de Recanto das Araras de Terra Ronca, situada na divisa entre os estados da Bahia e de Goiás. Essa região, retratada na Figura 1, apresenta uma paisagem de transição entre o cerrado e a caatinga, com uma rica diversidade biológica e importantes recursos naturais.

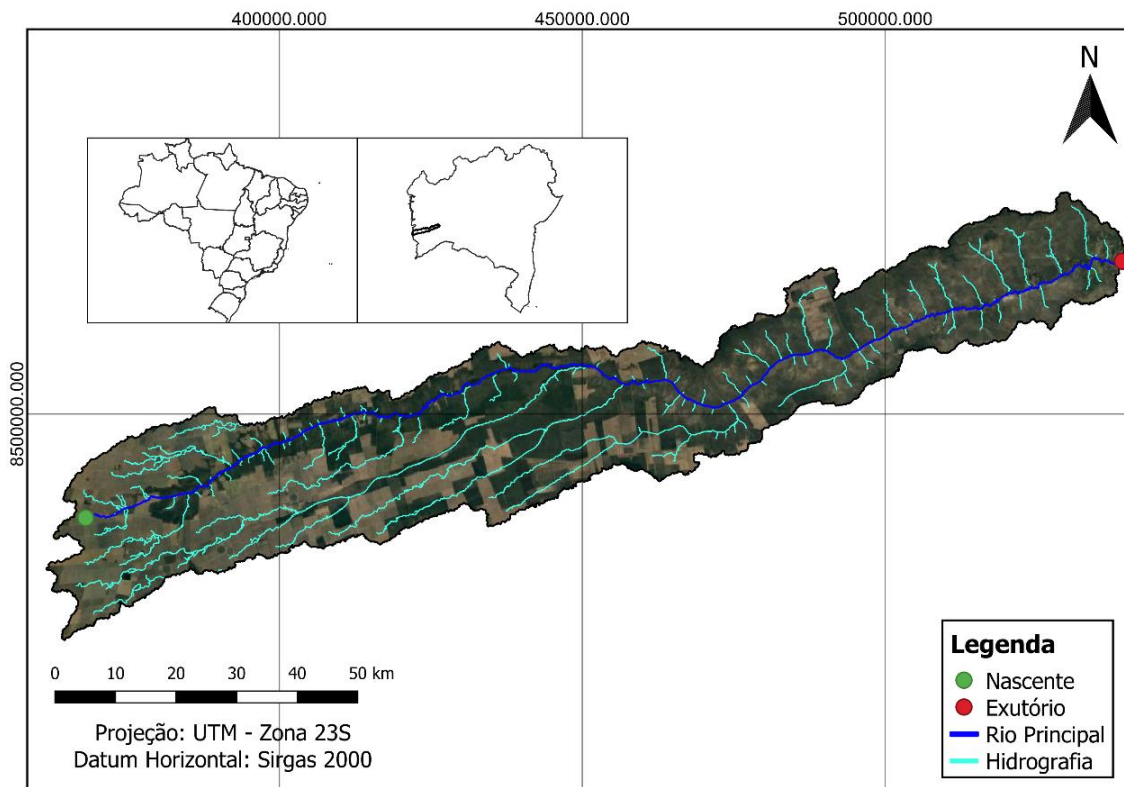
Na região, há duas estações bem definidas, uma seca e outra chuvosa. O período de chuvas ocorre entre outubro e abril, e a precipitação média anual situa-se em torno de 1.000 mm (LECOMTE, BICALHO & SILVA-FILHO, 2016). O clima da região é tropical de savana, enquadrado como Aw na classificação de Köppen. Os solos que ocorrem na região são principalmente do tipo latossolos vermelhos-amarelos álicos e distróficos de textura média e areias quartzosas e distróficas (MUGGLER *et al.*, 1996).

A disponibilidade de recursos hídricos, aliada às características favoráveis de topografia e clima,

possibilitaram o desenvolvimento do agronegócio na região. A atividade vem se expandindo significativamente desde a década de 1980,

principalmente com as culturas de algodão, milho e soja (SILVA *et al.*, 2021).

Figura 1: Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Correntina



Fonte: elaborada pelos autores a partir de imagens de radar da missão SRTM disponíveis no Portal EarthExplorer (USGS, 2023) e de dados hidrográficos disponibilizados no Portal GeoBahia (INEMA, 2022).

2.2 Obtenção dos dados hidrológicos

No presente estudo, os dados hidrológicos foram obtidos a partir do acervo do Banco de Dados da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), acessado por meio do Portal Hidroweb (ANA, 2023). Essa base de dados é uma fonte confiável e abrangente que reúne informações coletadas por estações pluviométricas e fluviométricas localizadas em diferentes regiões do país.

Com o objetivo de garantir a abrangência e representatividade dos dados utilizados neste estudo, foram selecionadas estações localizadas nas proximidades ou diretamente na área da bacia do rio Correntina. Essa seleção estratégica possibilitou a captura das características hidrológicas específicas dessa região, fornecendo informações relevantes para a análise dos processos em curso.

Na seleção das estações, priorizou-se aquelas que apresentaram o menor número de

lacunas em suas séries históricas, buscando assegurar a consistência e confiabilidade dos dados utilizados. Detalhes sobre essas estações estão apresentados nos quadros 1 e 2.

O período de análise abrangeu o intervalo de 01/01/1980 a 31/12/2020, totalizando quatro décadas de dados hidrológicos. Essa escolha temporal proporcionou uma visão abrangente das tendências hidrológicas no decorrer do tempo, permitindo uma análise mais precisa dos padrões de precipitação e vazão na bacia do rio Correntina.

Durante o processo de análise dos dados, foram priorizados dados consistentes, privilegiando informações confiáveis e de qualidade. No entanto, em alguns casos ocorreram inconsistências nos dados, exigindo uma abordagem cuidadosa para o preenchimento das falhas, evitando a perda de dados importantes para a realização de uma caracterização mais completa do comportamento hidrológico na bacia do rio Correntina.

Para o preenchimento das falhas, foi utilizada

a técnica da regressão linear, que consiste em um método estatístico que busca estabelecer uma relação linear entre uma variável dependente e uma ou mais variáveis independentes. Nesse

contexto, a regressão linear é aplicada para estimar os valores faltantes da série histórica com base nas informações disponíveis em outras estações (BERTONI & TUCCI, 2000).

Quadro 1: Estações pluviométricas selecionadas

Código	Nome	Município	Responsável	Operador
1344002	Mocambo	Santa Maria da Vitória	ANA	CPRM
1344014	Correntina	Correntina	ANA	CPRM
1345000	Arrojolândia	Correntina	ANA	CPRM
1346006	Fazenda Planalto	Correntina	ANA	CPRM
1446002	Posse	Posse	ANA	CPRM

Fonte: Portal Hidroweb (ANA, 2023).

Quadro 2: Estação fluviométrica selecionada

Código	Nome	Município	Responsável	Operador
45590000	Correntina	Correntina	ANA	CPRM

Fonte: Portal Hidroweb (ANA, 2023).

Após o preenchimento das falhas, os dados de precipitação e vazão foram analisados preliminarmente, sendo possível definir o ano hidrológico para a bacia do rio Correntina. Por meio dessa abordagem, considera-se que o ciclo hidrológico não se limita a um único ano civil, mas sim a um período que se inicia em uma estação chuvosa e se encerra na estação chuvosa seguinte, permitindo uma análise comparativa consistente entre diferentes períodos e facilitando a identificação de padrões sazonais.

O ano hidrológico é um período de referência amplamente utilizado para análise e estudo dos processos relacionados ao ciclo da água em uma determinada região. Nesse contexto, os dados hidrológicos desempenham um papel fundamental na compreensão dos padrões de precipitação e vazão ao longo do tempo, permitindo a avaliação das tendências e variações hidrológicas.

É importante destacar que a delimitação da bacia objeto de estudo foi realizada levando em consideração a seção correspondente à estação fluviométrica Correntina (45590000). Essa abordagem foi realizada para assegurar que as vazões observadas nessa estação fossem representativas das vazões obtidas no exutório da bacia hidrográfica delimitada.

2.3 Quantificação das variáveis do balanço hídrico

Na análise dos dados de precipitação, a precipitação média na bacia foi obtida por meio do método dos polígonos de Thiessen (COLLISCHONN & DORNELLES, 2013), que possibilitou a delimitação da área de influência de cada estação pluviométrica em relação à área total. Essa delimitação permitiu a identificação das áreas específicas afetadas por cada estação e sua contribuição relativa para a precipitação na bacia.

Para possibilitar a aplicação do método dos Polígonos de Thiessen, foi utilizado o *software* QGIS versão 3.22.14 (QGIS Development Team, 2022). O QGIS é um *software* de Sistema de Informações Geográficas (SIG) de código aberto. Ele oferece uma ampla gama de ferramentas e recursos para análise geoespacial, manipulação de dados geográficos e criação de mapas, sendo amplamente utilizado em pesquisas e projetos que envolvem análise de dados espaciais, fornecendo uma plataforma flexível e acessível para realizar análises geográficas detalhadas.

Após a delimitação das áreas de influência de cada estação pluviométrica, observou-se que as estações pluviométricas Mocambo (1344002) e

Posse (1446002) não apresentavam área de influência dentro da bacia do rio Correntina. Portanto, essas estações foram excluídas do cálculo da precipitação média da bacia, uma vez que não contribuíam significativamente para os valores médios.

Em seguida, com base nas áreas de influência das estações remanescentes, foram obtidas as precipitações médias mensais na bacia. Para fins de análise hidrológica, foi adotado o mês de outubro como o início do ano hidrológico. Os dados referentes aos meses de janeiro a setembro de 1980 e de outubro a dezembro de 2020 foram excluídos das séries históricas.

Após a exclusão desses dados, foram recalculadas as precipitações e vazões médias mensais na bacia, bem como as precipitações totais anuais e as vazões médias anuais para os anos hidrológicos de 1980-81 a 2019-20, totalizando 40 anos hidrológicos completos de dados para uma análise mais abrangente e representativa.

Com base nos dados médios anuais de vazão e precipitação na bacia, foi possível calcular o coeficiente de escoamento médio utilizando a equação 1. O coeficiente de escoamento médio (C) é uma medida adimensional que relaciona a quantidade de escoamento (Q) com a quantidade de precipitação (P). Ele representa a fração da precipitação total que se transforma em escoamento superficial. O coeficiente de escoamento é calculado dividindo-se o escoamento médio anual pela precipitação média anual (COLLISCHONN & DORNELLES, 2013):

$$C = Q / P \quad (1)$$

onde:

C = coeficiente de escoamento médio (adimensional);

P = precipitação média anual sobre a bacia (mm ano⁻¹); e

Q = escoamento médio anual da bacia (mm ano⁻¹).

Por meio do balanço hídrico simplificado, conforme a equação 2, foi calculada a evapotranspiração média anual da bacia (E), que representa a quantidade média de água que é evaporada da superfície da bacia e transpirada pelas plantas ao longo de um ano. A evapotranspiração é uma perda de água para a atmosfera e é obtida subtraindo-se o escoamento (Q) da precipitação (P) (COLLISCHONN &

DORNELLES, 2013):

$$P = E + Q \quad (2)$$

onde:

P = precipitação (mm ano⁻¹);

E = evapotranspiração (mm ano⁻¹); e

Q = escoamento (mm ano⁻¹).

A precipitação média anual (P) é a quantidade total de água em forma líquida ou sólida que cai na superfície da bacia hidrográfica ao longo de um ano, expressa em milímetros por ano (mm/ano). Ela representa a entrada de água na bacia proveniente da atmosfera, seja na forma de chuva, neve ou granizo.

O escoamento médio anual (Q) é a quantidade média de água que flui pela rede de drenagem da bacia hidrográfica em um ano, também expressa em milímetros por ano (mm/ano). Esse escoamento ocorre quando a precipitação excede a capacidade de infiltração do solo, resultando no escoamento superficial para os rios e córregos.

Dessa forma, o balanço hídrico permite compreender a dinâmica da água em uma bacia hidrográfica, quantificando as entradas (precipitação) e as saídas (evapotranspiração e escoamento) de água, fornecendo informações importantes para a gestão dos recursos hídricos e o planejamento de uso sustentável da água.

2.4 Análise do comportamento das variáveis hidrológicas

Com o objetivo de realizar uma análise hidrológica abrangente e precisa, foram empregados métodos gráficos e estatísticos para examinar as possíveis tendências de aumento ou redução nos valores das variáveis hidrológicas na bacia do rio Correntina. As séries de dados de precipitação, escoamento e evapotranspiração foram representadas graficamente, juntamente com a adição de linhas de tendência obtidas por meio de regressão linear, para análise das mudanças nas variáveis hidrológicas com o decorrer do tempo.

Ao analisar a inclinação das linhas de tendência, buscou-se identificar padrões de comportamento das variáveis hidrológicas para o período analisado. Inclinações positivas foram consideradas como aumento médio no decorrer do período analisado, enquanto inclinações negativas

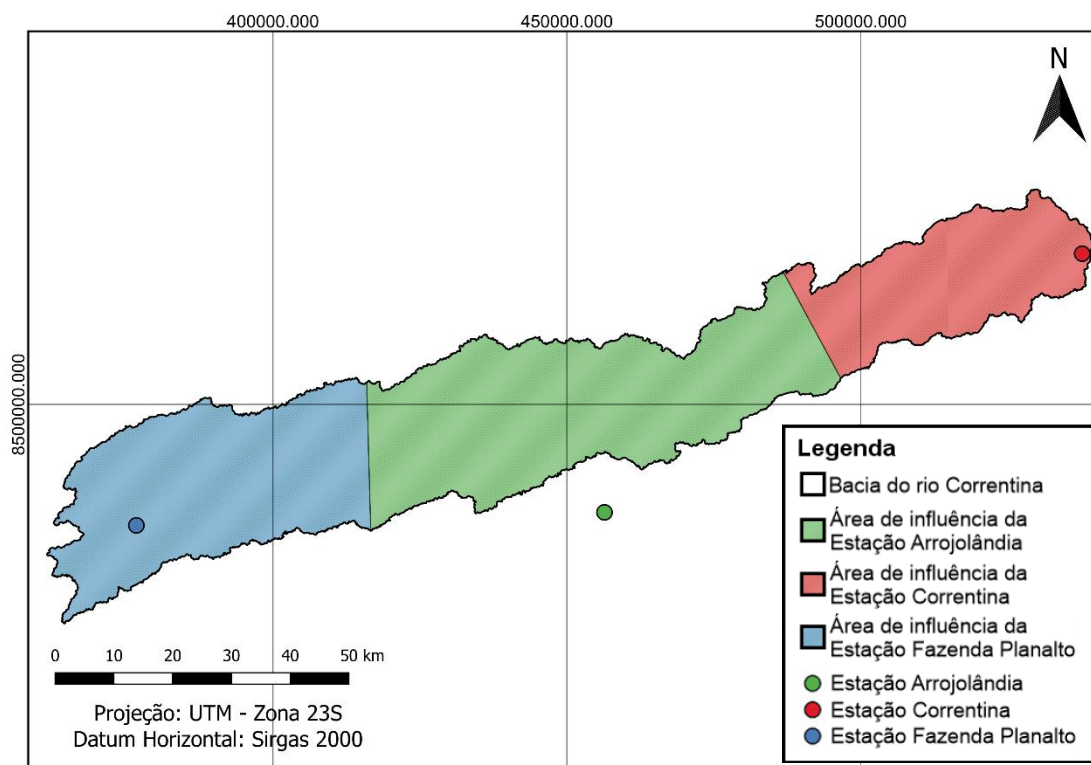
foram consideradas como redução média.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, é apresentada a representação geográfica das estações selecionadas e suas respectivas áreas de influência. Cabe ressaltar que

as estações Posse (1446002) e Mocambo (1344002) não apresentaram área de influência sobre a bacia, portanto, não foram consideradas no cálculo da precipitação média na região. As áreas de influência das demais estações, juntamente com seus respectivos coeficientes de Thiessen, estão apresentadas na Tabela 1.

Figura 2: Estações pluviométricas utilizadas no estudo e respectivas áreas de influência



Fonte: elaborada pelos autores a partir de imagens de radar da missão SRTM disponíveis no Portal EarthExplorer (USGS, 2023) e de dados geográficos obtidos no Portal Hidroweb (ANA, 2023).

Tabela 1: Áreas de influência das estações e respectivos coeficientes de Thiessen

Estação	Área de Influência	Coefficiente de Thiessen
Arrojolândia	1664,024 km ²	0,442
Correntina	816,953 km ²	0,217
Fazenda Planalto	1283,783 km ²	0,341

Fonte: elaborada pelos autores.

A estação Arrojolândia apresentou a maior área de influência, situada na porção central da bacia, abrangendo cerca de 1664 km², correspondente a 44,2% da sua área. Isso indica que essa estação é considerada representativa de uma ampla área dentro da bacia do rio Correntina. Dessa forma, as medições e dados coletados nessa estação têm um maior peso no cálculo das médias ponderadas de precipitação, ainda que ela esteja situada fora da bacia.

A estação Fazenda Planalto apresentou uma área de influência intermediária, abrangendo cerca de 1.284 km², equivalente a 34,1% da área da bacia. Embora com área de influência menor em comparação com a estação Arrojolândia, essa estação também apresenta peso considerável no cálculo das médias ponderadas.

Por outro lado, a estação Correntina apresentou a menor área de influência, abrangendo aproximadamente 817 km²,

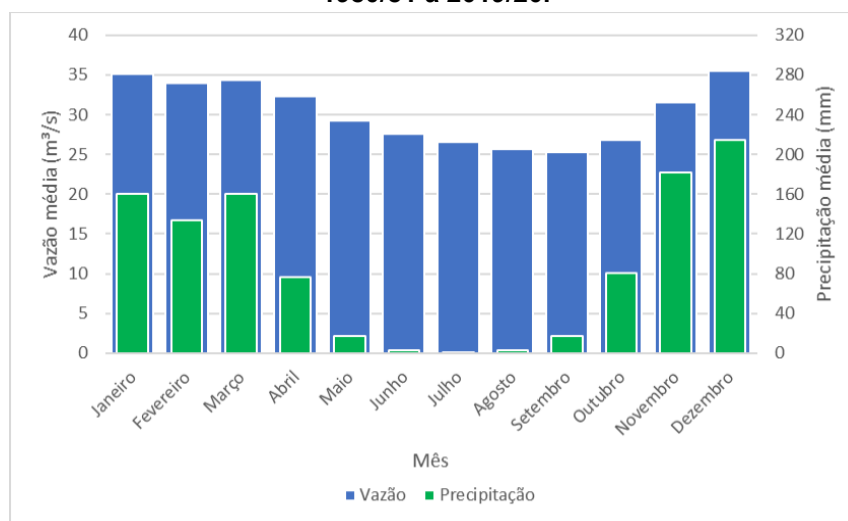
correspondente a 21,7% da área da bacia. Isso indica que essa estação é considerada representativa de uma área mais limitada dentro da bacia, tendo menor peso no cálculo das médias ponderadas de precipitação.

Em geral, os maiores volumes precipitados na região oeste da Bahia, com média anual superior a 1.200 mm ano⁻¹, ocorrem na sua porção oeste, próximo à divisa com os estados de Goiás e Tocantins, região onde a estação Fazenda Planalto

está situada. A leste, na região onde a estação Correntina está situada, os volumes precipitados são menores, podendo chegar a valores inferiores a 1.000 mm ano⁻¹ (Pousa *et al.*, 2019).

Na Figura 3, são apresentadas as médias mensais de precipitação e vazão na bacia do rio Correntina, considerando o período hidrológico de 1980-81 a 2019-20. A análise dos dados revela padrões sazonais distintos ao longo do ano.

Figura 3: Médias mensais de precipitação e vazão na bacia do rio Correntina – 1980/81 a 2019/20.



Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados hidrológicos obtidos no Portal Hidroweb (ANA, 2023).

Analisando-se a Figura 3, observa-se que a vazão média mensal do rio Correntina apresentou um aumento gradual a partir do mês de outubro, indicando um aumento progressivo no fluxo de água na bacia. Esse aumento na vazão coincidiu com o início do período chuvoso, pois a partir do mês de outubro as precipitações também se intensificam na bacia.

Na bacia do rio Correntina, tanto a vazão quanto a precipitação média mensal atingem seus valores máximos em dezembro, sugerindo que esse é o período de maior disponibilidade hídrica na bacia. Essa coincidência entre os picos de precipitação e vazão indica uma relação direta entre as chuvas e o aumento do escoamento na bacia.

Por outro lado, o período de estiagem foi caracterizado pelas menores médias mensais de precipitação, que ocorreram de maio a setembro. Esses meses representam um período de escassez de chuvas na região, levando a uma redução nos níveis de água e, conseqüentemente,

à diminuição da vazão média na bacia.

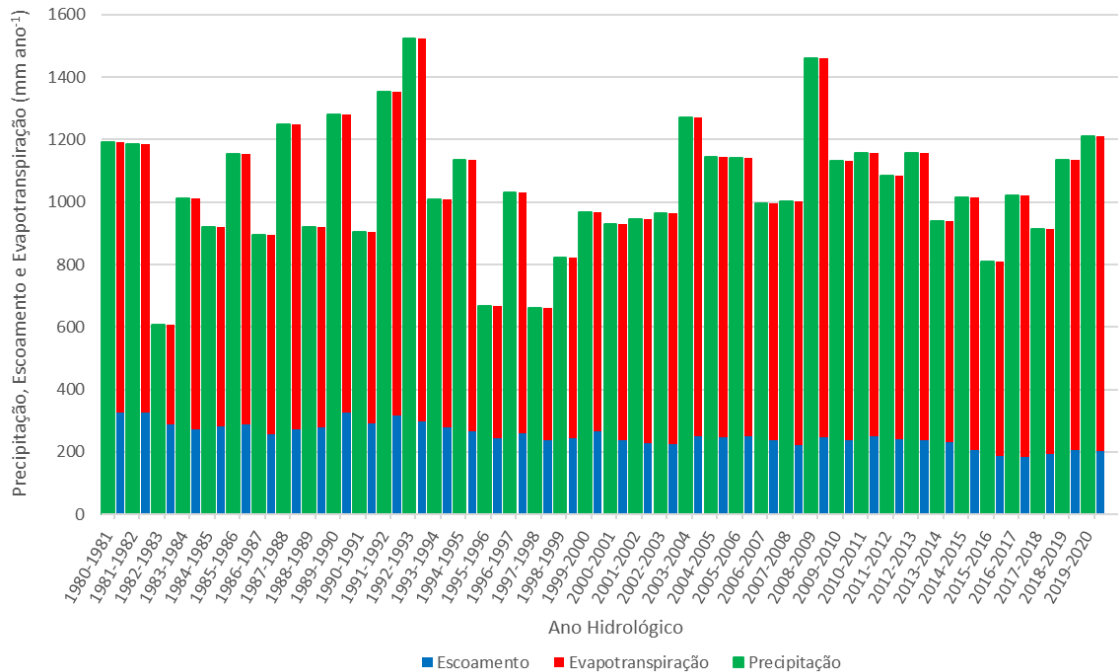
Dentre os meses de estiagem, setembro destacou-se como o mês de menor vazão média. Isso indica que, nesse período, os recursos hídricos na bacia do rio Correntina estão em seu estado mais crítico, com baixa disponibilidade de água nos cursos d'água. No entanto, percebe-se que a amplitude de variação das vazões médias mensais é bastante inferior à amplitude de variação das precipitações médias mensais, evidenciando o importante papel desempenhado pelo SAU como regulador das vazões dos afluentes da margem esquerda do médio rio São Francisco. A infiltração da água da chuva nas áreas planas e elevadas da região, onde ocorrem latossolos de textura arenosa de alta porosidade e permeabilidade, possibilita a recarga do aquífero e a manutenção das vazões desses rios nos períodos de estiagem (GASPAR *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2021).

Na Figura 4, são apresentados os valores totais anuais de precipitação, escoamento e

evapotranspiração na bacia do rio Correntina, considerando o período de 1980/81 a 2019/20. Pela figura, percebe-se a sazonalidade associada a essas variáveis hidrológicas, principalmente no

que tange à precipitação, que oscilou entre 606 mm ano⁻¹ e 1525 mm ano⁻¹ no período avaliado. Já o escoamento oscilou de 183 mm ano⁻¹ a 327 mm ano⁻¹ no mesmo período.

Figura 4: Balanço hídrico na bacia do rio Correntina - 1980/81 a 2019/20.



Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados hidrológicos obtidos no Portal Hidroweb (ANA, 2023).

A precipitação média anual na bacia do rio Correntina, no período de 1980-81 a 2019-20, foi de 1048 mm. Essa medida representa a média da quantidade de água precipitada anualmente na bacia, fornecendo informações sobre a disponibilidade de água proveniente das chuvas.

O escoamento médio anual na bacia do rio Correntina, durante o período analisado, foi de 254 mm. Esse valor indica a quantidade média de água que flui através dos cursos d'água na bacia. Essa medida é relevante para compreender a quantidade de água disponível para usos diversos, como abastecimento, irrigação e geração de energia.

Em relação à evapotranspiração média anual, observou-se um valor de 794 mm para o mesmo período. Esse valor representa a média da quantidade de água que retorna à atmosfera por meio da evaporação e da transpiração das plantas. A evapotranspiração é um processo importante que influencia a disponibilidade de água na bacia, pois representa a quantidade de água que é perdida para a atmosfera.

Com base nos valores apresentados, foi possível calcular o coeficiente de escoamento de

longo prazo médio da bacia, que foi de 0,24. Esse coeficiente representa a proporção média da lâmina precipitada na bacia que se transforma em escoamento. No caso da bacia do rio Correntina, em média, 24% da água precipitada na forma de chuva se converteu em escoamento no período analisado, contribuindo para a vazão dos rios.

No entanto, como pode ser visualizado na Figura 5, o coeficiente de escoamento de longo prazo da bacia do rio Correntina sofreu notável redução no decorrer dos 40 anos avaliados, atingindo, no último ano da série, o valor de 0,17, o que demonstra que a conversão de precipitação em escoamento no exutório da bacia vem diminuindo ao longo dos anos.

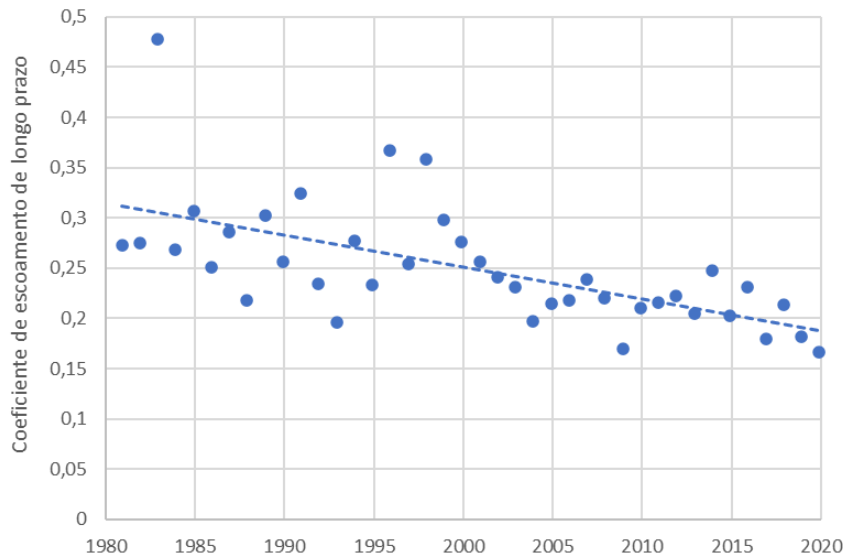
Silva *et al.* (2021) encontraram o mesmo comportamento para o coeficiente de escoamento de longo prazo na bacia do rio Pratudão, outro importante afluente do rio Corrente, sugerindo que esse comportamento está relacionado com o aumento das áreas de cultivo de soja irrigada na bacia.

Na Figura 6, são apresentadas as precipitações totais mensais para a bacia do rio Correntina no período analisado. Pela figura,

percebe-se, mais uma vez, a sazonalidade da precipitação na bacia. Por outro lado, a linha de tendência aproximadamente horizontal associada aos dados revela que não houve, no período de 1980-81 a 2019-20, redução da precipitação na

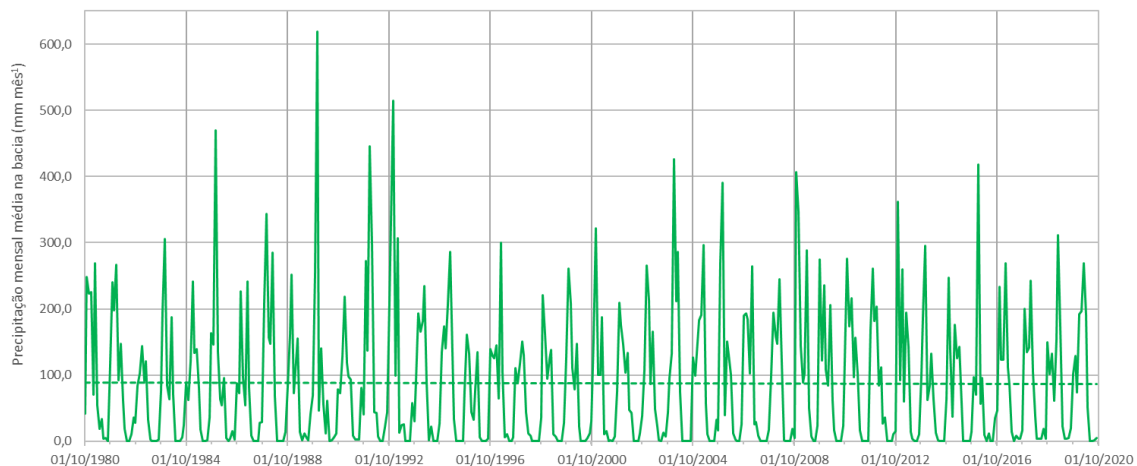
bacia. Esse comportamento tem sido verificado por outros autores na bacia do rio Corrente, identificando mudanças pequenas ou quase inexistentes no regime de precipitação na região (POUSA *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2019).

Figura 5: Coeficiente de escoamento de longo prazo na bacia do rio Correntina - 1980/81 a 2019/20.



Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados hidrológicos obtidos no Portal Hidroweb (ANA, 2023).

Figura 6: Precipitações totais mensais para a bacia do rio Correntina - 1980/81 a 2019/20.



Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados hidrológicos obtidos no Portal Hidroweb (ANA, 2023).

A despeito da manutenção do regime das chuvas na região, chama atenção o comportamento das vazões médias mensais na bacia. Como pode ser visualizado na Figura 7, houve uma clara redução nas vazões médias entre os anos hidrológicos de 1980/81 a 2019/20, conforme denota a linha de tendência associada

aos dados. A vazão partiu de um valor médio de $37,2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ no início da série para $24,1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ no final dos 40 anos avaliados, representando uma diminuição de aproximadamente 35% nas vazões do rio Correntina ao longo do período estudado.

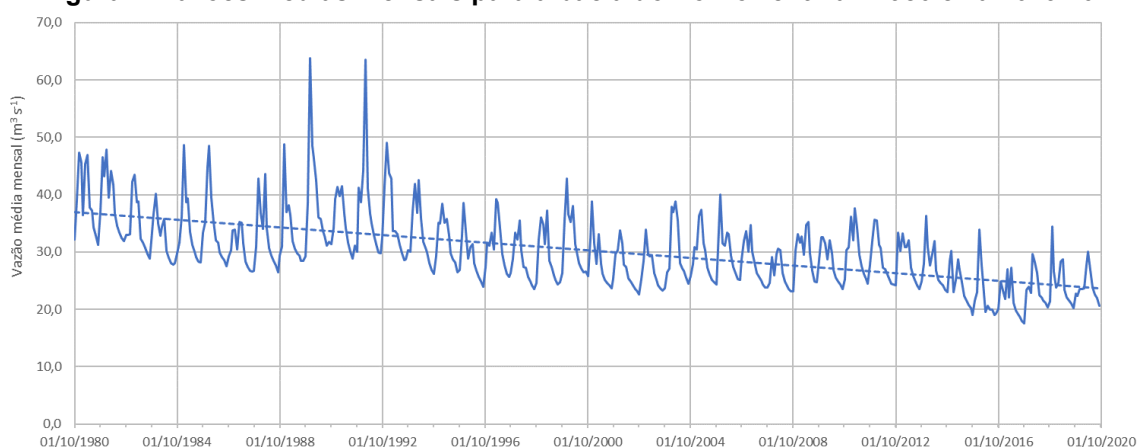
Uma possível explicação para a redução nas vazões da bacia do rio Correntina é o aumento da

demanda de água na bacia, especialmente devido às atividades agropecuárias que foram sendo instaladas na região a partir da década de 1980. O uso intensivo de água nessas atividades, como a irrigação de cultivos e a dessedentação animal, pode resultar em uma redução significativa da vazão dos rios, mesmo com a manutenção das chuvas, devido ao aumento da evapotranspiração. Esse aumento explicaria a redução no coeficiente de escoamento de longo prazo da bacia, conforme evidenciado na Figura 5.

Analisando o comportamento das vazões no

rio Correntina e sua relação com o uso e ocupação do solo, Ferraz *et al.* (2020) verificaram redução nas vazões máximas, médias e mínimas na bacia, entre 1980 e 2020. No estudo, observou-se um crescimento expressivo da área agrícola na bacia a partir do ano de 1995, aliado à redução da sua cobertura natural. Além disso, verificou-se, por meio de testes estatísticos, que o ano de mudança abrupta na série de vazões foi 2000, indicando que a redução da vazão pode estar relacionada com a mudança no uso do solo.

Figura 7: Vazões médias mensais para a bacia do rio Correntina - 1980/81 a 2019/20.



Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados hidrológicos obtidos no Portal Hidroweb (ANA, 2023).

Uma possível explicação para a redução nas vazões da bacia do rio Correntina é o aumento da demanda de água na bacia, especialmente devido às atividades agropecuárias que foram sendo instaladas na região a partir da década de 1980. O uso intensivo de água nessas atividades, como a irrigação de cultivos e a dessedentação animal, pode resultar em uma redução significativa da vazão dos rios, mesmo com a manutenção das chuvas, devido ao aumento da evapotranspiração. Esse aumento explicaria a redução no coeficiente de escoamento de longo prazo da bacia, conforme evidenciado na Figura 5.

Analisando o comportamento das vazões no rio Correntina e sua relação com o uso e ocupação do solo, Ferraz *et al.* (2020) verificaram redução nas vazões máximas, médias e mínimas na bacia, entre 1980 e 2020. No estudo, observou-se um crescimento expressivo da área agrícola na bacia a partir do ano de 1995, aliado à redução da sua cobertura natural. Além disso, verificou-se, por meio de testes estatísticos, que o ano de mudança abrupta na série de vazões foi 2000, indicando que a redução da vazão pode estar relacionada com a

mudança no uso do solo.

A redução das vazões mínimas observada por Ferraz *et al.* (2020) pode estar associada à redução na capacidade de infiltração dos solos devido à conversão de áreas naturais em áreas agrícolas, reduzindo a quantidade de água armazenada no aquífero. Conforme apontam Dionizio e Costa (2019), o desmatamento para a expansão das áreas agrícolas pode alterar os padrões de movimento da água no solo, reduzindo a sua capacidade de infiltração.

Esses dados ressaltam a importância de um monitoramento contínuo do balanço hídrico e a realização de estudos detalhados sobre o uso e ocupação do solo, levando em consideração as vazões outorgadas na bacia. Somente por meio de uma abordagem integrada, que considera tanto os aspectos hidrológicos quanto os fatores humanos, será possível garantir a preservação dos recursos hídricos nos próximos anos.

Diante da importância estratégica do rio Corrente e da bacia hidrográfica do rio Correntina para a segurança hídrica da região, é necessário estabelecer políticas públicas e práticas

sustentáveis que promovam o uso consciente e a gestão eficiente dos recursos hídricos. Isso envolve a implementação de medidas como o estabelecimento de áreas de proteção ambiental, o incentivo ao uso de técnicas de irrigação mais eficientes, a promoção da recuperação de áreas degradadas, a utilização de critérios restritivos para a concessão de outorgas, a fiscalização das vazões retiradas pelos empreendimentos e a conscientização da sociedade sobre a importância da preservação dos recursos hídricos.

4. CONCLUSÕES

No período compreendido entre os anos hidrológicos de 1980/81 a 2019/20, não foi observada tendência de redução nos totais precipitados na bacia do rio Correntina. No entanto, nesse mesmo período, houve redução da conversão de precipitação em escoamento na bacia, com diminuição de aproximadamente 35% nas vazões médias mensais no decorrer dos 40 anos avaliados.

Os resultados obtidos estão em consonância com outros estudos realizados na bacia do rio Corrente, e apontam para uma redução na disponibilidade hídrica na bacia, possivelmente associada à expansão agrícola e às decorrentes alterações no uso e ocupação do solo.

A partir dos resultados obtidos, recomenda-se a realização de estudos complementares que relacionem o uso e ocupação do solo na bacia com as alterações no comportamento das suas variáveis hidrológicas, buscando compreender em detalhes as alterações ocorridas e seu impacto sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Além disso, sugere-se a avaliação das quantidades outorgadas e efetivamente retiradas dos corpos hídricos, a fim de verificar sua contribuição para a redução das vazões na bacia.

Essas abordagens científicas e análises mais abrangentes serão cruciais para garantir a preservação e a disponibilidade dos recursos hídricos na bacia do rio Correntina, bem como para orientar a implementação de medidas efetivas de gestão sustentável.

REFERÊNCIAS

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Portal HidroWeb**: HidroWeb v3.2.7. Disponível em: <<https://www.snirh.gov.br/hidroweb>> Acesso em 10 de janeiro de 2023.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. (org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2000, p. 177-242.

COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para Engenharia e Ciências Ambientais**. Porto Alegre: ABRH, 2013. 350 p.

COSTA, D. J. L.; CÓRDOBA, R. E.; AKUTSU J.; BARRETO, R.; SANTOS, L. B. Medição do consumo de água em propriedades rurais: desafios e alternativas tecnológicas. In: PALHARES, J. C. P. (editor técnico). **Produção animal e recursos hídricos: uso da água nas dimensões quantitativa e qualitativa e cenários regulatórios e de consumo**. Brasília, DF. EMBRAPA, 2021. p. 97-156.

DIONIZIO, E. A.; COSTA, M. H. Influence of Land Use and Land Cover on Hydraulic and Physical Soil Properties at the Cerrado Agricultural Frontier. **Agriculture**, v. 9., n. 1, 2019.

EGER, G. Z. S.; SILVA JUNIOR, G. C.; MARQUES, E. A. G.; LEÃO, B. R. C.; ROCHA, D. G. T. B.; GILMORE, T. E.; AMARAL, L. G. H.; SILVA, J. A. O.; NEALE, C. Recharge assessment in the context of expanding agricultural activity: Urucuia Aquifer System, western state of Bahia, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 112, n. 1, 2021.

ENGELBRECHT, B. Z.; CHANG, H. K. Simulação numérica do fluxo de águas do Sistema Aquífero Urucuia na bacia hidrogeológica do rio Corrente (BA). **Águas Subterrâneas**, v. 29, n. 2, p. 244-256, 2015.

FERRAZ, L. L.; SOUSA, L. F.; SANTOS, C. A. S.; ROCHA, F. A. Análise temporal do uso do solo e recursos hídricos em uma sub-bacia do trecho médio do São Francisco. In: SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO, 3., 2020, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte, MG: SBHSF, 2020.

INEMA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2017. Portal GeoBahia. Disponível em: <<http://geobahia.inema.ba.gov.br>>. Acesso em: 18 de setembro de 2022.

GONÇALVES, R. D. ENGELBRECHT, B. Z.; CHANG, H. K. Evolução da contribuição do Sistema Aquífero Urucuia para o Rio São Francisco, Brasil. **Águas Subterrâneas**, v. 32, n. 1, p. 1-10, 2018.

LAGE, C.; PEIXOTO, H.; VIEIRA, C. M. B. Aspectos da vulnerabilidade ambiental na Bacia do Rio Corrente-BA. **GeoTextos**, v. 4, 2008.

LECOMTE, K. L.; BICALHO, C. C.; SILVA-FILHO, E. V. Geochemical characterization in karst basin tributaries of the San Franciscan depression: The Corrente River, western Bahia, NE-Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 69, p. 119-130, 2016.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. Recursos Hídricos do Bioma Cerrado: importância e situação. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (eds. técnicos) **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, v.1. DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008, p. 89-106.

MUGGLER, C. C.; CURI, N.; SILVA, M. L. N.; LIMA, J. M. Características pedológicas de ambientes agrícolas nos chapadões do Rio Corrente, sudoeste da Bahia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 3, p. 221-232, 1996.

OLIVEIRA, R. S.; BEZERRA, L.; DAVIDSON, E. A.; PINTO, F.; KLINK, C. A.; NEPSTAD, D. C.;

MOREIRA, A. Deep root function in soil water dynamics in cerrado savannas of central Brazil. **Functional Ecology**, v. 19, n. 4, p. 574-581, 2005.

PEIXOTO, A. L.; LUZ, J. R. P.; BRITO, M. A. (org.). **Conhecendo a biodiversidade**. Brasília: MCTIC, CNPq, PPBio, 2016.

POUSA, R.; COSTA, M. H.; PIMENTA, F. M.; FONTES, V. C.; BRITO, V. F. A.; CASTRO, M. Climate change and intense irrigation growth in Western Bahia, Brazil: The urgent need for hydroclimatic monitoring. **Water**, v. 11, n. 5, p. 933, 2019.

QGIS Development Team. **QGIS Geographic Information System: Open Source Geospatial Foundation Project**. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>. Acesso em: 18 de setembro de 2022.

SILVA, A. L.; SOUZA, S. A.; COELHO FILHO, O.; ELOY, L.; SALMONA, Y. B.; PASSOS, C. J. S. Water appropriation on the agricultural frontier in western Bahia and its contribution to streamflow reduction: revisiting the debate in the Brazilian Cerrado. **Water**, v. 13, n. 8, p. 1054, 2021.

USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Earth Explorer**. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em 09 de janeiro de 2023.