

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

THAMYRES CARDOSO CHAVES OLIVEIRA

**TAMANHO IDEAL DE SÉRIES HISTÓRICAS DE VAZÕES: UMA ABORDAGEM
CONSIDERANDO PARÂMETROS DE MÉDIAS E VAZÕES MÍNIMAS DE
REFERÊNCIAS**

Poços de Caldas/MG

2021

THAMYRES CARDOSO CHAVES OLIVEIRA

TAMANHO IDEAL DE SÉRIES HISTÓRICAS DE VAZÕES: UMA ABORDAGEM
CONSIDERANDO PARÂMETROS DE MÉDIAS E VAZÕES MÍNIMAS DE
REFERÊNCIAS

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Alfenas. Linha de Pesquisa: Recursos Hídricos e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Aparecido Gonçalves

Poços de Caldas/MG

2021

Dados internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca campus Poços de Caldas

O410t Oliveira, Thamyres Cardoso Chaves.
Tamanho ideal de séries históricas de vazões: uma abordagem considerando parâmetros de médias e vazões mínimas de referências. / Thamyres Cardoso Chaves Oliveira – Poços de Caldas /MG, 2021.
128 f.-

Orientador: Flávio Aparecido Gonçalves.
Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia Ambiental) –
Universidade Federal de Alfenas– Campus de Poços de Caldas, 2021.
Bibliografia

1. Ciclo hidrológico. 2. Bacia hidrográfica. 3. Gestão de recursos hídricos.
I. Gonçalves, Flávio Aparecido. II. Título.

CDD - 628.1

THAMYRES CARDOSO CHAVES OLIVEIRA

**TAMANHO IDEAL DE SÉRIES HISTÓRICAS DE VAZÕES: UMA ABORDAGEM
CONSIDERANDO PARÂMETROS DE MÉDIAS E VAZÕES MÍNIMAS DE REFERÊNCIAS**

A Banca examinadora abaixo-assinada aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Recursos Hídricos e Meio Ambiente.

Aprovada em: 30 de agosto de 2021

Prof. Dr. Flávio Aparecido Gonçalves
Instituição: Universidade Federal de Alfenas

Prof(a). Dr(a). Thais Emanuelle Monteiro dos Santos
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Prof. Dr. Alexandre Silveira
Instituição: Universidade Federal de Alfenas



Documento assinado eletronicamente por **Flávio Aparecido Gonçalves, Professor do Magistério Superior**, em 14/10/2021, às 14:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alexandre Silveira, Professor do Magistério Superior**, em 14/10/2021, às 16:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **THAIS EMANUELLE MONTEIRO DOS SANTOS SOUZA, Usuário Externo**, em 14/10/2021, às 22:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0612903** e o código CRC **DFE861F8**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida, e por me capacitar com inteligência, dedicação e motivação durante todos os meus dias, e em especial, nessa etapa que acabo de concluir no mestrado.

Agradeço a minha família: aos meus pais, Paulo e Miriã, pela dedicação e cuidado durante toda a minha vida, por terem me criado com princípios e valores, baseados na Verdade, e por todo o suporte, direta e indiretamente, para a conclusão da dissertação, e a minha irmã, Paula Caroline, a irmã mais velha que sempre esteve e se mantém presente, cuidando, zelando, ajudando e me incentivando a buscar sempre mais.

Ao Flávio, meu orientador desde a Iniciação Científica em 2017, depois no TCC da graduação e agora na dissertação do mestrado. Obrigada por todo incentivo e confiança nesses anos.

Agradeço ao César Valentino por sua atenção e ajuda com a criação de programinhas no CodeBlocks que facilitaram (e muito!) o trabalho com os dados brutos das séries históricas. Sem esses programas, muito provavelmente, eu não conseguiria cumprir toda a metodologia sequer para a metade das 54 estações fluviométricas que escolhi.

Agradeço a Bruna Aniceto, por ter me dado não só uma mãozinha, mas as duas mãos na etapa de preparo e manipulação dos dados conforme a metodologia, que possui várias e demoradas etapas até o resultado final.

Aos amigos e familiares que de alguma forma estiveram presentes, se preocupando comigo, me animando, torcendo por mim e fazendo meus dias melhores. De maneira muito especial, à minha prima Priscilla que se tornou mais que amiga pra mim. Suas orações e presença me fortaleceram quando mais precisei, me ajudando a manter no Caminho, e a Wendi por ter me incentivado tanto a me inscrever na prova seletiva do mestrado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Agradeço também a FAPEMIG pela concessão de bolsa desde o meu primeiro semestre no mestrado, a UNIFAL pela oportunidade de estudo e a todos os professores e profissionais que fizeram parte da minha formação.

A todos vocês, meu MUITO OBRIGADA!!!

“Se alguém tem sede, venha a mim e beba. Quem crer em mim, como diz a Escritura, do seu interior fluirão rios de água viva.” – Jesus.

(João 7. 37b e 38, NVI)

RESUMO

O presente trabalho procura contribuir com o conhecimento do regime hidrológico, muito importante para a tomada de decisões acerca do gerenciamento dos recursos hídricos disponíveis em uma bacia hidrográfica. O uso de séries históricas de registros hidrológicos é uma das ferramentas base para tal gestão, pois fornece informações sobre disponibilidade hídrica, verificação de tendências ao longo dos anos, além de serem essenciais para o dimensionamento de obras hidráulicas e para a gestão dos recursos hídricos, entre outros. Contudo, diversas regiões não possuem registros históricos com número de dados suficientes para se realizar estes estudos. Por isso, muitas vezes, se trabalhar com séries com muitos anos de registros de dados diários não é possível. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho definir o tamanho de série amostral ideal para séries históricas de vazões mínimas, máximas e médias. Para isso, foram utilizadas 19 estações fluviométricas da Região Hidrográfica Paraná (RHP) e outras 35 da Região Hidrográfica São Francisco (RHSF), totalizando 54 estações, com o critério de possuir, no mínimo, 50 anos de registro de dados diários. Foram geradas séries de mínimas, máximas e médias anuais para cada uma das estações. Para a série de mínimas, aplicou-se os testes não-paramétricos de aleatoriedade, estacionariedade, independência e homogeneidade com a finalidade de verificar se as estações são aptas a serem trabalhadas com distribuições de probabilidade. Em seguida, o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado com a finalidade de verificar a melhor distribuição ajustada para cada estação. As séries de vazões mínimas foram analisadas a partir de Q_7 , $Q_{7,10}$, $Q_{90\%}$ e média. As séries de vazões máximas e médias foram analisadas por meio da $Q_{90\%}$ e das médias. Para todos os casos, foram analisadas as séries completas (com todos os anos disponíveis na série histórica original) e as séries parciais (constituídas aleatoriamente com tamanhos pré-definidos de 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; e 90% da série completa, além da normal climatológica). Os resultados das séries parciais foram confrontados com os resultados das séries completas por meio de dois testes, a saber: PBIAS; e teste "t" de Student, a fim de verificar a diferença estatística entre elas. Para os parâmetros analisados com as séries de vazões mínimas, séries com tamanhos a partir de oito anos de dados se mostraram semelhantes estatisticamente aos resultados obtidos com as séries completas. Em relação às vazões de máxima e média, a análise do parâmetro média das séries parciais se mostrou estatisticamente próxima das séries completas a partir de sete anos de dados. Para a análise de $Q_{90\%}$, contudo, houve grande variação dos resultados, inclusive para as séries maiores e para as normais climatológicas. Neste caso específico, verificou-se que quanto maior a série utilizada, melhor.

Palavras-chave: ciclo hidrológico; gestão de recursos hídricos; bacia hidrográfica.

ABSTRACT

The present study seeks to contribute to the knowledge of the hydrological regime, which is very important for making decision about the available water resources management in a hydrographic basin. The use of historical series of hydrological records is one of the basic tools for such management, as it provides informations of water availability, checking trends over the years, in addition to being essential for the dimensioning of hydraulic works and for the management of water resources, among others. However, several regions do not have historical records with enough data to carry out these studies. Therefore, working with series with many years of daily data records is often not possible. Thus, with this study, we aim to define the ideal sample series size for historical series of minimum, maximum and average flows. To do so, 19 fluviometric stations from the Paraná Hydrographic Region (RHP) and another 35 from the São Francisco Hydrographic Region (RHSF) were used, totaling 54 stations, with the criterion of having at least 50 years of daily data record. Series of minimums, maximums and averages annual flows were generated for each of the stations. For the series of minimum, the non-parametric tests of randomness, stationarity, independence and homogeneity were applied in order to verify if the stations are able to be worked with probability distributions. Then, the Kolmogorov-Smirnov adherence test was applied in order to verify the best fitted distribution for each station. The series of minimum flows were analyzed from Q_7 , $Q_{7,10}$, $Q_{90\%}$ and mean. The maximum and average flow series were analyzed using $Q_{90\%}$ and means. For all cases, the complete series (with all years available in the original historical series) and the partial series (randomly constituted with predefined sizes of 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; and 90% of the complete series, in addition to the climatological normal) were analyzed. The results of the partial series were compared with the results of the complete series through two tests, namely: PBIAS; and Student's "t" test, in order to verify the statistical difference between them. For the parameters analyzed with the series of minimum flow rates, series with sizes from eight years on of data were statistically similar to the results obtained with the complete series. Regarding the maximum and average flow rates, the analysis of the average parameter of the partial series was statistically close to the complete series from seven years on of data. For the analysis of $Q_{90\%}$, however, there was great variation in the results, including for the larger series and for climatological normals. In this specific case, it was noticed that the longer the series used, the better.

Keywords: hydrological cycle; water resource management; hydrographic basin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Demandas de uso da água no Brasil, por setor (%) e total sem considerar a evaporação dos reservatórios	15
Figura 2 – Evolução da retirada de água no Brasil por setor, 1931-2030, em $m^3.s^{-1}$	15
Figura 3 – Curva representativa do comportamento de uma variável x com distribuição normal, média μ e desvio padrão σ	26
Figura 4 – Curva representativa de uma variável hidrológica com distribuição Gumbel para máximos e a probabilidade de excedência de determinado valor xi	27
Figura 5 – Curva representativa de uma variável hidrológica com distribuição Gumbel para mínimos e a probabilidade de não excedência de determinado valor x	27
Figura 6 – Unidades hidrográficas da RH Paraná e principais cidades.....	29
Figura 7 – Unidades hidrográficas da RH do São Francisco e principais cidades	32
Figura 8 – Municípios com registros de ocorrência de secas ou estiagens entre 2003 e 2013	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados para a série de Q_7 ($m^3.s^{-1}$).....	95
Tabela 2 – Valores calculados de $Q_{7,10}$ ($m^3.s^{-1}$), diferença percentual e distribuição de probabilidade utilizada.....	99
Tabela 3 – Resultados para a série de vazões mínimas anuais ($m^3.s^{-1}$).....	102
Tabela 4 – Valores de $Q_{90\%}$ ($m^3.s^{-1}$), média da série, média mais próxima da média da série com seu respectivo ano e diferença percentual. Vazões mínimas.....	106
Tabela 5 – Resultados para a série de vazões máximas anuais ($m^3.s^{-1}$).....	111
Tabela 6 – Valores de $Q_{90\%}$ ($m^3.s^{-1}$), média da série, média mais próxima da média da série com seu respectivo ano e diferença percentual. Vazões máximas.....	115
Tabela 7 – Resultados para a série de vazões médias anuais ($m^3.s^{-1}$).....	120
Tabela 8 – Valores de $Q_{90\%}$ ($m^3.s^{-1}$), média da série, média mais próxima da média da série com seu respectivo ano e diferença percentual. Vazões médias.....	124

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
OMM	Organização Meteorológica Mundial
PBIAS	Percent Bias (diferença percentual)
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
Q ₇	Vazão mínima de sete dias consecutivos
Q _{7,10}	Vazão mínima de referência com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos.
Q _{90%}	Vazão de permanência em 90% do tempo
RH	Região Hidrográfica
RHN	Rede Hidrometeorológica Nacional
RHP	Região Hidrográfica Paraná
RHSF	Região Hidrográfica São Francisco
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
WMO	World Meteorological Organization

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	A ÁGUA E SEU USO	14
2.2	GESTÃO INTEGRADA DO RECURSO HÍDRICO	16
2.3	A POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS	16
2.4	NORMAL CLIMATOLÓGICA	20
2.5	MONITORAMENTO HIDROLÓGICO	22
2.6	SÉRIES DE VAZÕES MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS	23
2.7	TESTES NÃO-PARAMÉTRICOS	24
2.7.1	Hipótese de aleatoriedade	24
2.7.2	Hipótese de estacionariedade	24
2.7.3	Hipótese de independência	25
2.7.4	Hipótese de homogeneidade	25
2.8	TESTE DE ADERÊNCIA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV E DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADE	25
2.8.1	Distribuição Normal	26
2.8.2	Distribuição Gumbel para Máximos	26
2.8.3	Distribuição Gumbel para Mínimos	27
2.8.4	Distribuição Log Normal	28
2.9	DIFERENÇA PERCENTUAL PBIAS E TESTE “T” DE STUDENT	28
2.10	CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA PARANÁ	29
2.11	CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA SÃO FRANCISCO	31
2.12	ARTIGO 1 – TAMANHO IDEAL DE SÉRIES HISTÓRICAS DE VAZÕES MÍNIMAS ANUAIS E SUAS APLICAÇÕES EM ESTUDOS HIDROLÓGICOS	35
2.13	ARTIGO 2 – TAMANHO IDEAL DE SÉRIES HISTÓRICAS DE VAZÕES MÁXIMAS E MÉDIAS ANUAIS E SUAS APLICAÇÕES EM ESTUDOS HIDROLÓGICOS	65
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
	REFERÊNCIAS	90
	APÊNDICE A – INFORMAÇÕES DETALHADAS DE CADA ESTAÇÃO	94

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento do regime hidrológico de determinada localidade é uma informação básica para tomada de decisões acerca do planejamento ambiental e do uso dos recursos hídricos da bacia hidrográfica para diversos e conflitantes fins. O uso de séries históricas de dados fluviométricos tem se mostrado uma ferramenta importante para vários estudos, como avaliação da disponibilidade hídrica, verificação de tendências dos componentes hidrológicos ao longo dos anos em determinada localidade, além de fornecer informações básicas para grandes e importantes projetos hidráulicos tais como barragens, reservatórios, sistemas de drenagem urbana, dentre outros.

A precisão dos resultados de projeções climáticas futuras depende tanto da quantidade quanto da qualidade dos dados registrados nas séries históricas. No caso específico de monitoramento climático a longo prazo, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) estabelece o período de 01 de Janeiro de 1961 a 31 de Dezembro de 1990 como período de referência, e assim deve permanecer até que, por motivos científicos, esse período aumente (WMO nº 1203, 2017).

Embora existam estações com muitos anos de registros diário de dados (algumas com 100 anos de dados) no Brasil, a grande maioria ainda apresenta várias falhas nestes registros, interrupções de coleta de dados por longo período de tempo e até mesmo de forma definitiva. Assim, em localidades específicas, muitas vezes não é possível a utilização de séries de longo período e completas, com dados suficientes para o cálculo de uma normal climatológica de referência, ou a padrão, conforme orientado pela OMM.

O presente estudo foi realizado com dados fluviométricos de duas Regiões Hidrográficas, a saber: Região Hidrográfica Paraná (RHP) e Região Hidrográfica São Francisco (RHSF). Juntas, elas abrangem cerca de 17% do território brasileiro, em dez estados, além do Distrito Federal: Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe. A RHP foi escolhida por afinidade da autora com estudo anterior realizado na Bacia do Rio das Velhas, pertencente à RHP. Já a RHSF foi escolhida por se encontrar um número satisfatório de estações fluviométricas que atendessem aos critérios estabelecidos para o estudo.

Justifica-se a importância de estudos tais como este aqui apresentado devido

à dificuldade de se obter séries histórica de longo período de dados. Assim, o objetivo geral do trabalho foi definir o tamanho de série amostral ideal para séries históricas de dados fluviométricos de vazões mínimas, máximas e médias, e como objetivos específicos:

- a) obter séries históricas de longo período de dados de vazão (mínimo 50 anos completos);
- b) construir séries amostrais de vazão, com tamanhos de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90% do tamanho da série completa, além da normal climatológica;
- c) calcular médias, $Q_{7,10}$ e $Q_{90\%}$ para cada série amostral e comparar com os resultados obtidos por meio da série completa;
- d) indicar o tamanho de série amostral ideal para cada tipo de série; e
- e) apresentar uma metodologia aplicável em qualquer bacia ou região hidrográfica.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A ÁGUA E SEU USO

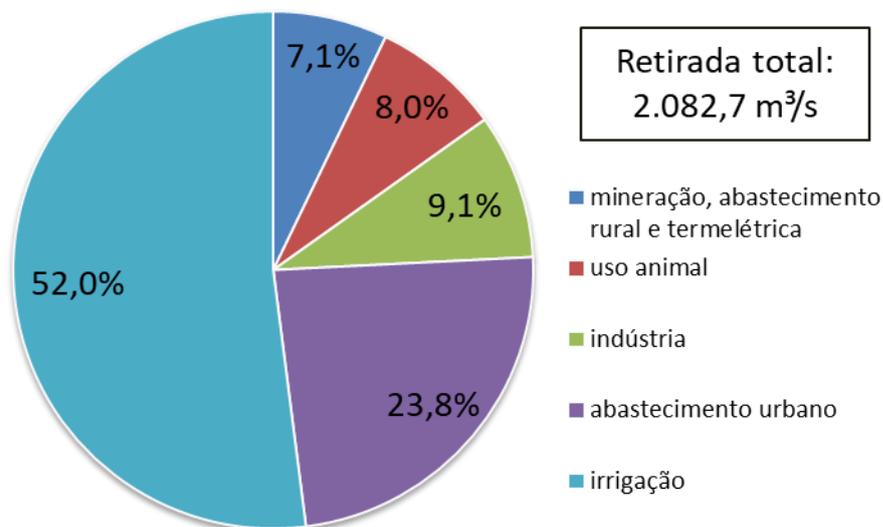
Não existe vida sem água. Como dizia o primeiro filósofo da antiga Grécia (século VI a.C.), Tales de Mileto, “tudo é água” (BRUNI, 1993). Utiliza-se para higiene do corpo, limpeza e preparo de alimentos, para saciar a sede, limpeza e ordem doméstica, dessedentação de animais, cultivo de plantas, recreação e lazer, e tantos outros usos diários e imprescindíveis para a manutenção da vida na terra. Além disso, todo ser vivo, seja o homem, os animais ou as plantas, não só não podem viver sem água, como são constituídos principalmente por água. Cerca de 50-60% de toda massa corpórea humana é constituída de água (MAUGHAN, 2003). O mesmo ocorre nos animais e vegetais: um elefante contém cerca de 70% de água, e um tomate 95% (BRUNI, 1993). Além disso, o tempo de sobrevivência sem ingestão de água varia entre apenas três e cinco dias, enquanto que sem alimento esse tempo é de mais de um mês (BBC NEWS, 2016; BRUNI, 1993).

A importância da água não se limita a questões biológicas. A história mostra que as civilizações se solidificaram e cresceram onde havia disponibilidade abundante da mesma, como por exemplo, as civilizações às margens do rio Nilo, no Egito. O mesmo pode ser percebido nos dias de hoje, no meio urbano. Toda cidade requer um sistema de abastecimento de água, retirando-a de mananciais, e de um sistema de esgotamento sanitário, com a finalidade de retornar a água captada de volta para o corpo hídrico (FABER, 2011).

Assim como biológica e historicamente, a água tem papel fundamental também na economia. No Brasil, mais de 60% de toda a água utilizada destina-se à irrigação e à indústria, como apresentado na Figura 1. Considerando todos os usos da água (irrigação, abastecimento urbano, indústria, abastecimento rural, mineração, termelétrica e uso animal), retira-se uma vazão de mais de $2.082 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ de água nos corpos hídricos no Brasil, ou seja, mais de dois milhões de litros de água por segundo.

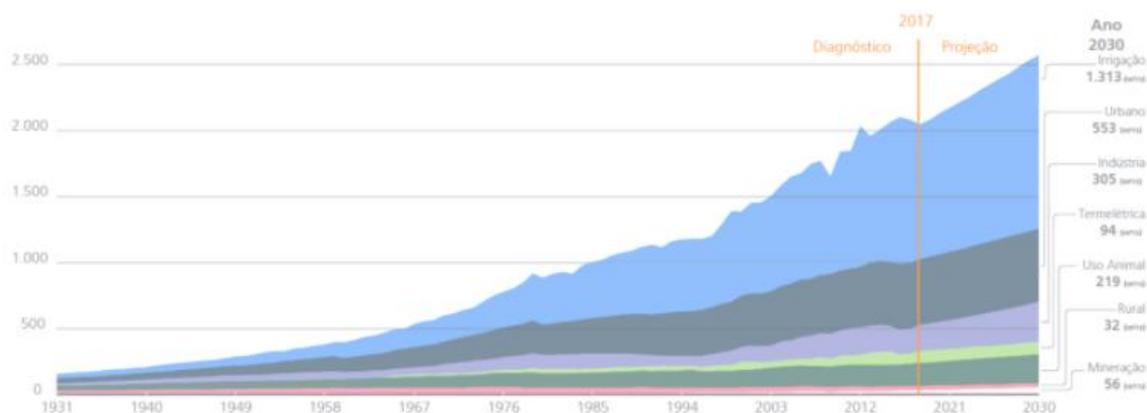
A demanda hídrica por setor deve crescer ainda mais nos próximos anos. Como indicado na Figura 2, a vazão de consumo de água cresceu em todos os setores citados desde 1931 até os dias presentes, e a projeção para os próximos anos é que essa curva cresça ainda mais, exceto no setor rural (ANA, 2019).

Figura 1 – Demandas de uso da água no Brasil, por setor (%) e total sem considerar a evaporação dos reservatórios



Fonte: do autor. Adaptado de ANA (2019).

Figura 2 – Evolução da retirada de água no Brasil por setor, 1931-2030, em m³.s⁻¹



Fonte: ANA, 2019.

Além da crescente demanda de água ano a ano, observa-se também a degradação antrópica das fontes de água. O aumento de descargas de efluentes urbano e industrial, o uso incorreto do solo e de produtos agrícolas, a erosão hídrica, o desmatamento e a mineração são considerados os principais responsáveis pelo prejuízo à qualidade das águas. Portanto, o aumento do transporte de sedimentos, e

a contaminação química e orgânica da água são notáveis no que se refere à degradação dos recursos hídricos (RIBEIRO et al., 2011).

2.2 GESTÃO INTEGRADA DO RECURSO HÍDRICO

Dada a importância da água para a vida e de sua finitude, percebe-se a necessidade de se gerir tal recurso com sabedoria e prudência, pensando não apenas na disponibilidade hoje, mas também na disponibilidade futura, em quantidade e qualidade suficientes para suprir as necessidades das próximas gerações. Contudo, essa gestão dos recursos hídricos não deve ser considerada tarefa apenas de uma administração pública setorializada, mas sim como gestão integrada.

Os diversos usos da água, com diferentes finalidades, por diferentes grupos, geram conflitos, já que os setores que a utilizam podem não estar de acordo entre si. Setores como a agricultura, a indústria, o transporte, o saneamento básico, a geração de energia elétrica, o uso recreativo, o interesse da população local, dentre outros, tem finalidades múltiplas para o recurso hídrico de uma mesma região. Assim, a gestão integrada dos recursos hídricos surge com o objetivo de “assegurar sua preservação, uso, recuperação e conservação em condições satisfatórias para os seus múltiplos usuários e de forma compatível com a eficiência e o desenvolvimento equilibrado e sustentável da região”, como explica Yassuda (1993).

2.3 A POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

O marco histórico no Brasil da gestão de recursos hídricos foi o Código das Águas, o qual foi instituído em 10 de junho de 1934, pelo decreto nº 24.643. Contudo, nessa época, as águas eram vistas primariamente de forma quantitativa apenas. Foi no fim do século XX que o conceito sustentável do gerenciamento dos recursos hídricos incluiu a notória importância da qualidade das águas, através da promulgação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PRUSKI, 2016).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), conhecida também como Lei das Águas, foi instituída em 08 de Janeiro de 1997, pela lei nº 9.433. Possui caráter descentralizador, pois integra a União e os estados, e de forma participativa, contando com comitês de bacias hidrográficas que incluem os usuários e a

sociedade civil nas discussões e decisões a respeito da água de determinada região. A PNRH de 1997, portanto, tornou a gestão dos recursos hídricos democrática, pois o antigo Código das Águas de 1934, centralizava as decisões no setor elétrico. Hoje, com a nova perspectiva, tem-se como uso prioritário das águas o abastecimento humano e a dessedentação animal. Esta lei também aborda a questão de infrações e penalidades advindas da utilização incorreta e imprópria dos recursos hídricos.

O Art. 1º da lei 9.433/97 (BRASIL, 1997), define os fundamentos da mesma em relação aos recursos hídricos, como bem de domínio público, finito, de valor econômico, com gestão democrática e descentralizada, visando os múltiplos usos:

- I - a água é um bem de domínio público;
- II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

A mesma lei tem como objetivos (Art. 2º):

- I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.
- IV - incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.

A PNRH possibilitou a criação do chamado Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (sigla SINGREH), o qual tem grande importância para a aplicação eficaz da PNRH. Tem como objetivos (Art. 32):

- I - coordenar a gestão integrada das águas;
- II - arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;
- III - implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;
- IV - planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;
- V - promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

Tal sistema é composto por vários conselhos, comitês e órgãos, cada qual com seus representantes e competências. São eles (Art. 33):

- I - o Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- I-A. - a Agência Nacional de Águas [e Saneamento Básico];
- II - os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;
- III - os Comitês de Bacia Hidrográfica;
- IV - os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos;
- V - as Agências de Água.

A Política Nacional de Recursos Hídricos não só criou o SINGREH e possibilitou uma gestão democrática e integrada dos recursos hídricos, como também estabeleceu importantes instrumentos de planejamento de gestão, de enquadramento dos corpos hídricos, de outorga e cobrança pelo uso da água, e de um sistema robusto de coleta de informações importantes a respeito dos recursos hídricos em vários locais do Brasil. De acordo com o capítulo IV da citada lei, artigo 5º, os instrumentos da PNRH são:

- I - os Planos de Recursos Hídricos;
- II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- V - a compensação a municípios;
- VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

O primeiro instrumento citado na lei, os Planos de Recursos Hídricos, é peça fundamental na gestão eficiente do recurso natural, pois são eles (os planos) que fundamentam e orientam, por meio de metas a longo prazo, a implementação efetiva

da Política Nacional de Recursos Hídricos e do gerenciamento adequado dos recursos hídricos. Tais planos devem apresentar diagnóstico da situação atual, bem como previsões da demanda futura, com definição de metas e medidas a serem tomadas para que se melhore tanto a qualidade como a quantidade de água disponível. Nas palavras do Art. 7º:

- I - diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;
- II - análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;
- III - balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;
- IV - metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;
- V - medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas;
- VI - (VETADO)
- VII - (VETADO)
- VIII - prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;
- IX - diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- X - propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

Um outro instrumento citado e de grande valor no estudo e gestão dos recursos hídricos, é o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, que tem como objetivo (Art. 27):

- I - reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil;
- II - atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional;
- III - fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

Uma das ferramentas integrantes desse Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (sigla SNIRH) é o Portal HidroWeb, plataforma disponibilizada e mantida pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

(ANA) e que oferece um banco de dados (as chamadas séries históricas) com informações de níveis fluviais, vazões, chuvas, climatologia, qualidade de água e sedimentos de mais de 4.500 estações de monitoramento espalhadas no país. Tais estações, tanto da ANA quanto de outros órgãos federais, setoriais, estaduais e particulares, compõem a chamada Rede Hidrometeorológica Nacional - RHN (ANA, [20--?]).

Estes dados são imprescindíveis para a gestão dos recursos hídricos e para diversos setores econômicos, tais como geração de energia, indústria, navegação, irrigação, e projeção de infraestrutura hidráulica, como por exemplo barragens e drenagem urbana. Além disso, possibilita o acompanhamento de ocorrência e planejamento de mitigação dos impactos de eventos hidrológicos críticos e extremos, como inundações, secas e chuvas intensas. Portanto, o conhecimento espaço-temporal do comportamento histórico dos recursos hídricos, com suas tendências, é indispensável para uma gestão sustentável da água regional, desenvolvimento de modelos hidrológicos e previsão hidrológica (ANA, [20--?]; CASAVECCHIA, 2016; ULIANA, 2014).

2.4 NORMAL CLIMATOLÓGICA

Normal climatológica é o valor médio de um elemento climático de determinada região, com um período de tempo suficiente para se admitir que ele é representativo da variável da localidade em questão. Segundo a OMM (WMO nº 100, 2018), as normais climatológicas são usadas principalmente para duas finalidades. Primeiro, servem como uma referência contra a qual se pode comparar valores recentes ou atuais observados, servindo também de base para verificação de informações anômalas na base de dados. E segundo, são muito usados para se prever as condições mais prováveis de ocorrer em determinada região.

Segundo a Regulamentação Técnica da OMM nº 49 (WMO nº 49, 2019), é classificada como Normal Climatológica Padrão a média de dados climáticos computados por períodos consecutivos de 30 anos. Historicamente, a Normal Climatológica Padrão era calculada de 30 em 30 anos, sem sobreposição de anos, iniciando-se no primeiro ano da respectiva década (1901-1930, 1931-1960, 1961-1990, e assim por diante). Atualmente, depois de algumas mudanças, a normal climatológica padrão é aquela calculada com os 30 anos consecutivos completos

mais recentes, sendo o 30º ano terminado com o dígito 0 (WMO nº 1203, 2017). Assim, até o ano passado (2020), a normal climatológica padrão era de 1981-2010. Atualmente (2021), é de 1991-2020.

No caso específico de monitoramento climático a longo prazo, a OMM estabelece o período de 01 de Janeiro de 1961 a 31 de Dezembro de 1990 como período de referência, e assim deve permanecer até que, por motivos científicos, esse período aumente (WMO nº 1203, 2017).

Interessante ressaltar que a recomendação inicial de se padronizar o uso de 30 anos de dados como referência surgiu em 1935, em uma conferência do Comitê Meteorológico Internacional (International Meteorological Committee). Nessa época, tinha-se apenas 30 anos de registros de dados, então o período de 1901 a 1930 se tornou padrão mundialmente para o cálculo das normais, sendo este período atualizado com o passar dos anos. A intenção inicial de tal padronização era de possibilitar a comparação entre as observações ao redor do mundo (WMO nº 100, 2018; WMO nº 1377, 2007).

De acordo com o Guia de Práticas Climatológicas (WMO nº 100, 2018), alguns estudos descobriram que a média de 30 anos não é a média ótima para perspectivas futuras. Dependendo da variável a ser estudada, esse período pode ser menor ou maior. Por exemplo, no caso de variações de temperatura, esse período pode ser menor que 30 anos, mas no caso da precipitação, a média ótima normalmente é maior que 30 anos, também reforçado por (WMO nº 1203, 2017).

Ainda segundo o guia supracitado, o tamanho ótimo de dados para previsões usando a normal climatológica varia com o elemento, com a geografia, e com a tendência secular. No geral, os últimos cinco ou 10 anos de dados tem tanto valor preditivo quanto os 30 anos de dados. Além disso, nem toda estação de coleta dessas informações climatológicas possuem um período grande e consecutivo de dados, e tampouco da normal climatológica padrão (WMO nº 100, 2018). Para estas estações, que não possuem registros longos, a OMM recomenda a Normal Climatológica Provisória, a qual pode ser usada com no mínimo 10 anos de dados, começando no dia 1º de Janeiro dos anos que terminem com o dígito 1 (por exemplo, 1 de Janeiro de 1981 a 31 de Dezembro de 1994, 1 de Janeiro de 1991 a 31 de Dezembro de 2010, e assim por diante) (REBOITA; KRUCHE, 2018).

2.5 MONITORAMENTO HIDROLÓGICO

No Brasil, há registros de monitoramento das águas datados do século XIX. Por exemplo, a estação pluviométrica Morro Velho, em Minas Gerais, com informações desde 1855, e informações de níveis da estação fluviométrica rio Negro, em Manaus, desde 1902. Contudo, foi em 1920 que a coleta dos dados hidrológicos começou a ser realizado de forma organizada por meio da Comissão de Estudos de Forças Hidráulicas, com estudos específicos de aproveitamento hidráulicos, visando a energia hidrelétrica (ANA, 2009). Ainda que se encontre estações com datações antigas, totalizando mais de 100 anos de dados, essa não é a realidade geral. Um número muito grande de estações possuem falhas pontuais de registro, ou com interrupção no funcionamento por alguns anos, ou até mesmo interrupção definitiva, com a extinção da mesma. Em muitas localidades, não é possível encontrar uma estação completa e grande, com dados suficientes para uma normal climatológica padrão, conforme orientado pela OMM.

No caso das estações com um número inferior de dados disponíveis, um estudo realizado com dados da Austrália (com análise dos seguintes parâmetros: precipitação total, número de dias com precipitação superior ou igual a 1 mm, temperatura média máxima, temperatura média mínima, pressão média ao nível do mar, duração total solar e pressão de vapor média) (WMO nº 1203, 2017; WMO nº 1377, 2007) mostrou que, para a maioria dos parâmetros de média e soma analisados (exceto para parâmetros de extremos e outras propriedades estatísticas de ordem superior, como os quantis), uma série de 10-12 anos de dados se mostrou similar à uma de 30 anos padrão.

Ressaltaram que esse fato possibilita que normais menores sejam calculadas para muito mais estações do que seria possível com a normal climatológica de referência (1961-1990), já que nem toda localidade possui tais registros. Além disso, também foi observado nesse estudo que no caso de valores extremos de máximo e mínimo são um caso especial, já que a aplicação desses dados requer a informação do maior ou menor valor já registrado em determinada região. Assim, quanto mais dados, melhor. Contudo, os resultados do estudo mostraram que usar de 10 a 15 anos de dados, em geral, se obtém uma informação útil e provável dos extremos a longo prazo para aquela região.

Um outro estudo, realizado com séries de vazões máximas e mínimas do Rio

Allipén, no Chile (MEDINA; MUÑOZ, 2020), buscou analisar um método para estimativas de tais vazões em bacias hidrográficas cuja base de dados seja precária, ou seja, com poucos anos de dados disponíveis. Como resultado, recomendaram um tamanho mínimo de 16 anos de dados para que as estimativas realizadas estejam dentro de uma incerteza controlável.

2.6 SÉRIES DE VAZÕES MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS

De acordo com a finalidade do estudo, ou projeto, variadas séries históricas podem ser geradas a partir da série história original (dados brutos). As séries de vazões máximas são comumente utilizadas para estudos de cheias e inundações, dimensionamento de obras hidráulicas de drenagem urbana, extravasadores de barragens, dentre outros (BARTIKO; CHAFFE; BONUMÁ, 2017; CASSALHO et al., 2017), e é constituída pelos valores de vazão máximas ocorrentes na seção medida. É chamada de série de vazão máxima anual/mensal/semestral, etc, quando a série é constituída por um único e maior valor de vazão registrado ao longo do ano/mês/semestre, respectivamente, e de vazão máxima parcial quando se determina um valor limite acima do qual todos os registros são considerados no estudo, podendo, portanto, ter mais de um valor no mesmo ano (ANA, [20--?]).

As vazões mínimas indicam a disponibilidade hídrica natural, tendo o escoamento subterrâneo como o contribuinte principal para geração de tais vazões (PRUSKI; NUNES, 2013; SMAKHTIN, 2001 apud OLIVEIRA). A vazão mínima é muito importante para os estudos de disponibilidade hídrica, pois quando essas vazões ocorrem é porque a disponibilidade de água é considerada crítica para toda a demanda necessária, e em muitos corpos hídricos não possuem reservatórios de acumulação (NOVAES et al., 2009).

As séries de vazões mínimas são constituídas pelo menor valor registrado no período de interesse (ano, mês, semestre, mínima de 7 dias consecutivos com período de retorno de 10 anos – chamada $Q_{7,10}$, etc), assim como descrito na série de máxima, e é comumente utilizada para verificação de cumprimento aos padrões ambientais do corpo receptor, estudos referentes a despejo de cargas poluidoras, para o planejamento da bacia hidrográfica e outorgas do uso dos recursos hídricos. Para tanto, utiliza-se as chamadas vazões mínimas de referência, comumente sendo a $Q_{7,10}$ ou a vazão de permanência.

As séries de vazões médias são importantes para indicar o potencial energético da bacia hidrográfica, além de representar a maior vazão possível de ser regularizada, ou seja, a vazão média indica o limite a ser respeitado para o uso da água de determinado manancial para as diversas finalidades (BARBOSA et al., 2005; NOVAES et al., 2009).

2.7 TESTES NÃO-PARAMÉTRICOS

Segundo Mello; Silva (2013), para que uma série histórica de dados hidrológicos possa ser utilizada para aplicação de distribuições de probabilidade, deve atender alguns requisitos, a saber, os testes não-paramétricos. Assim, tais testes são uma etapa preliminar para verificar se a amostra de dados existentes representa bem a população, e estão aptas a passarem por testes estatísticos.

Sabe-se que diversos fatores naturais ou antrópicos podem afetar os parâmetros hidrológicos armazenados nas séries históricas, tais como construção de barragens, alteração no uso e ocupação do solo, modificação do curso natural d'água, eventos extremos, fenômenos climáticos cíclicos, dentre outros (MELLO; SILVA, 2013).

Os testes não-paramétricos e suas hipóteses estão descritos a seguir. A metodologia de cálculo para cada um deles pode ser encontrada em Mello; Silva (2013) ou em Rubatino et al. (2017).

2.7.1 Hipótese de aleatoriedade

O teste não-paramétrico de aleatoriedade busca verificar se as variações nos dados são devido a causas naturais. Assim, esse teste tem como hipótese a aleatoriedade dos dados, ou seja, se os eventos observados são aleatórios, naturais, sem interferência antrópica. No caso de construção de barragens, por exemplo, é provável que os dados deixem de ser aleatórios, e nesse caso, a hipótese é rejeitada.

2.7.2 Hipótese de estacionariedade

Este teste estuda como os dados variam ao longo do tempo, e analisa a

tendência temporal. Sendo assim, a hipótese do teste, conhecida como Teste de Spearman, supõe que a série é estacionária, sem tendência temporal. Considerando séries de dados hidrológicos, uma série histórica pode apresentar tendência temporal caso se observe alguma mudança brusca, algum salto, que possa ter sido provocado, por exemplo, por alteração repentina no curso d'água.

2.7.3 Hipótese de independência

O teste de independência tem como hipótese que a ocorrência de um evento não impede nem possibilita que outro evento ocorra, ou seja, considera-se que os eventos são independentes, não influenciados positiva nem negativamente pelo outro. No caso de vazões, segundo Mello; Silva (2013), as vazões diárias tendem a ser mais dependentes do que as vazões mensais/anuais.

2.7.4 Hipótese de homogeneidade

A hipótese de homogeneidade supõe que os dados são homogêneos, ou seja, pertencentes de uma mesma amostra por possuir comportamentos semelhantes entre si. Este teste sugere que a série histórica de vazões tem correlação com uma precipitação esperada. Caso ocorra algum evento de chuva atípica, provocando um consequente pico na série de vazões, é provável que o teste acuse heterogeneidade.

2.8 TESTE DE ADERÊNCIA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV E DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADE

O teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov calcula a diferença entre as frequências observadas e as frequências teóricas obtidas a partir de distribuições de probabilidade, comparando em seguida a maior diferença calculada a um valor estatístico. Este valor leva em consideração o tamanho da amostra e o nível de significância (normalmente de 5%), e é estatisticamente nulo (MELLO; SILVA, 2013). Assim, caso a maior diferença calculada seja igual ou menor a este valor estatístico, pode-se dizer que ela também é estatisticamente nula, significando que a distribuição de probabilidade é adequada para realizar estimativas de frequências

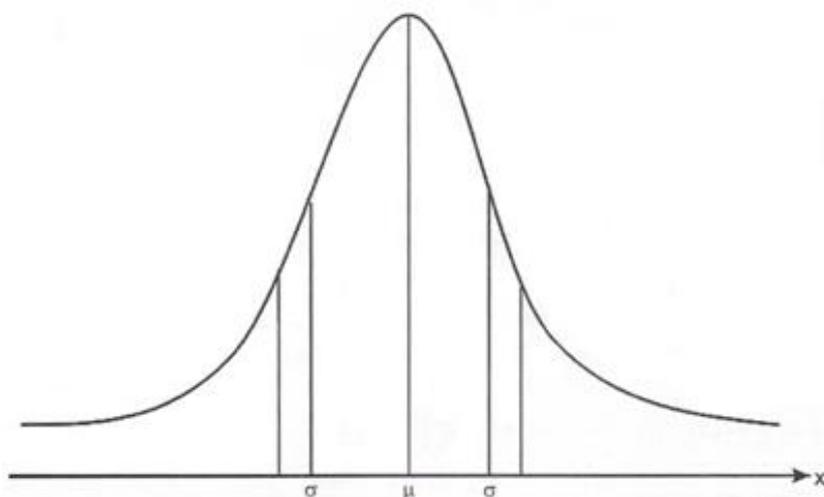
não observadas naquela série histórica.

Existem diversas distribuições de probabilidade, cada qual com suas aplicações mais comuns. A seguir, cita-se quatro tipos resumidamente:

2.8.1 Distribuição Normal

Tem como parâmetros a média e desvio padrão. A média refere-se ao centro da distribuição enquanto que o desvio padrão refere-se ao achatamento da curva. Uma série histórica que tem o comportamento da distribuição normal, tem seus dados simetricamente distribuídos em relação a média. Esta distribuição é geralmente adequada para séries de totais, especialmente os anuais (MELLO; SILVA, 2013).

Figura 3 – Curva representativa do comportamento de uma variável x com distribuição normal, média μ e desvio padrão σ



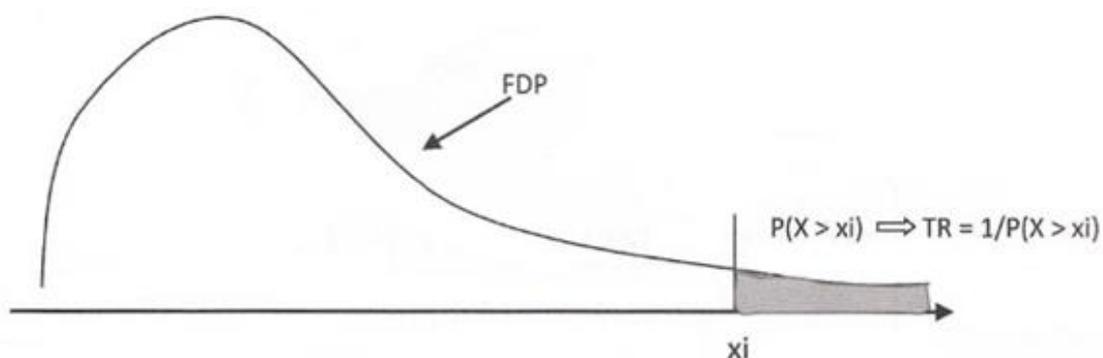
Fonte: Mello; Silva, 2013 (p. 99).

2.8.2 Distribuição Gumbel para Máximos

Cotta, Correa e Albuquerque (2016) cita diversos trabalhos que provaram o ajuste desta distribuição para dados de valores extremos máximos, tais quais precipitações com diferentes períodos de retorno. Segundo Mello e Silva (2013), esta distribuição procura estimar a probabilidade de determinado valor hidrológico

ser igualado ou superado, sendo, por isso, muito utilizada para precipitação ou vazão de projeto.

Figura 4 – Curva representativa de uma variável hidrológica com distribuição Gumbel para máximos e a probabilidade de excedência de determinado valor x_i

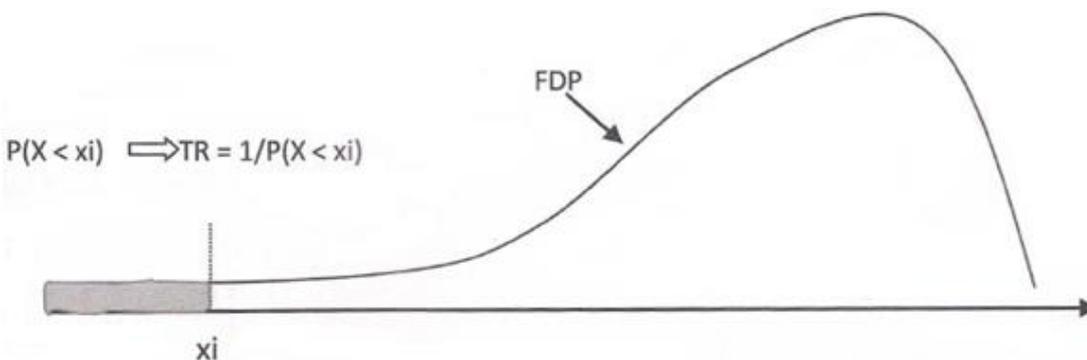


Fonte: Mello; Silva, 2013 (p. 107).

2.8.3 Distribuição Gumbel para Mínimos

Esta distribuição de probabilidade é um ajuste da distribuição de Gumbel para máximos a fim de se analisar dados de valores extremos mínimos. Assim, enquanto Gumbel para máximos busca encontrar a probabilidade de excedência de determinado valor, Gumbel para mínimos procura a probabilidade da não excedência.

Figura 5 – Curva representativa de uma variável hidrológica com distribuição Gumbel para mínimos e a probabilidade de não excedência de determinado valor x



Fonte: Mello; Silva, 2013 (p. 113).

2.8.4 Distribuição Log Normal

Busca aproximar uma série de dados que possui um comportamento assimétrico em uma série com distribuição normal, a partir da transformação logarítmica dos dados (MELLO; SILVA, 2013).

2.9 DIFERENÇA PERCENTUAL PBIAS E TESTE “T” DE STUDENT

A diferença percentual é uma análise simples e rápida para comparar percentualmente quão próximos ou quão distantes quaisquer dois valores V_1 e V_2 estão entre si, conforme a Equação geral (1). Diversos autores utilizaram esse cálculo como parte da análise de dados em seus estudos, tais como Brighenti et al. (2016) e Castro et al. (2016), Valle Junior; Rodrigo; Oliveira (2019).

$$PBIAS = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \times 100. \quad (1)$$

Os resultados podem ser classificados de acordo com os seguintes intervalos: $|PBIAS| < 10\%$, muito bom; $10\% < |PBIAS| < 15\%$, bom; $15\% < |PBIAS| < 25\%$, satisfatório; e $|PBIAS| > 25\%$, insatisfatório (ARAGÃO, 2013; VALLE JUNIOR; RODRIGO; OLIVEIRA, 2019).

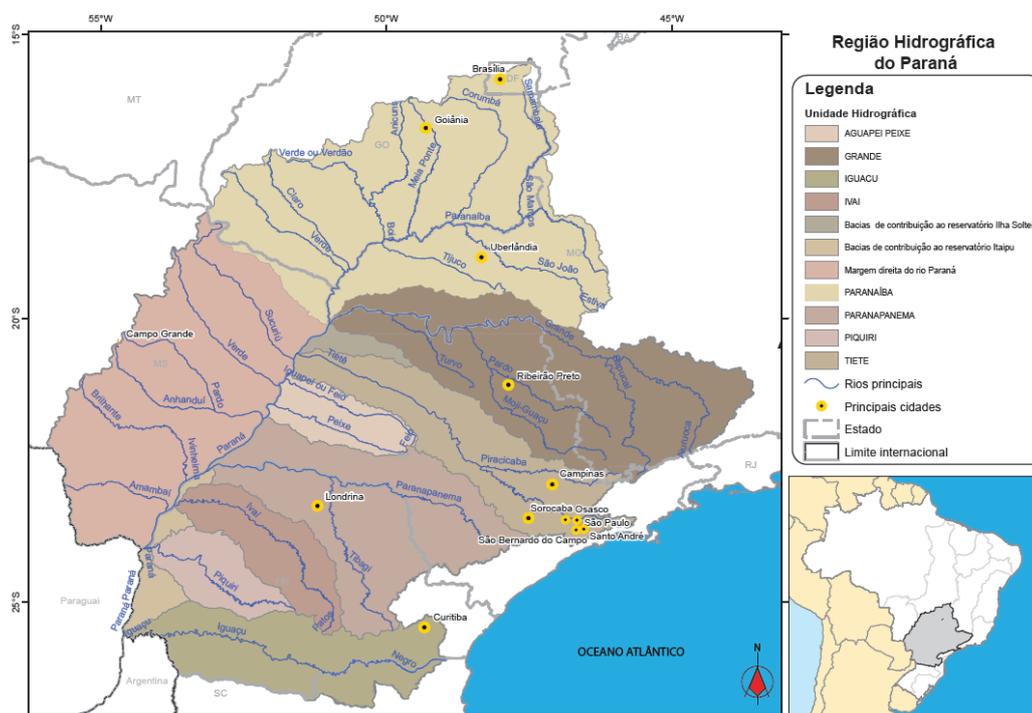
Já o teste “t” de Student, é também bastante comum de ser utilizado, contudo se limita apenas na comparação de duas médias. De forma geral, procura-se obter dois valores de “t”: o tabelado e o calculado. O “t” tabelado é determinado considerando o grau de liberdade e o nível de significância desejado. Juntando estas duas informações, encontra-se o valor de “t” em tabelas específicas. Já o “t” calculado é determinado por meio de equações que consideram o número de dados, a média e o desvio padrão das informações que estão sendo comparadas. Caso o “t” calculado seja maior que o “t” tabelado, considera-se que, ao nível de significância de x% (porcentagem determinada de acordo com a escolha e necessidade do estudo em questão), as informações são estatisticamente diferentes entre si. Por outro lado, caso o “t” calculado seja inferior ao “t” tabelado, diz-se que a um nível de significância de x% os valores são estatisticamente iguais.

2.10 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA PARANÁ

A Região Hidrográfica Paraná (RHP) está inserida nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, ocupa 10% do território brasileiro em seis estados, além do Distrito Federal: São Paulo; Paraná; Mato Grosso do Sul; Minas Gerais; Goiás; e Santa Catarina (ANA, [20--?]).

É dividida em 11 bacias hidrográficas: Aguapeí Peixe; Grande; Iguaçu; Ivaí; Paranaíba; Paranapanema; Piquiri; Tietê; Bacias de contribuição ao reservatório Ilha Solteira; Bacias de contribuição ao reservatório Itaipu; e Afluentes da Margem Direita do Rio Paraná (vide Figura 6). O rio de maior comprimento dessa Região Hidrográfica é o Paraná, com 1.405 km de extensão, seguido pelo rio Grande, com 1.270 km e o Iguaçu, com 1.008 km (ANA, 2015).

Figura 6 – Unidades hidrográficas da RH Paraná e principais cidades



Fonte: ANA, 2015 (p. 97).

A RHP possui uma área aproximada de 879.873 km², sendo de grande importância no Brasil, pois é a região de maior desenvolvimento econômico do país, além de possuir as maiores demandas de água, especialmente para o uso industrial. A população total da região é de cerca de 64,3 milhões de habitantes em 1.507

municípios, e é de predominância urbana (93% da população total). Possui densidade populacional de 73,1 hab.km⁻², três vezes maior que a média nacional, que é de 22,4 hab.km⁻² (ANA, 2015).

A precipitação média anual na RHP é de 1.543 mm, 13% inferior à média nacional de 1.761 mm. Possui disponibilidade hídrica superficial de 5.956 m³.s⁻¹, correspondendo a 6,5% da disponibilidade superficial nacional (91.071 m³.s⁻¹). Possui vazão média de 11.831 m³.s⁻¹; vazão de retirada de 736 m³.s⁻¹, com 94% dessa demanda total destinada à irrigação, indústria e uso urbano; e vazão específica de 13,0 L.s⁻¹.km⁻². Segundo dados do ano de 2010, em relação ao abastecimento de água, 98,5% da população urbana é atendida, sendo que 48% dos municípios utilizam-se de mananciais superficiais/mistos, 46% são abastecidos por água subterrânea e 6% são atendidos por sistemas integrados. Além disso, destaca-se a importância da geração hidrelétrica na região, que possui um potencial hidrelétrico aproveitado de cerca de 47% do total instalado no país, contando, por exemplo, com a usina de Itaipu (ANA, 2015).

Quanto à relação demanda/disponibilidade hídrica (balanço hídrico quantitativo, no ano de 2013), 64% dos rios da RH se encontram na situação de “excelente” ou “confortável” e 36% estão classificados como situação “preocupante”, “crítica” ou “muito crítica”. Já o balanço hídrico qualitativo, que é a relação entre a carga orgânica lançada e a carga orgânica assimilada nos rios, apresenta classificação de “ótima” em 75% dos trechos analisados na RH, outros 5% são classificados como “boa” e 20% como “razoável”, “ruim” ou “péssima”. No geral, a RH Paraná possui bons resultados tanto quantitativa quanto qualitativamente, contudo, nas áreas com grande concentração populacional, os rios se encontram comprometidos, como é o caso, por exemplo, dos rios Tietê, Meia Ponte e Piracicaba (ANA, 2015).

A bacia do Paraná é predominantemente ocupada por cultivo e pastagens, restando pouco da vegetação nativa. O relevo é basicamente formado por planaltos e, nas áreas ocupadas por cultivo, o solo é bastante compactado, devido ao uso de máquinas pesadas. Consequentemente, o escoamento superficial nessas áreas é acentuado. O solo que predomina é o da classe dos Latossolos, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Esta classe de solos se caracteriza por solos mais profundos, altamente desenvolvidos, bem lixiviados, intemperizados e drenados. Em relação ao clima, são duas as ocorrências climáticas: tropical (estação

chuvosa no verão e seca no inverno); e temperado.

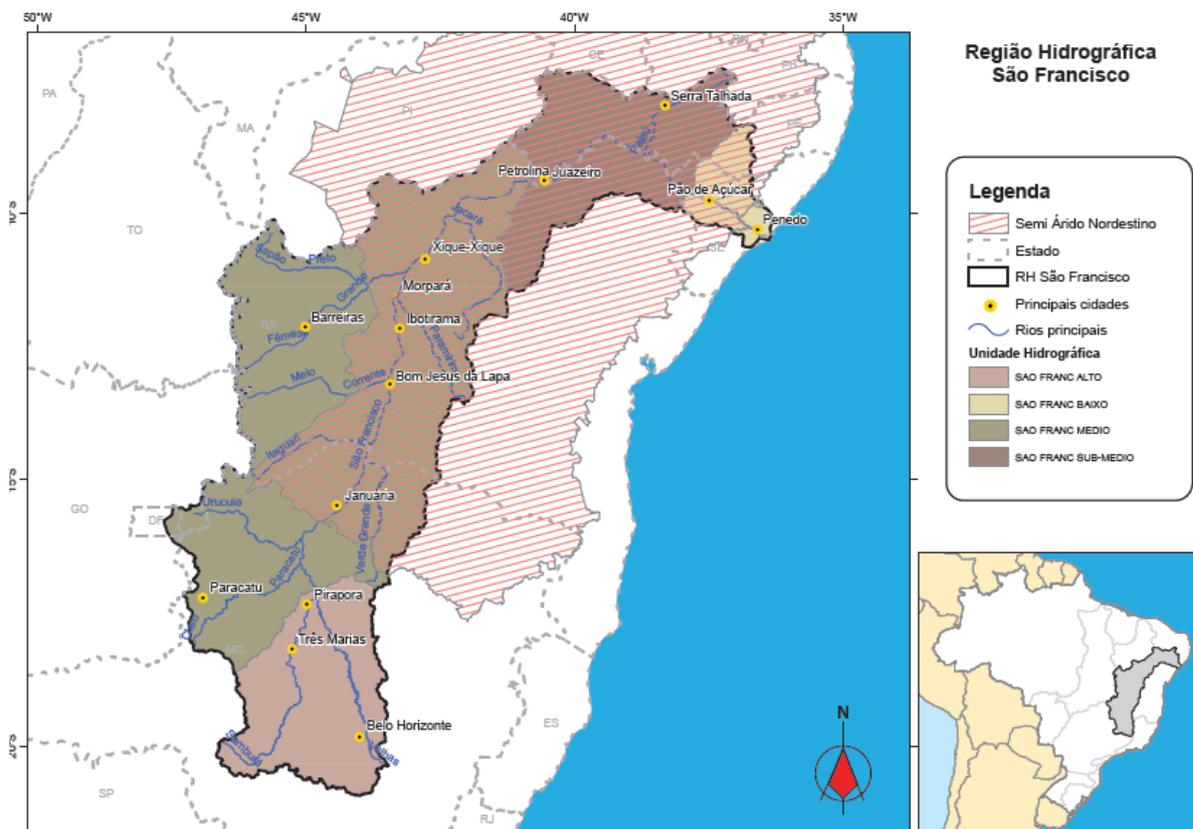
2.11 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA SÃO FRANCISCO

A Região Hidrográfica São Francisco (RHSF) ocupa 7,5% do território brasileiro ao longo de seis estados: Pernambuco; Alagoas; Sergipe; Bahia; Minas Gerais. e Goiás, além do Distrito Federal. Ela é dividida em 4 bacias hidrográficas: Alto São Francisco. Médio São Francisco. Sub-médio São Francisco; e Baixo São Francisco (Figura 7). O maior rio dessa Região Hidrográfica é o São Francisco, com 2.637 km de extensão, o qual nasce no estado de Minas Gerais, na Serra da Canastra, e deságua no Oceano Atlântico, entre os estados de Alagoas e Sergipe. O rio das Velhas é o segundo maior, com 689 km e o rio Grande é o terceiro, com 502 km de extensão (ANA, 2015).

A RHSF possui uma área aproximada de 638.466 km² (é a maior região hidrográfica totalmente brasileira), correspondendo a 7,5% do território brasileiro, e 58% de seu território se encontra na região do semiárido nordestino. Segundo dados do IBGE de 2010, a população total da região é de cerca de 15,0 milhões de habitantes distribuídos em 503 municípios, e é de predominância urbana (77% da população total). Sua densidade populacional média é de 23,5 hab.km⁻², semelhante à média nacional. Ainda, aproximadamente a metade de toda a população da RHSF se encontra na região do Alto São Francisco, região esta que se localiza a Região Metropolitana de Belo Horizonte (ANA, 2015).

A precipitação média anual na RH é de 1.003 mm, mais de 40% inferior à média nacional, que é de 1.761 mm. Tal precipitação baixa é característica da região do semiárido nordestino, possuindo períodos críticos de prolongadas estiagens. Por isso, devido a baixa pluviosidade e alta evapotranspiração, o rio São Francisco assume um papel muito importante para a manutenção hídrica da região. Na Figura 8 estão apresentados os municípios com registro de ocorrência de secas ou estiagens entre os anos de 2003 e 2013 (ANA, 2015).

Figura 7 – Unidades hidrográficas da RH do São Francisco e principais cidades



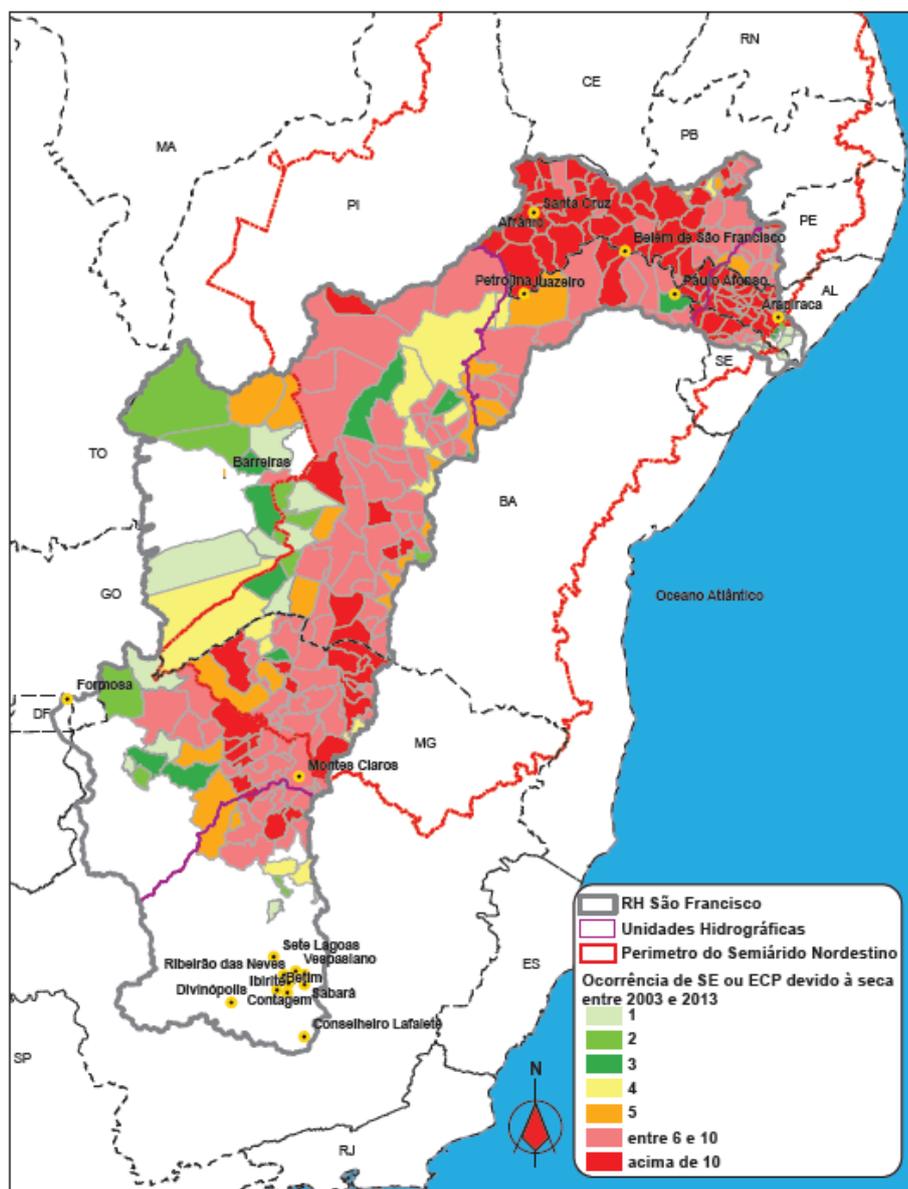
Fonte: ANA, 2015 (p. 126).

A RHSF possui disponibilidade hídrica superficial de $1.886 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, correspondendo a 2,07% da disponibilidade superficial nacional ($91.071 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Possui vazão média de $2.846 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; vazão de retirada de $278 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, com 77% dessa demanda total destinada à irrigação; e vazão específica de $4,5 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (ANA, 2015).

Em relação ao abastecimento de água, 98,5% da população urbana é atendida, contudo, destaca-se que devido à seca do semiárido nordestino, algumas ações emergenciais foram e têm sido planejadas e realizadas, como distribuição de água por meio de carros-pipa e perfuração de novos poços. Desde as nascentes, a RHSF apresenta degradações, já que a maior parte dos efluentes são lançados nos corpos hídricos sem tratamento, além do despejo de garimpos, mineradoras e indústrias, que aumentam a carga de metais pesados nas águas, tais como o mercúrio, metal altamente tóxico. Em termos de geração hidrelétrica, no ano de 2013 o potencial hidrelétrico instalado era de 10.708 MW. A RH possui 40 aproveitamentos hidrelétricos em operação, e outros mais de 80 estão previstos, em

fase de projeto (ANA, 2015).

Figura 8 – Municípios com registros de ocorrência de secas ou estiagens entre 2003 e 2013



Fonte: ANA, 2015 (p. 130).

Quanto à relação demanda/disponibilidade hídrica (balanço hídrico quantitativo, no ano de 2013), verificou-se que em 43% da extensão dos rios da RH apresentam algum grau de criticidade. Isso é verificável principalmente na região do semiárido brasileiro, onde os rios intermitentes predominam. Já o balanço hídrico qualitativo mostra problemas principalmente no Alto São Francisco, onde se localiza

a Região Metropolitana de Belo Horizonte e onde ocorre o lançamento de altas cargas poluidoras em corpos receptores de baixa assimilação (ANA, 2015).

A cobertura vegetal é do bioma Cerrado no Alto e no Médio curso, Caatinga no Médio e Sub-médio curso e Mata Atlântica no Alto São Francisco, principalmente nas cabeceiras. A análise evolutiva do uso do solo mostra um aumento expressivo da área da RHSF destinada à agropecuária, e ações de desmatamento em uma boa parte da região se mostram a principal ameaça para a conservação da biodiversidade local (CBHSF, 2016). O clima da região varia do úmido para o árido, com temperaturas variando entre 18 e 27°C (CBHSF, [20--?]).

2.12 NOTAS SOBRE OS ARTIGOS

A seguir, estão apresentados dois artigos como resultado do estudo.

O artigo 1, submetido – e ainda não aprovado – na Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, apresenta os resultados obtidos através das séries de vazões mínimas, incluindo análise de média da série anual, média da série de Q_7 , vazão $Q_{7,10}$ e vazão de permanência $Q_{90\%}$. Ressalta-se que neste artigo utilizou-se o termo de “série específica” com o sentido de “série parcial”, ou seja, referindo-se às séries amostrais constituídas a partir da série histórica completa.

O artigo 2, ainda não submetido – e passível de mudanças até a submissão – apresenta os resultados das séries de vazões máximas e médias, com análise dos parâmetros de média da série anual e da vazão de permanência $Q_{90\%}$ realizados tanto para as séries de máximas quanto para a série de médias. Neste artigo, o termo utilizado é de “série parcial”, possuindo o mesmo sentido atribuído à “série específica” no artigo 1.

As estações utilizadas e a metodologia aplicada são as mesmas para ambos os artigos.

2.12 ARTIGO 1

Tamanho ideal de séries históricas de vazões mínimas anuais e suas aplicações em estudos hidrológicos

Ideal size of minimum annual flow historical series and its applications in hydrological studies

Thamyres Cardoso Chaves Oliveira, Flávio Aparecido Gonçalves

Revista Engenharia Sanitária e Ambiental

Submetido em: 20/08/2021

RESUMO

O uso de séries históricas de registros hidrológicos é uma das ferramentas base para a gestão dos recursos hídricos. Contudo, diversas regiões não possuem registros históricos longos. Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho foi definir o tamanho de série amostral ideal para séries históricas de vazões mínimas. Foram utilizadas 19 estações fluviométricas da Região Hidrográfica Paraná (RHP) e outras 35 da Região Hidrográfica São Francisco (RHSF), com o critério de possuir no mínimo 50 anos de registro de dados diários. Foram geradas séries de mínimas anuais para cada uma das estações, às quais aplicou-se os testes não-paramétricos de aleatoriedade, estacionariedade, independência e homogeneidade, com a finalidade de verificar a possibilidade de aplicar distribuições de probabilidade aos dados. Em seguida, o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado com a finalidade de verificar a melhor distribuição ajustada para cada estação. As séries de Q_7 e de vazão de permanência foram constituídas para as séries completa e específicas (parciais), possibilitando obter os valores médios, além dos valores da $Q_{7,10}$ e da $Q_{90\%}$ de cada série. Os resultados obtidos através das séries completa e específicas foram confrontadas estatisticamente por meio do PBIAS e do teste "t" de Student. O estudo mostrou que, no geral, os resultados obtidos por meio das séries com tamanho médio de sete a quinze anos se apresentaram satisfatórios, ou estatisticamente iguais, aos resultados da série completa, podendo indicar que nem sempre possuir poucos dados de registro diário de uma série hidrológica inviabilize os estudos necessários.

Palavras-chave: ciclo hidrológico; gestão de recursos hídricos; bacia hidrográfica.

ABSTRACT

The use of historical series of hydrological records is one of the basic tools for the management of water resources. However, several regions do not have long historical records. Thus, the general objective of this study was to define the ideal sample series size for historical series of minimum flows. Were used 19 fluvimetric stations from the Paraná Hydrographic Region (RHP) and another 35 from the São Francisco Hydrographic Region (RHSF), with the criterion of having at least 50 years of daily data record. Annual minimum series were generated for each of the stations, to which the non-parametric tests of randomness, stationarity, independence and homogeneity were applied, in order to verify the possibility of applying probability distributions to the data. Then the Kolmogorov-Smirnov adherence test was applied in order to verify the best fitted distribution for each station. The series of Q_7 and of permanence flow series were constituted for the complete and specific (partial) series, making it possible to obtain the values of means, $Q_{7,10}$ and $Q_{90\%}$ of each series. The results obtained through the complete and specific series were statistically compared using the PBIAS and Student's "t" test. The study showed that, in general, the results obtained through series of seven to fifteen years were satisfactory, or statistically equal, to the results of the complete series, which may indicate that not always having few daily record data of hydrological series makes the necessary studies unfeasible.

Keywords: hydrological cycle; water resource management; hydrographic basin.

INTRODUÇÃO

As séries históricas de dados hidrológicos têm sido utilizadas em diversos estudos, com diferentes aplicações e interesses. Seja na detecção de tendências nas séries de vazão e precipitação, na construção de obras hidráulicas como barragens, reservatórios e sistemas de drenagem urbana (ULIANA et al., 2014), na elaboração de modelos com base em séries temporais (DETZEL, 2015), no planejamento ambiental, na tomada de decisões de uma gestão hídrica adequada (ROCHA e SANTOS 2018), na análise de disponibilidade hídrica (BARBAROTTO JUNIOR, 2014), dentre tantos outros estudos e projetos, é imprescindível ter em mãos um histórico hidrológico da região, um banco de dados com qualidade e

quantidade adequados, conhecidos como “séries históricas”.

As séries históricas de vazões mínimas são muito úteis na aplicação de licenças ambientais, na outorga e no uso da água, na avaliação da disponibilidade hídrica natural, bem como no planejamento de bacias hidrográficas e nos limites de despejo de cargas poluidoras tolerados pelo corpo hídrico (LUIZ, 2013; SMAKHTIN, 2001 apud Oliveira, Pruski e Nunes, 2013). As vazões mínimas de referência são amplamente utilizadas para este fim, sendo muito comuns a vazão mínima de referência com sete dias de duração e período de retorno de dez dias ($Q_{7,10}$) e as vazões de permanência em noventa ($Q_{90\%}$) e em noventa e cinco por cento ($Q_{95\%}$).

O estudo de caso realizado no Rio Paraguaçu/BA, por Genz, Lessa e Cirano (2008), mostra a importância do conhecimento da vazão mínima para o equilíbrio de salinidade e conseqüentemente da vida num corpo hídrico. Ele avaliou o impacto sofrido por um estuário desde a construção da Barragem de Pedra do Cavalo, a qual durante 12 anos impôs ao estuário uma redução de vazão que ocasionou no aumento da salinidade, e como a realidade mudou (para melhor) quando passaram a considerar a vazão mínima estabelecida pela licença ambiental de operação.

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) recomenda a utilização de um período de 30 anos de dados no caso de monitoramentos climáticos, e especificou o período de 01 de Janeiro de 1961 a 31 de Dezembro de 1990 como período de referência, período este chamado de Normal Climatológica de Referência. Essa padronização possibilita a comparação de dados e observações ao redor de todo o mundo (WMO nº 1203, 2017). Em 2019, a OMM publicou a Regulamentação Técnica nº 49, atualizando o conceito já outrora existente de Normal Climatológica Padrão, a qual agora é composta pelos 30 anos completos consecutivos mais recentes, sendo que o 30º ano deve terminar com o dígito 0 (WMO nº 49, 2019; WMO nº 1203, 2017). Dessa maneira, a Normal Climatológica Padrão atual (na data de escrita deste artigo) é de 1991-2020, e a próxima será de 2001-2030.

A dificuldade, porém, encontrada na prática, é que nem toda localidade possui séries históricas longas, ou pelo menos com os 30 anos de dados recomendados pela OMM. Aqui no Brasil, por exemplo, há registros pluviométricos na estação Morro Velho, Minas Gerais, desde 1855, e fluviométricos, de níveis, na estação rio Negro, Manaus, desde 1902 (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2009). Contudo, a realidade da maior parte do país são estações antigas, que hoje não se encontram em funcionamento mais, ou estações que possuem

várias falhas de registro ou grandes interrupções ao longo dos anos, ou estações novas, com poucos anos de dados registrados. Assim, muitas vezes não é possível a utilização de séries com grandes períodos em localidades específicas.

Embora existam estações com muitos anos de registros de dados hidrológicos no Brasil (algumas com 100 anos), a grande maioria ainda apresenta várias falhas nestes registros, interrupções de coleta de dados por longo período de tempo e até mesmo de forma definitiva, não sendo possível, muitas vezes, a utilização de séries com grandes períodos em localidades específicas, de forma a atender as recomendações da OMM.

Um estudo semelhante ao proposto neste trabalho, foi realizado com dados da Austrália, onde foram analisados os seguintes parâmetros: precipitação total; número de dias com precipitação superior ou igual a 1 mm; temperatura média máxima, temperatura média mínima; pressão média ao nível do mar; duração total solar; e pressão de vapor média) (WMO nº 1203, 2017; WMO nº 1377, 2007). Os autores chegaram ao resultado de que, no geral, séries menores, com 10-12 anos de dados, fornecem respostas similares à série maior de 30 anos (com exceção dos parâmetros de extremos e outras propriedades estatísticas de ordem superior, tal qual os quantis). Ressaltaram que em estudos onde o interesse está nos valores extremos, quanto mais dados, melhor. Porém, nessas situações, observaram que entre 10 e 15 anos de dados, no geral, já se obtém uma informação dos extremos prováveis de ocorrer nos próximos anos naquela região.

Esse resultado, uma vez também observado em outros estudos e localidades, permite que normais menores sejam calculadas, de forma segura, para um número muito maior de estações, já que conforme dito, nem toda localidade possui registros suficientes para a utilização da Normal Climatológica de Referência ou da Normal Climatológica Padrão.

São poucos os estudos existentes relacionados a tamanhos de série histórica de dados hidrológicos. Assim, nota-se a importância de estudos tais como neste trabalho, que tem como objetivo definir o tamanho de série amostral ideal para séries históricas de dados fluviométricos de mínimas, por meio dos seguintes objetivos específicos: (1) obter séries históricas de longo período de dados de vazão; (2) constituir séries históricas amostrais de vazão; (3) correlacionar os parâmetros estatísticos das séries de longo período com os dados das séries amostrais; e (4) indicar o tamanho de série amostral ideal considerando as séries de

vazões mínimas.

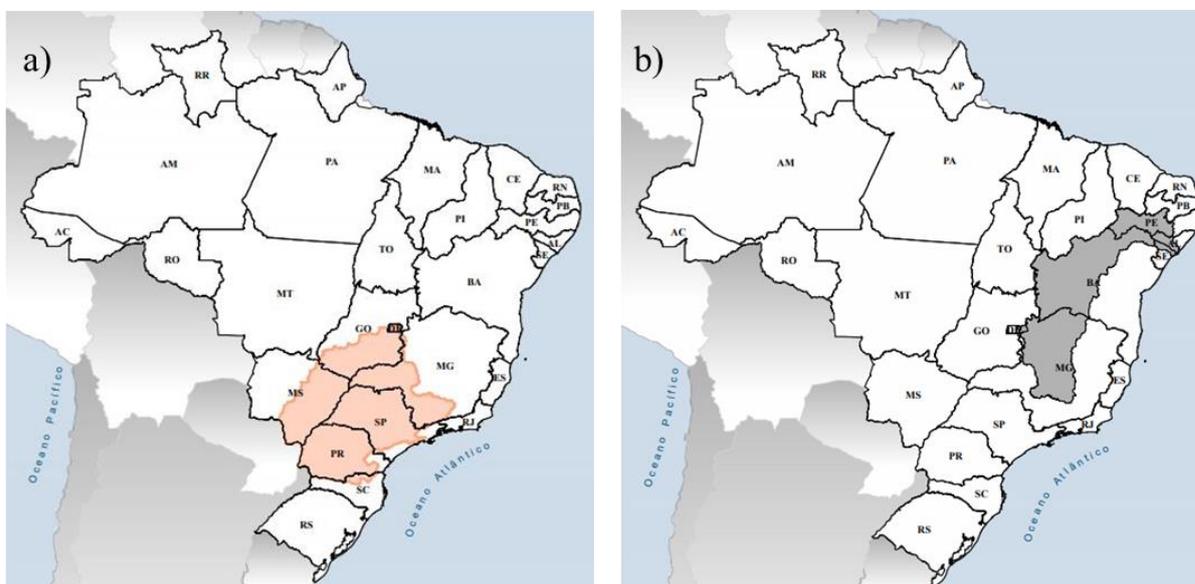
MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

Ressalta-se que a metodologia aqui proposta é aplicável e reproduzível em qualquer Bacia ou Região Hidrográfica desejável, não sendo exclusiva para as duas Regiões Hidrográficas aqui escolhidas. Em anexo, se encontra os Fluxogramas 1, 2 e 3 sintetizando a metodologia aplicada.

O presente estudo foi realizado em duas Regiões Hidrográficas: a Paraná (RHP) e a São Francisco (RHSF). Juntas, elas abrangem cerca de 17% do território brasileiro em 10 estados, além do Distrito Federal, sendo eles: São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás e Santa Catarina (Região Hidrográfica Paraná, conforme Figura 1a) – ANA, [20--?]) e Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Goiás (Região Hidrográfica do São Francisco, conforme Figura 1b) – ANA, [20--?]).

Figura 1 – a) Região Hidrográfica Paraná; b) Região Hidrográfica do São Francisco.



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, [20--?].

SELEÇÃO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS

A partir do Portal HidroWeb, disponível no site da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, [20--?]), foram selecionadas 54 estações de séries

históricas fluviométricas (sendo 19 da RHP e 35 da RHSF), com o critério de possuir, pelo menos, 50 anos de dados completos, ou seja, excluindo-se os anos com falhas de preenchimento.

Na Tabela 1 (em anexo) estão apresentadas as estações selecionadas com as informações dos códigos, bem como seu nome, a sub-bacia hidrográfica a que pertencem, rio onde a estação está inserida, localização geográfica, município e estado, altitude e área de drenagem (A_d). Todos os códigos iniciados pelo dígito seis (6) dizem respeito à RHP, enquanto que os códigos iniciados pelo dígito quatro (4) referem-se à RHSF.

TESTES NÃO-PARAMÉTRICOS

Segundo Mello e Silva (2013), a série histórica estudada precisa ter os testes não-paramétricos aceitos para que se possa aplicar as distribuições de probabilidade. Por isso, aplicou-se a metodologia descrita na bibliografia supracitada para o cálculo dos testes não-paramétricos de aleatoriedade, estacionariedade, independência e homogeneidade. Tais testes foram realizados para as séries de vazões mínimas anuais de cada uma das 54 estações fluviométricas selecionadas, obtendo como resposta a aceitação ou rejeição da hipótese de cada teste.

TESTE DE ADERÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE

Em seguida, aplicou-se o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov para quatro distribuições de probabilidade, a fim de verificar se a amostra analisada (no caso, os dados das séries de vazões mínimas de cada uma das estações) pode ser considerada como proveniente de uma população com determinada distribuição de probabilidade. As distribuições de probabilidade analisadas foram: Normal; Gumbel para máximos; Gumbel para mínimos; e Log Normal. Tanto o teste de aderência quanto as distribuições de probabilidade foram realizados conforme a metodologia descrita por Mello e Silva (2013). Dessa forma, foi possível verificar se há ajuste das distribuições aos dados das séries de vazões mínimas, e em caso afirmativo, qual delas melhor se ajusta para cada uma das estações.

SÉRIE Q₇ (COMPLETA E ESPECÍFICA) E RESPECTIVA VAZÃO Q_{7,10}

A série de Q₇ foi constituída ano a ano a partir dos dados diários disponíveis na série histórica bruta. Cada ano recebeu um único valor de vazão, referente à

menor média de sete dias consecutivos do ano em questão.

Assim, a série de Q_7 completa refere-se à série feita com todos os anos sem falhas disponíveis na série histórica. A série de Q_7 específica refere-se às séries geradas a partir da completa, porém com tamanhos variados: 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; e 90% do tamanho original, além da normal climatológica (contendo 30 anos consecutivos, segundo as especificações da OMM).

Os anos que compuseram as séries específicas foram escolhidos com o auxílio de uma ferramenta que fornecia números aleatórios. A cada porcentagem, novos números foram gerados, garantindo assim a aleatoriedade dos dados para fins de análise. Em relação à normal climatológica, seguiu-se o seguinte critério (de acordo com as recomendações da OMM): deu-se prioridade para a normal climatológica de referência, de 1961 a 1990; para as séries que não possuíam esses anos sem falhas, selecionou-se a normal climatológica padrão mais recente, de 1981 a 2010 (conforme Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, [20--?]); e no caso de não ter também esses anos completos, selecionou-se os 30 anos consecutivos mais recentes, com o primeiro ano terminando com o dígito 1. No caso de uma das estações que não pôde atender a nenhum dos critérios supracitados, selecionou-se os 30 anos consecutivos mais recentes.

A vazão $Q_{7,10}$ foi calculada tanto para a série completa de Q_7 quanto para as séries específicas geradas a partir dela, para cada uma das estações. O cálculo foi realizado seguindo a metodologia da distribuição de probabilidade melhor ajustada para cada estação.

VAZÃO MÍNIMA ANUAL (SÉRIES COMPLETA E ESPECÍFICA) E RESPECTIVA VAZÃO DE PERMANÊNCIA $Q_{90\%}$

Para a vazão de permanência, utilizou-se a série de vazões mínimas anuais e encontrou-se o ano que possuía a vazão mais próxima da média da série de cada estação, ou seja, o ano que se mostrou mais próximo do comportamento médio da respectiva série completa. Em seguida, usou-se os dados diários deste ano específico para a obtenção da vazão de permanência desejada, que neste trabalho foi a $Q_{90\%}$.

Este mesmo procedimento foi realizado tanto para a série completa quanto para as séries específicas. Vale ressaltar que as séries específicas foram feitas seguindo os mesmos critérios da Q_7 , ou seja, aleatoriamente.

DIFERENÇAS PERCENTUAIS E TESTE “T” DE STUDENT

Por fim, para verificar se as informações obtidas por meio das séries específicas eram condizentes ou semelhantes às informações da série completa, calculou-se as diferenças percentuais, PBIAS, entre a vazão média da série completa Q_{comp} ($m^3 \cdot s^{-1}$), e as vazões das séries específicas Q_{esp} ($m^3 \cdot s^{-1}$), conforme Equação 1. Aplicou-se essa equação, também, nos valores de $Q_{7,10}$ e de $Q_{90\%}$, comparando assim a diferença entre tais vazões obtidas por meio da série completa e das séries específicas. O PBIAS é considerado muito bom quando seu módulo é inferior a 10%; bom, entre 10 e 15%; satisfatório, entre 15 e 25%; e insatisfatório, quando superior a 25% (VALLE JUNIOR, RODRIGUES e OLIVEIRA, 2019).

$$PBIAS = \frac{Q_{comp} - Q_{esp}}{Q_{comp}} \times 100. \quad (1)$$

Também analisou-se os resultados estatisticamente utilizando o teste “t” de Student, com nível de significância de 5%.

Vale ressaltar que a análise de PBIAS foi realizado para todas as análises (série de Q_7 , vazões $Q_{7,10}$, série de vazões mínimas anuais – ou série de vazão de permanência – e vazões $Q_{90\%}$). O teste “t” de Student, por sua vez, foi aplicado apenas nas séries de Q_7 e de vazões mínimas anuais, já que tal teste foi feito utilizando média e desvio padrão, e não comparando valores pontuais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido a falhas nos registros de dados fluviométricos, houve variações do período utilizado para o cálculo das normais climatológicas. Na Tabela 2 está apresentada a relação das estações e o respectivo período de 30 anos utilizado, seguindo recomendações da Organização Meteorológica Mundial (OMM), com exceção da estação (14), que não possui 30 anos de dados sem falhas que atenda tais critérios. As estações (26), (29) e (32) não possuem nenhuma sequência de 30 anos consecutivos e por isso, para elas, não foi feita a análise das normais climatológicas. Os números entre parênteses e em negrito são para facilitar a identificação e citação das estações nas tabelas e textos posteriores. Os números de (1) a (19) são referentes à RHP e de (20) a (54) à RHSF.

Tabela 2 – Período considerado como Normal Climatológica para cada estação deste estudo.

Nomenclatura	Estação	NC	Nomenclatura	Estação	NC
(1)	68100000	1961-1990	(28)	40800001	1961-1990
(2)	64843000	1961-1990	(29)	40930000	Não possui
(3)	61052000	1961-1990	(30)	41250000	1961-1990
(4)	61250000	1951-1980	(31)	41300000	1961-1990
(5)	64465000	1981-2010	(32)	41340000	Não possui
(6)	60850000	1961-1990	(33)	41380000	1961-1990
(7)	62715000	1961-1990	(34)	41818000	1961-1990
(8)	61122000	1961-1990	(35)	41990000	1961-1990
(9)	61100000	1961-1990	(36)	42210000	1961-1990
(10)	60150000	1961-1990	(37)	42395000	1961-1990
(11)	65365000	1961-1990	(38)	42600000	1961-1990
(12)	60635000	1981-2010	(39)	42690001	1961-1990
(13)	60250000	1961-1990	(40)	43200000	1961-1990
(14)	60130000	1985-2014	(41)	44200000	1961-1990
(15)	60265000	1981-2010	(42)	44500000	1961-1990
(16)	60615000	1981-2010	(43)	45131000	1961-1990
(17)	60100000	1961-1990	(44)	45298000	1961-1990
(18)	60220000	1961-1990	(45)	46150000	1961-1990
(19)	60145000	1981-2010	(46)	46360000	1981-2010
(20)	40025000	1961-1990	(47)	46550000	1961-1990
(21)	40040000	1981-2010	(48)	46650000	1961-1990
(22)	40050000	1981-2010	(49)	46675000	1961-1990
(23)	40100000	1961-1990	(50)	46790000	1961-1990
(24)	40150000	1951-1980	(51)	46830000	1961-1990
(25)	40330000	1961-1990	(52)	46902000	1961-1990
(26)	40400000	Não possui	(53)	48020000	1961-1990
(27)	40680000	1981-2010	(54)	48290000	1961-1990

Fonte: Do autor (2021).

TESTES NÃO-PARAMÉTRICOS E DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE

Na Tabela 3, em anexo, estão apresentados os testes não-paramétricos aceitos em cada uma das 54 estações, além da distribuição de probabilidade escolhida baseado no melhor ajuste em cada situação. Para a RHP, pode-se observar que apenas duas estações (estações (14) e (15)) tiveram todos os testes não-paramétricos aceitos, enquanto que nove delas tiveram apenas um ou nenhum teste aceito. Já a RHSF não possui nenhuma estação que aceite todos os testes e possui 21 estações que aceitaram nenhum ou um teste apenas. Nota-se, assim, o

baixo número de estações com resultados positivos para os testes não-paramétricos de aleatoriedade, estacionariedade, independência e homogeneidade. Resultado semelhante foi obtido por Rubatino *et al.* (2017), em um estudo de cotas e vazões na Bacia do Rio Doce, concluindo que isso pode apontar para constantes variações dos dados, seja devido à forma como os mesmos são coletados ou à periodicidade em que são feitos, além de se tratar de dados de cota e vazão, os quais sofrem variações de cheias e secas ao longo dos anos, em intensidades diferentes.

Vale lembrar que, segundo Mello e Silva (2013), quando um teste não-paramétrico não é aceito, a aplicação de distribuições de probabilidade não é recomendada. Para exemplificar, a hipótese de aleatoriedade assume que as variações ocorridas em determinada série histórica são todas decorrentes de causas naturais, e não por influência antrópica (como ocorre, por exemplo, na construção de barramentos). Se tal hipótese é rejeitada, provavelmente as variações observadas deixaram de ser aleatórias, ou seja, naturais, e a utilização da distribuição de probabilidade na previsão de alguma variável pode não ser realista ou tão confiável, já que o comportamento hidrológico tem sido afetado pelo homem, e pode variar além do previsto historicamente.

Em relação às distribuições de probabilidade, apenas três estações obtiveram melhor ajuste com Gumbel para mínimos, o que contrariou a expectativa inicial, já que esperava-se que valores mínimos (vazões mínimas) se ajustassem melhor a este tipo de distribuição de probabilidade, conforme observado no estudo de Melo (2016), realizado na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, onde a distribuição Gumbel apresentou melhores ajustes na maioria dos testes realizados com vazões mínimas de referência. As distribuições de melhor ajuste foram Normal e Log Normal, com 22 e 15 estações, respectivamente. Resultado semelhante é apresentado por Granemann e Mine (2015) e por Uliana *et al.* (2011). Ao se obter o melhor ajuste para cada estação, tem-se a forma mais adequada para realizar estimativas da frequência ou probabilidade de ocorrência de determinados valores.

Embora os testes não-paramétricos não tenham sido, em sua grande maioria, aceitos para as séries de vazões mínimas aqui analisadas, realizou-se mesmo assim os cálculos das vazões de $Q_{7,10}$, a fim de se comparar os resultados obtidos por meio das séries longas e das séries menores. Esse é o objetivo principal do trabalho. Tais resultados podem não ser tão confiáveis para estudos onde seriam aplicados na prática, como na construção de obras hidráulicas, por exemplo.

Contudo, como aqui objetiva-se comparar tamanhos de séries, supõe-se que a mesma incerteza embutida na série longa, encontra-se também na série menor, não atrapalhando a comparação aqui pretendida.

SÉRIE Q7 (COMPLETA E ESPECÍFICA) E RESPECTIVA VAZÃO Q_{7,10}

Na Tabela 4 está apresentado um resumo das principais informações relacionadas à série de Q₇ pela diferença percentual PBIAS dentro de cada série específica. Cada uma das quatro classificações foi analisada separadamente, avaliando as seguintes questões: quantidade de ocorrência de determinada classificação na série específica; porcentagem de ocorrência dentro da série específica (quantidade de ocorrência dividido por 54 – que é o número das estações); e o tamanho médio da série (somatório dos tamanhos das séries específicas dividido pela quantidade de ocorrência). Ressalta-se, que, para o cálculo da porcentagem de ocorrência da normal climatológica, foi dividida a quantidade de ocorrência por 51, já que três estações não possuíram os dados nos critérios adotados, e portanto não participaram das análises de série de normal climatológica. Na linha de “TOTAL”, a porcentagem de ocorrência considera todas as 10 séries específicas das 54 estações (excetuando os três casos de NC citados acima, totalizando então 537 informações). Exemplificando para a classificação de “insatisfatório”, foram um total de seis ocorrências, então a porcentagem de ocorrência é de seis dividido por 537.

A Tabela-resumo deve ser analisada da seguinte forma: para a série específica de 10%, ocorreram três casos classificados como “insatisfatório”, o que representa 5,55% dos casos da série de 10%; e o tamanho médio das séries assim classificadas é de sete anos de dados. No total, foram seis casos nessa situação, os quais representam apenas 1,12% de todos os casos. Da mesma forma, 35 casos foram classificados como “muito bom” para a série de 10%, com tamanho médio de 7,66 anos de dados para tal resultado.

Importante notar que séries com tamanho médio de 15 anos representam mais de 70% da classificação “muito bom”, ou seja, séries em torno de 15 anos de dados fornecem resultados semelhantes aos das séries longas. Além disso, é interessante notar que as Normais Climatológicas apresentam um comportamento similar às séries de 10%, como pode ser visto nas classificações de “satisfatório” e “muito bom”.

Tabela 4 – Tabela-resumo com a análise da diferença percentual para a série de Q₇.

Série específica	INSATISFATÓRIO			SATISFATÓRIO		
	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)
10%	3	5,55	7,00	10	18,52	6,70
20%	2	3,70	12,00	4	7,41	13,50
30%	-	-	-	-	-	-
40%	-	-	-	-	-	-
50%	-	-	-	1	1,85	40,00
60%	-	-	-	-	-	-
70%	-	-	-	-	-	-
80%	-	-	-	-	-	-
90%	-	-	-	-	-	-
NC	1	1,96*	30,00	8	15,69*	30,00
TOTAL	6	1,12**	-	23	4,28**	-
Série específica	BOM			MUITO BOM		
	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)
10%	6	11,11	7,00	35	64,81	7,66
20%	9	16,67	14,44	39	72,22	15,05
30%	8	14,81	20,87	46	85,18	22,33
40%	5	9,26	28,80	49	90,74	29,43
50%	2	3,70	35,50	51	94,44	37,04
60%	1	1,85	40,00	53	98,15	44,24
70%	-	-	-	54	100,00	51,52
80%	-	-	-	54	100,00	58,81
90%	-	-	-	54	100,00	66,24
NC	11	21,57*	30,00	34	66,67*	30,00
TOTAL	39	7,26**	-	469	87,34**	-

Fonte: Do autor (2021).

* Porcentagem de ocorrência em relação às 51 estações que possuem a NC nos critérios adotados.

** Porcentagem de ocorrência em relação aos 537 casos estudados.

Observa-se, também, uma correlação entre o aumento do tamanho da série e o aumento de porcentagem de ocorrência da classificação “muito bom”. A correlação inversa também pode ser observada nas classificações “bom”, “satisfatório” e

“insatisfatório”: quanto maior o tamanho da série, menor a porcentagem de ocorrência destas classificações.

Em relação ao teste “t”, são estes os resultados de diferença estatística entre as séries específicas e a série completa: dez ocorrências de diferença estatística nas Normais Climatológicas; duas ocorrências na série específica de 10%; uma em 20%; e uma em 50%. Dessa forma, no caso das RHs estudadas, trabalhar com apenas 10% dos anos disponíveis (o que significa utilizar cerca de sete anos de dados) para o cálculo da Q_7 não se mostrou, no geral, estatisticamente diferente da série completa.

Na Tabela 5 está apresentado um resumo dos resultados obtidos pela diferença percentual para os valores de $Q_{7,10}$. No total, foram 50 casos de “insatisfatório”, com 27 dos casos possuindo um tamanho médio entre sete e 13 anos de dados, além da série específica de 70%, a qual apresentou tal classificação com uma média de 55,50 anos de dados. As classificações de “bom” ocorrem com frequência a partir de sete anos de dados. Juntando as classificações de “bom” e “muito bom”, nota-se que elas ocorrem em 81% de todos os casos analisados.

Embora as séries de normal climatológica estejam bem presentes nas classificações de “insatisfatório” e “satisfatório”, não se notou nenhum padrão que pudesse indicar qual o melhor período de 30 anos a ser usado.

As séries das normais climatológicas apresentaram resultados entre os resultados das séries de 10 e 20%, e até pior no caso da classificação “satisfatório”.

Não se observou uma correlação entre as diferenças percentuais nos valores calculados de $Q_{7,10}$ e a rejeição dos testes não-paramétricos.

VAZÃO MÍNIMA ANUAL (SÉRIES COMPLETA E ESPECÍFICA) E RESPECTIVA VAZÃO DE PERMANÊNCIA $Q_{90\%}$.

Na Tabela 6 está apresentado um resumo dos resultados obtidos para a série de vazões mínimas anuais. A partir dela nota-se que mais de 87% dos casos estudados apresentaram resultados classificados como “muito bom”, e em menos de 1% como “insatisfatório”. Com séries de tamanho médio a partir de sete anos já se tem uma frequência de ocorrência como “muito bom” próximo de 63%. Aumentando o tamanho médio da série para 15 anos, a frequência de ocorrência como “muito bom” sobe para quase 78% dos casos.

Mais uma vez, as séries das normais climatológicas apresentam resultados

gerais muito próximos às séries específicas de 10 e 20%, com tamanhos médios entre sete e 15 anos de dados.

Tabela 5 – Tabela-resumo com a análise da diferença percentual para os valores de $Q_{7,10}$.

Série específica	INSATISFATÓRIO			SATISFATÓRIO		
	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)
10%	18	33,33	7,00	9	16,67	7,22
20%	9	16,67	13,33	7	12,96	14,71
30%	5	9,26	21,80	8	14,81	23,25
40%	3	5,55	28,33	6	11,11	29,17
50%	1	1,85	31,00	3	5,55	31,00
60%	-	-	-	3	5,55	41,33
70%	2	3,70	55,50	2	3,70	52,00
80%	-	-	-	2	3,70	48,00
90%	-	-	-	-	-	-
NC	12	23,53*	30,00	12	23,53*	30,00
TOTAL	50	9,31**	-	52	9,68**	-

Série específica	BOM			MUITO BOM		
	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)
10%	6	11,11	7,17	21	38,89	7,86
20%	9	16,67	14,11	29	53,70	15,34
30%	6	11,11	21,67	35	64,81	21,97
40%	5	9,26	31,00	40	74,07	29,27
50%	3	5,55	34,67	47	87,04	37,70
60%	7	12,96	43,28	44	81,48	44,50
70%	5	9,26	51,20	45	83,33	51,35
80%	5	9,26	57,40	47	87,04	59,42
90%	1	1,85	69,00	53	98,15	66,19
NC	5	9,80*	30,00	22	43,14*	30,00
TOTAL	52	9,68**	-	383	71,32**	-

Fonte: Do autor (2021).

* Porcentagem de ocorrência em relação às 51 estações que possuem a NC nos critérios adotados.

** Porcentagem de ocorrência em relação aos 537 casos estudados.

Tabela 6 – Tabela-resumo com a análise da diferença percentual das médias para a série de vazões mínimas anuais.

Série específica	INSATISFATÓRIO			SATISFATÓRIO		
	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)
10%	3	5,55	6,67	7	12,96	7,14
20%	1	1,85	12,00	5	9,26	15,40
30%	-	-	-	4	7,41	20,75
40%	-	-	-	1	1,85	32,00
50%	-	-	-	-	-	-
60%	-	-	-	-	-	-
70%	-	-	-	-	-	-
80%	-	-	-	-	-	-
90%	-	-	-	-	-	-
NC	1	1,96*	30,00	5	9,80*	30,00
TOTAL	5	0,93**	-	22	4,10**	-

Série específica	BOM			MUITO BOM		
	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)
10%	10	18,52	7,60	34	62,96	7,41
20%	6	11,11	15,00	42	77,78	14,59
30%	2	3,70	22,00	48	88,89	22,14
40%	5	9,26	27,80	48	88,89	29,37
50%	3	5,55	35,00	51	94,44	37,02
60%	2	3,70	46,50	52	96,30	43,90
70%	-	-	-	54	100,00	51,33
80%	-	-	-	54	100,00	58,61
90%	-	-	-	54	100,00	66,00
NC	12	23,53*	30,00	33	64,70*	30,00
TOTAL	40	7,45**	-	470	87,52**	-

Fonte: Do autor (2021).

* Porcentagem de ocorrência em relação às 51 estações que possuem a NC nos critérios adotados.

** Porcentagem de ocorrência em relação aos 537 casos estudados.

Em relação ao teste “t” de Student, o resultado das diferenças estatísticas para a série de vazões mínimas são: dez ocorrências na normal climatológica; três em 10%; e uma em 20%. Nota-se a predominância de ocorrência de diferença estatística nas séries das normais climatológicas em relação às demais séries

específicas.

A vazão $Q_{90\%}$ foi a que apresentou a maior variação nos resultados, tendo ocorrência de todas as classificações em todas as séries específicas estudadas, como visto na Tabela 7.

As diferenças percentuais entre as séries completa e específicas ocorre nas diferentes porcentagens analisadas, inclusive nas maiores. Foram 42 casos em que a diferença percentual foi superior a 25% - classificação “insatisfatório” - correspondendo a menos de 8% dos casos analisados e 61 casos com diferença entre 15% e 25% - classificação “satisfatório” - correspondente a pouco mais de 11%. Ainda assim, a classificação “muito bom” foi maioria, com cerca de 70% dos casos.

Para a série de 10%, mais de 57% dos casos obtiveram a classificação de “muito bom”, com tamanho médio da série de 7,42 anos. Se aumentar o tamanho médio para 15 anos, essa porcentagem sobe para mais de 68%. Mais uma vez, as normais climatológicas tiveram comportamento muito similar às séries de 10%, ou seja, séries de 30 anos de dados com resultados similares às séries de sete anos de dados.

Tal diversidade no resultado talvez seja explicado pela forma como a $Q_{90\%}$ foi calculada, já que ela foi obtida a partir de um único ano representativo dos demais anos da estação. Contudo, a maior parte dos resultados ainda assim são de classificações de “bom” e “muito bom”.

Tabela 7 – Tabela-resumo com a análise da diferença percentual para os valores de $Q_{90\%}$.

Série específica	INSATISFATÓRIO			SATISFATÓRIO		
	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)
10%	7	12,96	6,86	9	16,67	7,78
20%	4	7,41	15,00	8	14,81	13,50
30%	5	9,26	19,80	7	12,96	23,43
40%	4	7,41	27,25	6	11,11	30,00
50%	4	7,41	34,75	6	11,11	35,83
60%	4	7,41	44,75	5	9,26	44,20
70%	4	7,41	50,00	4	7,41	54,50
80%	3	5,55	50,67	7	12,96	58,00
90%	1	1,85	54,00	1	1,85	71,00
NC	6	11,76*	30,00	8	15,69*	30,00
TOTAL	42	7,82**	-	61	11,36**	-

Série específica	BOM			MUITO BOM		
	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)
10%	7	12,96	7,14	31	57,41	7,42
20%	5	9,26	15,80	37	68,52	14,73
30%	10	18,52	21,00	32	59,26	22,41
40%	10	18,52	30,40	34	62,96	29,06
50%	6	11,11	40,67	38	70,37	36,71
60%	4	7,41	50,50	41	75,92	43,27
70%	4	7,41	54,25	42	77,78	50,88
80%	5	9,26	59,20	39	72,22	59,26
90%	2	3,70	58,50	50	92,59	66,44
NC	6	11,76*	30,00	31	62,74*	30,00
TOTAL	59	10,99**	-	375	69,83**	-

Fonte: Do autor (2021).

* Porcentagem de ocorrência em relação às 51 estações que possuem a NC nos critérios adotados.

** Porcentagem de ocorrência em relação aos 537 casos estudados.

Não foi possível verificar uma relação entre as estações com maior diferença percentual e a rejeição dos testes não-paramétricos.

CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo verificar o tamanho ideal de séries históricas fluviométricas nos estudos hidrológicos, por meio da análise da diferença percentual e do teste "t" de Student entre os valores médios obtidos com as séries de Q_7 e de vazões mínimas anuais completas (ou seja, com todos os anos disponíveis na série histórica) e específicas (com tamanhos pré-estabelecidos de 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; e 90% do tamanho completo além da normal climatológica). Além das médias, fez-se essa mesma análise a partir dos valores de $Q_{7,10}$ e $Q_{90\%}$ calculados. O estudo foi realizado com um total de 54 estações fluviométricas pertencentes à duas Regiões Hidrográficas: RHP (19 estações) e RHSF (35 estações).

Aplicou-se os testes não-paramétricos de aleatoriedade, estacionariedade, independência e homogeneidade às estações, verificando que 30 das 54 estações aceitaram apenas um ou nenhum teste, enquanto que apenas duas estações aceitaram todos os testes não-paramétricos. Isso mostra um baixo número de estações com resultados positivos aos testes, seja devido à influência antrópica na RH, à forma como os dados são coletados, à periodicidade em que são feitos ou até mesmo devido às variações de cheias e secas ao longo dos anos, com diferentes intensidades.

As distribuições de probabilidade melhor ajustadas às estações selecionadas para as séries de vazões mínimas anuais foram Normal e Log Normal, com 22 e 15 estações, respectivamente. Contrariando o esperado, apenas três estações se ajustaram melhor com Gumbel para mínimos.

Em relação aos valores médios da série de Q_7 , houve uma predominância da classificação "muito bom" pela diferença percentual, ocorrendo em mais de 87% dos casos analisados. Tal classificação foi obtida satisfatoriamente a partir de séries com tamanho médio próximo de oito anos de dados. O teste "t" de Student acusou diferença estatística em apenas 14 casos.

Os valores de $Q_{7,10}$ foram classificados como "insatisfatório" em 50 casos, correspondendo a pouco mais de 9% dos casos analisados. Destes 50 casos, 18 foram em séries com tamanho médio de sete anos, e 12 foram nas normais climatológicas.

A análise das médias da série de vazões mínimas anuais mostrou que apenas cinco casos foram de "insatisfatório", 22 de "satisfatório", 40 casos de "bom" e 470 de "muito bom". Este correspondeu a mais de 87% dos casos, ocorrendo com

frequência a partir de um tamanho médio de sete anos de dados. O teste "t" de Student mostrou diferença estatística em apenas 14 casos.

As vazões $Q_{90\%}$ foram classificadas como "insatisfatório" e "satisfatório" em 42 e 61 situações, respectivamente, ao longo de todas as séries específicas analisadas, representando juntos pouco mais de 19% de todos os casos. Em 59 casos foram classificados como "bom" e 375 como "muito bom", juntos representando quase 81% do total, e ocorrendo em séries de tamanho médio de oito anos.

Assim, para as estações fluviométricas aqui analisadas utilizar séries históricas com tamanhos a partir de oito anos de dados possibilitou obter resultados semelhantes, ou estatisticamente iguais, aos obtidos por séries longas (no presente estudo, entre 59 e 97 anos de dados). Dessa maneira, com base nos resultados obtidos através das 54 estações fluviométricas pertencentes às Regiões Hidrográficas Paraná e São Francisco, recomenda-se a utilização de séries históricas com no mínimo oito anos de dados para as análises de vazões mínimas anuais, Q_7 , $Q_{7,10}$ e $Q_{90\%}$.

Outra observação relevante é em relação às normais climatológicas, as quais mostraram resultados muito semelhantes aos das séries específicas de 10%.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. [20--?]. *As doze regiões hidrográficas brasileiras*. <https://www.ana.gov.br/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/links-12-regioes>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. *Séries Históricas de Estações*. [20--?]. <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. *Inventário Estações Pluviométricas*. Brasília, 2009, 196p.

BARBAROTTO JUNIOR, J. L. *Análise da disponibilidade hídrica da bacia do Rio Jundiá por meio de simulações hidrológicas de cenários prováveis* (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014. Acesso em 13 de Julho de 2021. http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/258741/1/BarbarottoJunior_JorgeLuiz_M.pdf.

DETZEL, D. H. M. *Modelagem de series hidrológicas: uma abordagem de múltiplas escalas temporais* (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em

Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Acesso em 13 de Julho de 2021.

<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/41305/R%20-%20T%20-%20DANIEL%20HENRIQUE%20MARCO%20DETZEL.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.

GENZ, F.; LESSA, G. C.; CIRANO, M. Vazão mínima para estuários: um estudo de caso no Rio Paraguaçu/BA. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 13, n. 3, 2008, 73-82. Acesso em 13 de Julho de 2021.

<http://eventos.abrh.org.br/xiisrhn/anais/papers/PAP017690.pdf>.

GRANEMANN, A. R. B.; MINE, M. R. M. Distribuições de probabilidade para vazões mínimas: uma revisão bibliográfica. *XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Brasília-DF, 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. [20--?]. *Normais climatológicas do Brasil*. Acesso em 26 de Novembro de 2020.

<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>.

LUIZ, S. F. *Regionalização hidrológica de vazões mínimas por meio do Método dos Mínimos Quadrados Generalizados aplicada à bacia do Alto São Francisco* (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. Acesso em 14 de Julho de 2021.

<http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/1053M.PDF>.

MELO, L. S. *Distribuições e tendências de vazões na bacia hidrográfica do Rio das Velhas* (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, 2016. Acesso em 27 de Novembro de 2020.

https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppgca/Dissertacao%20Larissa%20Melo_29_07_2016.pdf.

MELLO, C. R.; SILVA, A. M. *Hidrologia: Princípios e aplicações em sistemas agrícolas*. Lavras: Editora UFLA, 2013, 455p.

OLIVEIRA, J. R.; PRUSKI, F. F.; NUNES, A. A. Otimização do aproveitamento da disponibilidade de águas superficiais na Bacia do Ribeirão entre Ribeiros. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 18, n. 4, 2013, 157-172. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v18n4.p157-172>.

ROCHA, P. C.; SANTOS, A. A dos. Hydrological analysis in water basins. *Revista Mercator*, v. 17, 2018. <https://doi.org/10.4215/rm2018.e17025>.

RUBATINO, F. S.; NASCIMENTO, P. C.; ROENICK, R. G. A.; BATISTA, S. H. *Análise de homogeneidade, aleatoriedade, independência e estacionariedade das séries de dados de cota e vazão de estações fluviométricas da bacia do Rio Doce* (Relatório Final para obtenção de Bacharelado em Ciência e Tecnologia). Universidade Federal de São João Del Rei, Ouro Branco, 2017. Acesso em 26 de Março de 2021.

[https://ufsj.edu.br/portal2-](https://ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/labhidromec/Analise%20de%20homogeneidade,%20aleatoriedade,%20independencia%20e%20estacionariedade%20das%20series%20de%20dados%20de%20cota%20e%20vazao%20de%20estacoes%20fluviometricas%20da%20bacia%20do%20Rio%20Doce.pdf)

[repositorio/File/labhidromec/Analise%20de%20homogeneidade,%20aleatoriedade,%20independencia%20e%20estacionariedade%20das%20series%20de%20dados%20de%20cota%20e%20vazao%20de%20estacoes%20fluviometricas%20da%20bacia%20do%20Rio%20Doce.pdf](https://ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/labhidromec/Analise%20de%20homogeneidade,%20aleatoriedade,%20independencia%20e%20estacionariedade%20das%20series%20de%20dados%20de%20cota%20e%20vazao%20de%20estacoes%20fluviometricas%20da%20bacia%20do%20Rio%20Doce.pdf).

ULIANA, E. M.; MARTINS, C. A. S.; SILVA, J. G. F.; REIS, E. F. Análise estatística para determinação da $Q_{7,10}$ na Bacia do Rio São Mateus-ES. *XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação*, Universidade do Vale do Paraíba, 2011.

ULIANA, E. M.; SILVA, D. D.; ULIANA, E. M.; RODRIGUES, B. S.; CORRÊDO, L. P. Análise de tendência em séries históricas de vazão e precipitação: uso de teste estatístico não paramétrico. *Revista Ambiente & Água*, v. 10, n. 1, 2014, 82-88. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1427>.

VALLE JUNIOR, L. C. G.; RODRIGUES, D. B. B.; OLIVEIRA, P. T. S. Initial abstraction ratio and Curve Number estimation using rainfall and runoff data from a tropical watershed. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 24, n. 5, 2019. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.262120200117>.

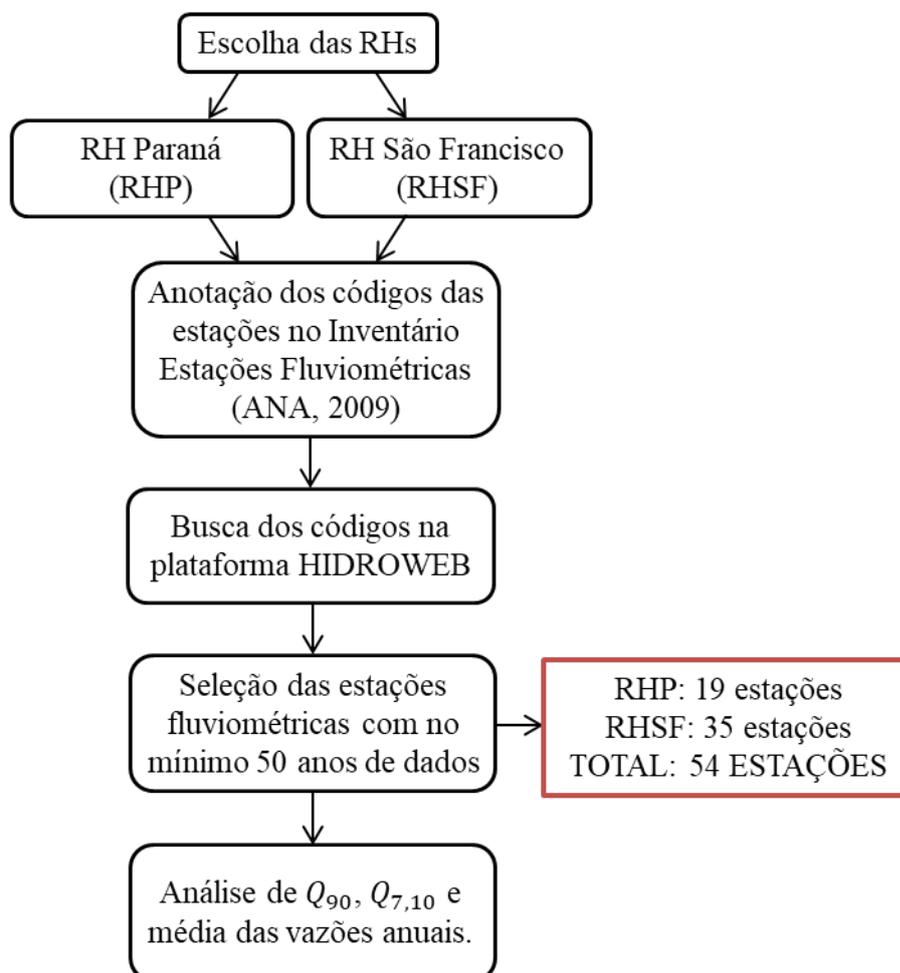
WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION – WMO. (2019). Nº 49 – *Technical Regulations*. Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva. 71p.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION - WMO. (2017). Nº 1203 – *Guidelines on the Calculation of Climate Normals*. Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva. 29p.

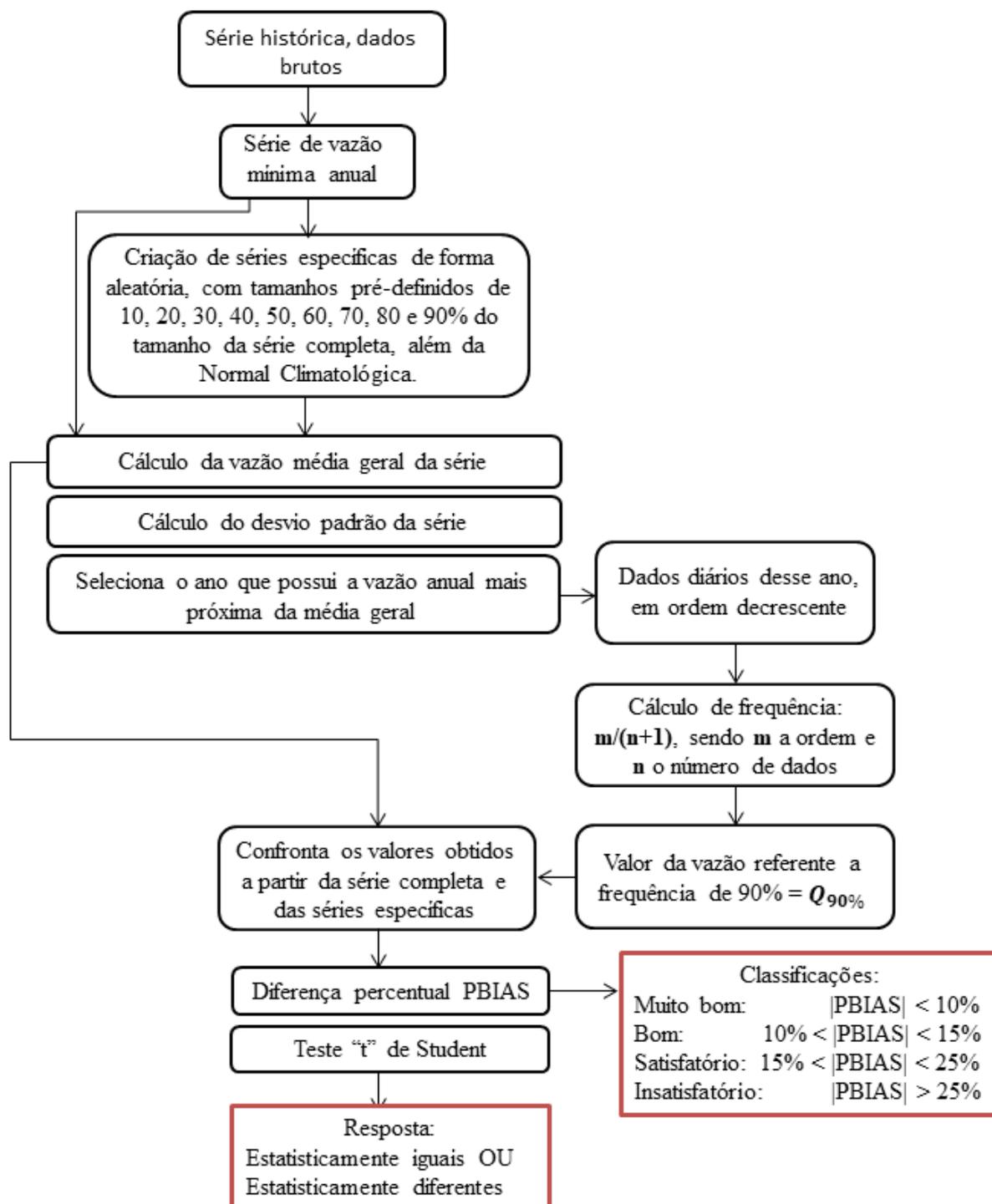
WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION - WMO. (2007). Nº 1377 – *The role of climatological normals in a changing climate*. Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva. 130p.

ANEXO 1 – FLUXOGRAMAS SINTETIZANDO AS ETAPAS METODOLÓGICAS

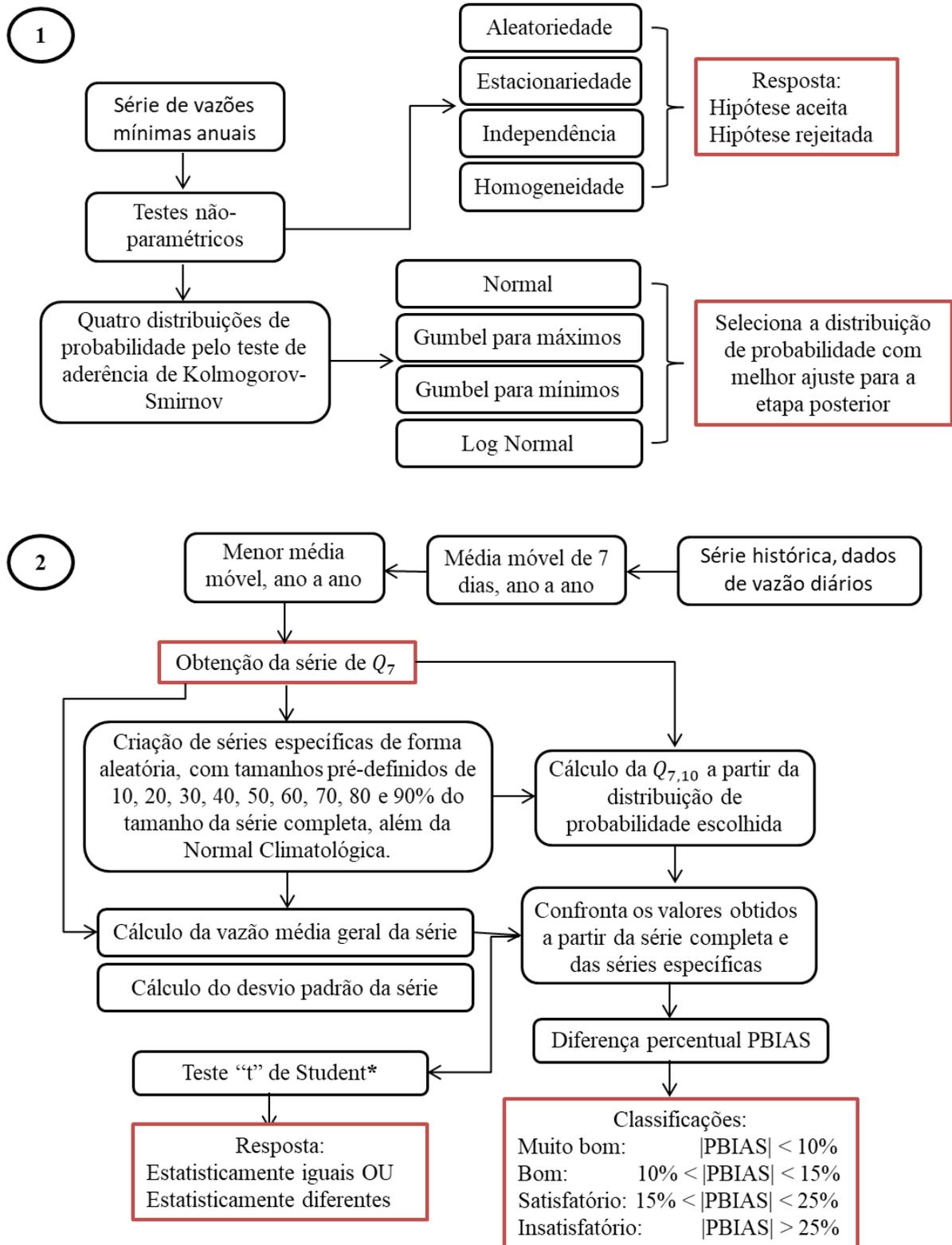
Figura 2 – Seleção das estações fluviométricas.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 3 – $Q_{90\%}$ e média das vazões mínimas anuais.

Fonte: Do autor (2021).

Figura 4 – Série de Q_7 e vazão $Q_{7,10}$.

Fonte: Do autor (2021).

ANEXO 2 – ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS

Tabela 1 – Estações fluviométricas selecionadas e informações pertinentes.

Código	Nome da estação	Sub-bacia	Rio	Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)	A_d (km²)
68100000	Corrientes (408-MOSP)	Rios Paraná-Corrientes	Rio Paranaíba	Argentina	-27.45	-58.85	42	1.950.000
64843000	Guaira Porto	Rios Paraná-Paranapanema	Rio Paraná	Guaira (PR)	-24.0694	-54.2489	218	804.000
61052000	Andrelândia	Rio Grande	Rio Turvo Pequeno	Andrelândia (MG)	-21.7381	-44.3056	951	274
61250000	Fazenda da Guarda	Rio Grande	Rio Sapucaí	Campos do Jordão (SP)	-22.6878	-45.4797	1.501	109
64465000	Tibagi	Rios Paraná-Paranapanema	Rio Tibagi	Tibagi (PR)	-24.5094	-50.4097	750	8.840
60850000	Fazenda Buriti do Prata	Rio Paranaíba	Rio da Prata	Prata (MG)	-19.3597	-49.1803	517	2.460
62715000	Artemis	Rios Paraná-Tietê	Rio Piracicaba	Piracicaba (SP)	-22.6792	-47.7753	445	10.900
61122000	Vila Rio das Mortes	Rio Grande	Rio das Mortes Pequeno	São João Del Rei (MG)	-21.1956	-44.3286	870	272
61100000	Ibertioga	Rio Grande	Rio Elvas	Ibertioga (MG)	-21.4444	-43.9633	980	186
60150000	Estrela do Sul	Rio Paranaíba	Rio Bagagem	Estrela do Sul (MG)	-18.7389	-47.6897	720	868
65365000	Porto Vitória	Rios Paraná-Iguaçu	Rio Espingarda	Porto Vitória (PR)	-26.1775	-51.22	790	165
60635000	Inhumas	Rio Paranaíba	Rio Meia Ponte	Inhumas (GO)	-16.3464	-49.4942	900	532
60250000	Fazenda São Mateus	Rio Paranaíba	Rio Quebra Anzol	Ibiá (MG)	-19.5175	-46.57	852	1.300
60130000	Fazenda Cachoeira	Rio Paranaíba	Rio Perdizes	Monte	-18.7808	-47.4089	616	131

				Carmelo (MG)				
60265000	Ibiá	Rio Paranaíba	Rio Misericórdia	Ibiá (MG)	-19.475	-46.5419	880	1.370
60615000	Fazenda Cachoeira	Rio Paranaíba	Rio Pouso Alegre	Tupaciguara (MG)	-18.6983	-48.7806	793	195
60100000	Charqueada do Patrocínio	Rio Paranaíba	Rio Dourados	Patrocínio (MG)	-18.9011	-46.9658	906	78
60220000	Desemboque	Rio Paranaíba	Rio Araguari	Sacramento (MG)	-20.0139	-47.0172	960	1.070
60145000	Iraí de Minas	Rio Paranaíba	Rio Bagagem	Iraí de Minas (MG)	-18.9772	-47.4575	946	93
40025000	Vargem Bonita	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio São Francisco	Vargem Bonita (MG)	-20.3278	-46.3658	744	301
40040000	Fazenda Ajudas	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio Ajudas	BambuÍ (MG)	-20.0953	-46.0622	681	244
40050000	Iguatama	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio São Francisco	Iguatama (MG)	-20.17	-45.7158	624	5.560
40100000	Porto das Andorinhas	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio São Francisco	Abaeté (MG)	-19.2814	-45.2753	532	14.000
40150000	Carmo do Cajuru	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio Pará	Carmo do Cajuru (MG)	-20.1811	-44.7939	719	2.500
40330000	Velho da Taipa	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio Pará	Conceição do Pará (MG)	-19.6939	-44.9308	575	7.350
40400000	Estação Álvaro da Silveira	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio Lambari	Bom Despacho (MG)	-19.7536	-45.1167	648,5	1.820
40680000	Entre Rios de Minas	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio Brumado	Entre Rios de Minas (MG)	-20.6611	-44.0722	840	487
40800001	Ponte Nova do Paraopeba	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio Paraopeba	Juatuba (MG)	-19.9489	-44.305	695	5.690
40930000	Barra do Funchal	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio Indaiá	Serra da Saudade (MG)	-19.3956	-45.8864	679	897

41250000	Vespasiano	Rios São Francisco-das Velhas	Ribeirão da Mata	Vespasiano (MG)	-19.6875	-43.9206	674	709
41300000	Taquaraçu	Rios São Francisco-das Velhas	Rio Taquaraçu	Taquaraçu de Minas (MG)	-19.6536	-43.6875	757	618
41340000	Ponte Raul Soares	Rios São Francisco-das Velhas	Rio das Velhas	Lagoa Santa (MG)	-19.5597	-43.9111	637	4.860
41380000	Ponte Preta	Rios São Francisco-das Velhas	Rio Jaboticatubas	Jaboticatubas (MG)	-19.4619	-43.9036	752	564
41818000	Santo Hipólito (ANA/CEMIG)	Rios São Francisco-das Velhas	Rio das Velhas	Santo Hipólito (MG)	-18.3061	-44.2258	499	16.600
41990000	Várzea da Palma	Rios São Francisco-das Velhas	Rio das Velhas	Várzea da Palma (MG)	-17.5961	-44.7133	488	26.500
42210000	Cachoeira da Manteiga	Rios São Francisco-Paracatu	Rio São Francisco	Buritizeiro (MG)	-16.6572	-45.0808	461	107.000
42395000	Santa Rosa	Rios São Francisco-Paracatu	Rio Paracatu	Paracatu (MG)	-17.255	-46.4728	490	12.800
42600000	Porto dos Poções	Rios São Francisco-Paracatu	Rio Preto	Dom Bosco (MG)	-16.8397	-46.3572	512	9.400
42690001	Porto da Extrema	Rios São Francisco-Paracatu	Rio Paracatu	Brasilândia de Minas (MG)	-17.0303	-46.0136	484	30.100
43200000	São Romão	Rios São Francisco-Urucuia	Rio São Francisco	São Romão (MG)	-16.3725	-45.07	457,3	154.000
44200000	São Francisco	Rios São Francisco-Verde Grande	Rio São Francisco	São Francisco (MG)	-15.9494	-44.8678	448	184.000
44500000	Manga	Rios São Francisco-Verde Grande	Rio São Francisco	Manga (MG)	-14.7572	-43.9322	433,8	202.000
45131000	São Gonçalo	Rios São Francisco-Carinhanha	Rio Carinhanha	Montalvânia (MG)	-14.3136	-44.4594	449	6.020
45298000	Carinhanha	Rios São Francisco-Carinhanha	Rio São Francisco	Carinhanha (BA)	-14.3044	-43.7633	427	254.000
46150000	Ibotirama	Rios São Francisco-	Rio São	Ibotirama	-12.1825	-43.2231	408	323.000

		Grande	Francisco	(BA)				
46360000	Morpará	Rios São Francisco- Grande	Rio São Francisco	Morpará (BA)	-11.5583	-43.2825	399	345.000
46550000	Barreiras	Rios São Francisco- Grande	Rio Grande	Barreiras (BA)	-12.1525	-45.0094	437	24.400
46650000	Taguá	Rios São Francisco- Grande	Rio Grande	Cotegipe (BA)	-11.7208	-44.5022	459	36.000
46675000	Fazenda Macambira	Rios São Francisco- Grande	Rio Grande	Cotegipe (BA)	-11.6106	-44.1567	420	39.600
46790000	Formosa do Rio Preto	Rios São Francisco- Grande	Rio Preto	Formosa do Rio Preto (BA)	-11.0514	-45.1969	479	14.300
46830000	Ibipetuba	Rios São Francisco- Grande	Rio Preto	Santa Rita de Cássia (BA)	-11.0058	-44.5242	432	17.900
46902000	Boqueirão	Rios São Francisco- Grande	Rio Grande	Mansidão (BA)	-11.345	-43.8261	401	65.900
48020000	Juazeiro	Rios São Francisco- Pajeú	Rio São Francisco	Juazeiro (BA)	-9.4064	-40.5036	357,74	516.000
48290000	Santa Maria da Boa Vista	Rios São Francisco- Pajeú	Rio São Francisco	Santa Maria da Boa Vista (PE)	-8.8097	-39.8239	343,67	535.000

Fonte: Do autor (2021).

ANEXO 3 – TESTES NÃO PARAMÉTRICOS E DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADE

Tabela 3 – Testes não-paramétricos aceitos e distribuição de probabilidade com melhor ajuste para cada estação. Série de vazões mínimas anuais.

Nomenclatura	Estação	Testes não-paramétricos aceitos*	Distribuição de probabilidade
(1)	68100000	-	Log Normal
(2)	64843000	-	Log Normal
(3)	61052000	E; H	Log Normal
(4)	61250000	A	Log Normal
(5)	64465000	A	Normal
(6)	60850000	-	Gumbel para máximos
(7)	62715000	H	Log Normal
(8)	61122000	E; I; H	Normal
(9)	61100000	A; E	Gumbel para máximos
(10)	60150000	H	Gumbel para máximos
(11)	65365000	H	Log Normal
(12)	60635000	A; E; H	Normal
(13)	60250000	A; E	Normal
(14)	60130000	A; E; I; H	Normal
(15)	60265000	A; E; I; H	Normal
(16)	60615000	A	Normal
(17)	60100000	A; E; H	Gumbel para máximos
(18)	60220000	A; E; H	Log Normal
(19)	60145000	A; E; H	Gumbel para máximos
(20)	40025000	A; H	Gumbel para máximos
(21)	40040000	-	Log Normal
(22)	40050000	A	Log Normal
(23)	40100000	A; E; H	Log Normal
(24)	40150000	E	Gumbel para mínimos
(25)	40330000	E; H	Normal
(26)	40400000	H	Gumbel para máximos
(27)	40680000	H	Gumbel para máximos
(28)	40800001	-	Normal
(29)	40930000	A	Normal
(30)	41250000	H	Gumbel para máximos
(31)	41300000	A; H	Gumbel para máximos
(32)	41340000	E; H	Gumbel para máximos
(33)	41380000	H	Normal
(34)	41818000	H	Gumbel para máximos

(35)	41990000	A	Gumbel para máximos
(36)	42210000	E; H	Gumbel para mínimos
(37)	42395000	A; E	Gumbel para máximos
(38)	42600000	E; H	Log Normal
(39)	42690001	-	Normal
(40)	43200000	E; H	Gumbel para mínimos
(41)	44200000	-	Normal
(42)	44500000	-	Normal
(43)	45131000	-	Normal
(44)	45298000	-	Normal
(45)	46150000	E; H	Normal
(46)	46360000	-	Normal
(47)	46550000	-	Normal
(48)	46650000	H	Normal
(49)	46675000	-	Normal
(50)	46790000	E; H	Log Normal
(51)	46830000	E	Normal
(52)	46902000	H	Log Normal
(53)	48020000	-	Log Normal
(54)	48290000	E; H	Log Normal

Fonte: Do autor (2021).

*A: aleatoriedade; E: estacionariedade; I: independência; H: homogeneidade.

2.13 ARTIGO 2 – Ainda não submetido

Tamanho ideal de séries históricas de vazões máximas e médias anuais e suas aplicações em estudos hidrológicos

Ideal size of maximum and average annual flow historical series and its applications in hydrological studies

Thamyres Cardoso Chaves Oliveira, Flávio Aparecido Gonçalves

RESUMO

O presente trabalho procura contribuir com o conhecimento sobre as séries históricas de registros hidrológicos, que é uma das ferramentas base para a gestão dos recursos hídricos, pois fornece diversas informações para análise de disponibilidade hídrica e para grandes obras hidráulicas, por exemplo. Diversas regiões não possuem longos registros históricos diários para se realizar estes estudos, por isso, muitas vezes, se trabalhar com séries longas não é possível. Dessa forma, o objetivo geral do trabalho foi definir o tamanho de série amostral ideal para séries históricas de dados fluviométricos de máximas e médias anuais. Um total de 54 estações fluviométricas foram utilizadas, sendo 19 da Região Hidrográfica Paraná e 35 da Região Hidrográfica São Francisco, com o critério de possuir, no mínimo, 50 anos de dados de registros diários. Foram geradas séries de vazões máximas e médias anuais para cada uma das estações, para as quais foram analisadas as médias das séries completas com as médias das séries parciais, bem como as vazões $Q_{90\%}$. As séries parciais foram geradas aleatoriamente, com tamanhos pré-definidos, além da normal climatológica. Os resultados foram confrontados pela diferença percentual (PBIAS) e pelo teste “t” de Student. Em relação às médias, observou-se que séries a partir de sete anos de dados já se mostram similares às médias das séries completas, tanto para as vazões máximas quanto para as vazões médias. Por outro lado, houve grande variação pelo PBIAS nas vazões $Q_{90\%}$ para ambas as vazões consideradas, e por isso, nesse caso, quanto maior a série, melhor.

Palavras-chave: ciclo hidrológico; gestão de recursos hídricos; bacia hidrográfica.

ABSTRACT

The present study seeks to contribute to the knowledge of the historical series of hydrological records, which is one of the basic tools for the management of water resources, as it provides various informations for analyzing water availability and for large hydraulic works, for example. Several regions do not have long daily historical records to carry out these studies, so often working with long series is not possible. Thus, the general objective of the study was to define the ideal sample series size for historical series of fluviometric data of maximum and average annual flows. A total of 54 fluviometric stations were used, being 19 from the Paraná Hydrographic Region and 35 from the São Francisco Hydrographic Region, with the criterion of having at least 50 years of daily recording data. Series of maximum and average annual flows were generated for each of the stations, for which the means of the complete series were analyzed with the means of partial series, as well as the $Q_{90\%}$ flows. The partial series were randomly generated, with predefined sizes, in addition to the climatological normal. The results were compared by percentage difference (PBIAS) and by Student's "t" test. In relation to the means, it was observed that series from seven years of data on are already similar to the means of the complete series, both for the maximum and average flows. On the other hand, there was great variation by the PBIAS in the $Q_{90\%}$ flows for both flows considered, and therefore, in this case, the higher the series, the better.

Keywords: hydrological cycle; water resource management; hydrographic basin.

INTRODUÇÃO

É indiscutível a necessidade de um planejamento e de uma gestão cada vez mais eficientes e sustentáveis dos recursos hídricos. Seja para consumo humano, irrigação, dessedentação animal, hidrelétrica, indústria, ou outros usos, a demanda de água é crescente (MEDINA; MUÑOZ, 2020).

A degradação e uso indisciplinado do recurso hídrico são preocupações cada vez maiores, visto que a água é elemento finito e vital aos seres vivos (GOMES e BARBIERI, 2004). O planejamento ambiental e o gerenciamento do recurso hídrico (ROCHA, 2018) são essenciais para que a geração presente tenha água em

quantidade e qualidade suficientes, bem como as futuras gerações. A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída no ano de 1997, trouxe uma nova percepção do uso da água, bem como da responsabilidade individual para com seu manejo, incluindo em seus artigos infrações e penalidades relacionadas ao uso inadequado do recurso hídrico (BRASIL, 1997).

A PNRH também estabeleceu alguns instrumentos muito importantes, os quais possibilitam uma gestão integrada e democrática dos recursos hídricos. Um desses instrumentos é o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), que possui uma ferramenta útil e base na tomada de decisões: o Portal HidroWeb (ANA, [20--?]), plataforma mantida e disponibilizada gratuitamente pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

A partir do HidroWeb é possível ter acesso às séries históricas hidrológicas, as quais contêm diversas informações pertinentes relacionadas a água, como vazão, chuva, nível fluvial e qualidade de água em estações de monitoramento espalhadas por todo o Brasil.

As séries históricas de vazões máximas e médias tem suas aplicações práticas. As vazões máximas são utilizadas em estudos relacionados a cheias e inundações, eventos extremos e dimensionamento de grandes obras hidráulicas como barragens, reservatórios, sistemas de drenagem urbana e pontes (BARTIKO *et al.*, 2019; ULIANA *et al.*, 2014). Em relação às cheias e inundações, o Brasil é um dos países mais afetados por inundações no mundo (LONDE *et al.*, 2014), daí a importância do conhecimento do regime hidrológico e da frequência/probabilidade de determinado evento ocorrer, pois possibilita um preparo capaz de mitigar ou até evitar os impactos causados na localidade, inclusive de perdas humanas (CASSALHO *et al.*, 2017; LONDE *et al.*, 2014).

As séries de vazões máximas podem ser anuais, semestrais, mensais, diárias, etc, de acordo com a necessidade do estudo, e são constituídas com a maior vazão registrada no ano, semestre, mês ou dia, respectivamente. Existem também as séries de vazões máximas parciais, onde a série é constituída pelos valores acima de um valor limite pré-estabelecido, ou seja, a série parcial de vazões máximas anuais, por exemplo, pode conter mais de um valor num mesmo ano.

As vazões médias, por sua vez, são úteis na indicação do potencial energético de determinada bacia hidrográfica, na regularização de vazão, muito

importante em regiões com rios intermitentes, pois possibilita planejar de forma a disponibilizar água durante todo o ano, inclusive nos períodos de estiagem (LEÃO, FERNANDES e GALVÍNCIO, 2011). As séries de vazões médias podem ser constituídas da mesma maneira que as vazões máximas, de acordo com a necessidade do estudo.

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) recomenda, no caso de monitoramento climático de longo prazo, um período de 30 anos de dados, e estabeleceu o período de 01 de Janeiro de 1961 a 31 de Dezembro de 1990 como período de referência, também conhecido como Normal Climatológica de Referência (WMO nº 1203, 2017). Existe também a Normal Climatológica Padrão, composta pelos 30 anos consecutivos e completos mais recentes, sendo que o 30º ano deve terminar com o dígito 0. Atualmente (na data de escrita deste artigo), a Normal Climatológica Padrão é de 1991-2020.

Dada a importância das séries históricas, especialmente de vazões máximas e médias, encontra-se, contudo, uma dificuldade de acesso a séries históricas de registros diários de longo prazo. Existem, no Brasil, estações antigas, algumas poucas com até 100 anos de dados registrados, todavia a realidade predominante são estações ainda recentes, ou mesmo estações antigas, porém com interrupções de funcionamento por um período de tempo, ou até mesmo interrupção definitiva da estação de monitoramento.

Assim, justifica-se a necessidade do presente estudo, que tem por objetivo verificar o tamanho ideal de séries históricas para estudos com vazões máximas e médias.

MATERIAL E MÉTODOS

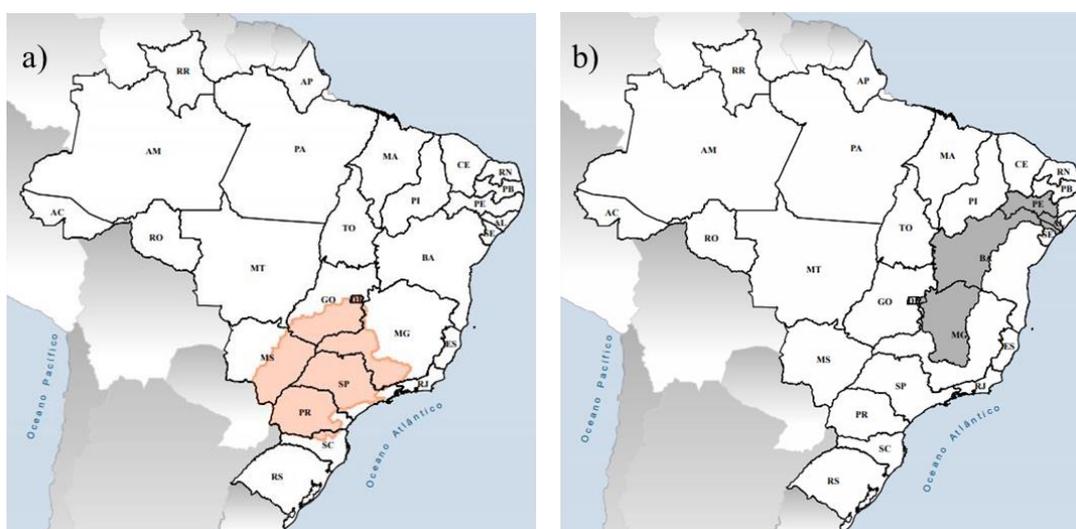
A metodologia aqui descrita pode ser aplicada a qualquer outra localidade, não sendo exclusiva para as Regiões Hidrográficas escolhidas, já que a metodologia desenvolvida não envolve características físicas regionais. Em anexo estão apresentados fluxogramas explicando a sequência metodológica aplicada.

ÁREA DE ESTUDO E SELEÇÃO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS

Foram definidas duas Regiões Hidrográficas para a realização do estudo: a

Região Hidrográfica Paraná (RHP) e a Região Hidrográfica São Francisco (RHSF), localizadas no território brasileiro conforme a Figura 1 (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, [20--?]). A RHP foi selecionada por abranger a Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, já estudada pela autora em outro trabalho. A RHSF foi escolhida após tentativa sem sucesso de obtenção de séries históricas de longo período (em quantidade suficiente para o estudo) em outras duas RHs, a saber: RH Atlântico Nordeste Oriental e RH Tocantins-Araguaia.

Figura 1 – a) Região Hidrográfica Paraná; b) Região Hidrográfica São Francisco.



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, [20--?].

Foram selecionadas 54 estações de séries históricas fluviométricas, dentre as quais 19 são pertencentes a RHP e 35 da RHSF. Tais estações foram selecionadas da plataforma gratuita HidroWeb, mantida e disponibilizada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), tendo como critério de seleção possuir no mínimo 50 anos de dados completos, ou seja, excluindo-se os anos com falhas de registro. Para tanto, mais de 1.700 estações foram baixadas até encontrar as 54 estações que atendessem os critérios estabelecidos para o trabalho.

As Figuras 2 e 3 indicam a espacialização das estações selecionadas para as Regiões Hidrográficas Paraná e São Francisco, respectivamente. Cada uma das estações escolhidas, juntamente com seu código de identificação na ANA, e outras informações pertinentes estão apresentadas na Tabela 1, em anexo. Ressalta-se que os códigos iniciados pelo dígito seis (6) pertencem à RHP, e os iniciados por quatro (4) pertencem à RHSF.

Figura 2 – Localização das 19 estações fluviométricas selecionadas pertencentes à Região Hidrográfica Paraná.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 3 – Localização das 35 estações fluviométricas selecionadas pertencentes à Região Hidrográfica São Francisco.



Fonte: Do autor (2021).

VAZÕES MÁXIMA E MÉDIA ANUAL (SÉRIES COMPLETA E PARCIAL) E RESPECTIVAS VAZÕES DE PERMANÊNCIA $Q_{90\%}$

A vazão de permanência foi determinada tanto para a série de vazões máximas anuais quanto para a série de vazões médias anuais.

Para a série de vazões máximas anuais, selecionou-se o ano que possuía a vazão máxima mais próxima da média da série de vazões máximas. E para a série de vazões médias anuais, selecionou-se o ano com a vazão média mais próxima da média de toda a série de médias. A partir disso, utilizou-se os dados de registro diários do ano selecionado para se obter a vazão de permanência em noventa por cento do tempo, $Q_{90\%}$.

Esse procedimento foi realizado tanto para a série completa (com todos os anos de registro da série histórica, excluindo-se os anos com falhas) quanto para as séries parciais. As séries parciais foram geradas a partir da série completa, com tamanhos pré-definidos de 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; e 90% do tamanho da série completa, além da normal climatológica contendo os 30 anos consecutivos, conforme recomendações da OMM. Ressalta-se que os anos que compuseram as séries parciais de 10 a 90% foram escolhidos aleatoriamente da série completa, utilizando-se uma função em planilha eletrônica que gerava números aleatórios. Foi adotado o critério de gerar séries parciais de maneira aleatória por três motivos principais: os dados de vazão em si são aleatórios; para se retirar o caráter pessoal na escolha dos anos; e porque cada estação fluviométrica contém um período de dados diferentes, sendo assim, a aleatoriedade dos dados possibilita adotar um único critério de seleção dos anos para todas as estações.

As normais climatológicas foram definidas seguindo o seguinte critério de prioridade: 1) normal climatológica de referência, 1961-1990; 2) caso a estação não tenha a normal de referência, selecionou-se a normal climatológica padrão mais recente até a data de realização do estudo, 1991-2010; 3) caso não tenha a padrão de 1991-2010, escolheu-se a normal padrão mais recente disponível na estação; 4) caso não tenha nenhuma dessas normais, selecionou-se os 30 anos consecutivos mais recentes, independente de o último dígito do primeiro ano ser 1.

DIFERENÇAS PERCENTUAIS E TESTE “T” DE STUDENT

A análise dos resultados foi feita a partir da diferença percentual (PBIAS) e do

teste “t” de Student a um nível de significância de 5%. Os parâmetros analisados para as séries de máxima e média anuais, separadamente, foram: as médias das séries completas e parciais; e os valores de $Q_{90\%}$ obtidos pela metodologia da vazão de permanência.

O PBIAS foi calculado tanto para as médias quanto para $Q_{90\%}$ segundo a Equação 1, verificando a diferença percentual entre o valor de vazão obtida através da série completa (Q_{comp} , $m^3.s^{-1}$) e a vazão obtida através da série parcial (Q_{par} , $m^3.s^{-1}$). O PBIAS é considerado muito bom se seu módulo for inferior a 10%; bom se for entre 10 e 15%; satisfatório entre 15 e 25%; e insatisfatório se for superior a 25% (VALLE JUNIOR, RODRIGUES e OLIVEIRA, 2019).

$$PBIAS = \frac{Q_{comp} - Q_{par}}{Q_{comp}} \times 100. \quad (1)$$

O teste “t” de Student foi aplicado na análise das médias apenas, devido à sua forma de cálculo possibilitar a comparação apenas entre duas médias, e não entre dois valores quaisquer. A resposta ao teste é se os dados são estatisticamente iguais ou diferentes entre si, a um nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 2 está apresentado o período utilizado para o cálculo das normais climatológicas (NC) para cada uma das estações, segundo recomendações da Organização Meteorológica Mundial (OMM). Ressalta-se, que houve variação do período utilizado devido às falhas nos registros fluviométricos. Três estações, a saber (26), (29) e (32), não possuem quaisquer 30 anos consecutivos, e por isso, não foram analisadas em relação à normal climatológica. A coluna “Nomenclatura” apresenta o número atribuído a cada estação para facilitar a identificação nas tabelas e textos posteriores. As estações de (1) a (19) dizem respeito à RH Paraná, e de (20) a (54) à RH São Francisco.

Tabela 2 – Período considerado como Normal Climatológica para cada estação deste estudo.

Nomenclatura	Estação	NC	Nomenclatura	Estação	NC
(1)	68100000	1961-1990	(28)	40800001	1961-1990
(2)	64843000	1961-1990	(29)	40930000	Não possui
(3)	61052000	1961-1990	(30)	41250000	1961-1990
(4)	61250000	1951-1980	(31)	41300000	1961-1990
(5)	64465000	1981-2010	(32)	41340000	Não possui
(6)	60850000	1961-1990	(33)	41380000	1961-1990
(7)	62715000	1961-1990	(34)	41818000	1961-1990
(8)	61122000	1961-1990	(35)	41990000	1961-1990
(9)	61100000	1961-1990	(36)	42210000	1961-1990
(10)	60150000	1961-1990	(37)	42395000	1961-1990
(11)	65365000	1961-1990	(38)	42600000	1961-1990
(12)	60635000	1981-2010	(39)	42690001	1961-1990
(13)	60250000	1961-1990	(40)	43200000	1961-1990
(14)	60130000	1985-2014	(41)	44200000	1961-1990
(15)	60265000	1981-2010	(42)	44500000	1961-1990
(16)	60615000	1981-2010	(43)	45131000	1961-1990
(17)	60100000	1961-1990	(44)	45298000	1961-1990
(18)	60220000	1961-1990	(45)	46150000	1961-1990
(19)	60145000	1981-2010	(46)	46360000	1981-2010
(20)	40025000	1961-1990	(47)	46550000	1961-1990
(21)	40040000	1981-2010	(48)	46650000	1961-1990
(22)	40050000	1981-2010	(49)	46675000	1961-1990
(23)	40100000	1961-1990	(50)	46790000	1961-1990
(24)	40150000	1951-1980	(51)	46830000	1961-1990
(25)	40330000	1961-1990	(52)	46902000	1961-1990
(26)	40400000	Não possui	(53)	48020000	1961-1990
(27)	40680000	1981-2010	(54)	48290000	1961-1990

Fonte: Do autor (2021).

VAZÃO MÁXIMA ANUAL (SÉRIES COMPLETA E PARCIAL) E RESPECTIVA VAZÃO DE PERMANÊNCIA $Q_{90\%}$

A Tabela 3 apresenta um resumo dos resultados das séries de vazões máximas anuais. A coluna “nº ocorrência” indica quantas vezes cada classificação (insatisfatório, satisfatório, bom e muito bom) ocorreu dentro de cada série parcial (10, 20, 30, ..., 90% e NC) quando comparados à série completa. A coluna “% ocorrência” mostra em porcentagem a ocorrência de determinada classificação na série parcial. Essa porcentagem é calculada dividindo o número de ocorrência por

54, que é o número total de estações analisadas. Isto exceto para a Normal Climatológica, visto que três estações não possuem nenhuma sequência de 30 anos completos, e por isso não tiveram a análise realizada. Sendo assim, a porcentagem de ocorrência para NC foi de o número de ocorrência dividido por 51. A Tabela-resumo também mostra qual o tamanho médio, em anos, em que se observou cada classificação em cada série parcial, calculado pela somatória dos tamanhos das séries dividido pelo número de ocorrência. Há ainda a linha “TOTAL”, que mostra de maneira geral, com todas as séries parciais incluídas, quantas vezes ocorreram cada classificação, em número e em porcentagem. A porcentagem é feita dividindo o número de ocorrência por 537, que são a totalidade de casos analisados (54 estações, analisadas em dez séries parciais, excluindo-se os três casos não analisados na NC já citados).

De acordo com a Tabela 3, da análise das vazões máximas anuais, apenas cinco casos – sendo quatro na série parcial de 10% e um caso em 20% – foram classificados como “insatisfatório”, com tamanhos médios variando entre sete e 15 anos de dados. Tal classificação equivale a menos de 1% do total analisado. Em contrapartida, nota-se a predominância da classificação “muito bom”, inclusive na série de 10%, com tamanho médio de sete anos de dados. Em relação ao total analisado, tal classificação correspondeu a mais de 85% dos resultados.

Em relação ao teste “t” de Student, houve apenas oito casos de diferença percentual, sendo um em 10%; três em 20%; um em 50%; e outros três na Normal Climatológica. Pelo teste “t” de Student verifica-se que não há diferença estatística, a um nível de significância de 5%, entre as médias das séries completas e das séries parciais, ou seja, mesmo séries a partir de seis anos de dados já são estatisticamente iguais às séries maiores analisadas, de até 97 anos de dados.

Em relação à $Q_{90\%}$, nota-se uma diferença percentual frequente entre os valores obtidos através da série completa e das séries parciais para as séries de vazões máximas, como observado na Tabela 4. Nessa análise, a maior porcentagem em relação ao total foi na classificação “insatisfatório”, com ocorrência frequente inclusive nas séries maiores. Nota-se também que mesmo para as normais climatológicas, com tamanho recomendado pela OMM de 30 anos de dados, verifica-se tal classificação em mais de 40% das estações analisadas.

Tabela 3 – Tabela-resumo com a análise da diferença percentual das médias para a série de vazões máximas anuais.

Série parcial	INSATISFATÓRIO			SATISFATÓRIO		
	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)
10%	4	7,41	7,50	5	9,26	7,60
20%	1	1,85	15,00	11	20,37	14,27
30%	-	-	-	3	5,56	23,00
40%	-	-	-	1	1,85	31,00
50%	-	-	-	-	-	-
60%	-	-	-	-	-	-
70%	-	-	-	-	-	-
80%	-	-	-	-	-	-
90%	-	-	-	-	-	-
NC	-	-	-	2	3,92*	30,00
TOTAL	5	0,93**	-	22	4,10**	-

Série parcial	BOM			MUITO BOM		
	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)
10%	12	22,22	7,50	33	61,11	7,27
20%	6	11,11	15,00	36	66,67	14,72
30%	9	16,67	21,78	42	77,78	22,02
40%	5	9,26	29,80	48	88,89	29,19
50%	3	5,56	36,00	51	94,44	36,96
60%	1	1,85	36,00	53	98,15	44,15
70%	1	1,85	55,00	53	98,15	51,26
80%	1	1,85	63,00	53	98,15	58,53
90%	-	-	-	54	100,00	66,00
NC	11	21,57*	30,00	38	74,51*	30,00
TOTAL	49	9,12**	-	461	85,85**	-

Fonte: Do autor (2021).

* Porcentagem de ocorrência em relação às 51 estações que possuem a NC nos critérios adotados.

** Porcentagem de ocorrência em relação aos 537 casos estudados.

Tabela 4 – Tabela-resumo com a análise da diferença percentual para os valores de Q_{90%}. Série de vazões máximas.

Série parcial	INSATISFATÓRIO			SATISFATÓRIO		
	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)
10%	24	44,44	7,33	10	18,52	7,20
20%	20	37,04	15,30	14	25,93	14,14
30%	20	37,04	22,35	8	14,81	21,50
40%	21	38,89	28,86	8	14,81	30,88
50%	16	29,63	36,75	13	24,07	37,15
60%	26	48,15	43,04	7	12,96	47,71
70%	23	42,59	50,17	8	14,81	50,13
80%	17	31,48	59,59	6	11,11	60,00
90%	15	27,78	66,20	8	14,81	66,63
NC	22	43,14*	30,00	10	19,61*	30,00
TOTAL	204	37,99**	-	92	17,13**	-

Série parcial	BOM			MUITO BOM		
	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)
10%	5	9,26	7,40	15	27,78	7,53
20%	6	11,11	13,83	14	25,93	13,64
30%	5	9,26	22,00	21	38,89	21,95
40%	6	11,11	29,83	19	35,19	28,89
50%	3	5,56	38,33	22	40,74	36,68
60%	5	9,26	41,20	16	29,63	44,81
70%	5	9,26	52,80	18	33,33	52,94
80%	6	11,11	54,17	25	46,30	58,68
90%	2	3,70	59,50	29	53,70	66,17
NC	3	5,88*	30,00	16	31,37*	30,00
TOTAL	46	8,57**	-	195	36,31**	-

Fonte: Do autor (2021).

* Porcentagem de ocorrência em relação às 51 estações que possuem a NC nos critérios adotados.

** Porcentagem de ocorrência em relação aos 537 casos estudados.

Nota-se que a classificação “muito bom” quase se equipara à “insatisfatório” em relação ao total. Entretanto, apenas para as séries parciais de 30, 50, 80 e 90% o resultado “muito bom” superou o “insatisfatório”. Assim, no caso da análise de

vazão de permanência $Q_{90\%}$, observa-se que quanto maior a série histórica disponível para o estudo, melhor, visto que nesse caso, as séries menores não se mostraram suficientemente adequadas para representar toda a estação. Tal comportamento pode ser devido à forma como a $Q_{90\%}$ foi calculada, ou seja, a partir de um único ano representando toda a amostra.

VAZÃO MÉDIA ANUAL (SÉRIES COMPLETA E PARCIAL) E RESPECTIVA VAZÃO DE PERMANÊNCIA $Q_{90\%}$

A Tabela 5 apresenta um resumo dos resultados das séries de vazões médias anuais. Comparado à série de vazões máximas, a análise das médias das vazões médias anuais foi ainda melhor. Mais de 90% de todos os casos classificaram-se como “muito bom”. Mesmo na menor série parcial, foram 42 casos dentre os 54 classificados como “bom” e “muito bom”, mostrando que séries a partir de sete anos de dados já se mostraram adequadas comparadas às séries completas.

Através do teste “t” de Student, verificou-se que um total de nove casos se classificaram como estatisticamente diferentes, sendo dois em 10%; outros dois em 20%; um em 30%; um em 90%; e três na Normal Climatológica. Assim, na maioria dos casos analisados, para a série de vazões médias anuais, as médias obtidas através das séries parciais podem ser consideradas estatisticamente iguais às médias obtidas através das séries completas.

Em relação aos valores de $Q_{90\%}$ das vazões de médias anuais, assim como observado nas vazões $Q_{90\%}$ da série de máximas, há a ocorrência de todas as quatro classificações em todas as séries parciais analisadas de forma bem distribuída, sendo quase 60% de todos os casos classificados como “bom” e “muito bom”, como apresentado na Tabela 6.

Nota-se também um comportamento próximo entre a NC e as séries de 10 e 20%, ou seja, as séries com 30 anos de dados mostram um comportamento parecido com as séries de sete a 16 anos de dados. No geral, a partir de 13 anos de dados, já se tem a predominância das classificações “bom” e “muito bom”, todavia as classificações “satisfatório” e “insatisfatório” não ficam muito distantes numericamente. Sendo assim, mesmo que as séries menores já tenham apresentado bons resultados, reforça-se que para análise de $Q_{90\%}$ quanto maior a série, melhor, como também foi observado para a série de vazões máximas.

Tabela 5 – Tabela-resumo com a análise da diferença percentual das médias para a série de vazões médias anuais.

Série parcial	INSATISFATÓRIO			SATISFATÓRIO		
	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)
10%	2	3,70	7,50	10	18,52	6,90
20%	-	-	-	5	9,26	15,60
30%	-	-	-	2	3,70	26,50
40%	-	-	-	-	-	-
50%	-	-	-	-	-	-
60%	-	-	-	-	-	-
70%	-	-	-	-	-	-
80%	-	-	-	-	-	-
90%	1	1,85	54,00	-	-	-
NC	-	-	-	1	1,96*	30,00
TOTAL	3	0,56**	-	18	3,35**	-

Série parcial	BOM			MUITO BOM		
	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)
10%	6	11,11	7,67	36	66,67	7,44
20%	5	9,26	13,60	44	84,48	14,68
30%	5	9,26	21,00	47	87,04	21,96
40%	1	1,85	32,00	53	98,15	29,23
50%	1	1,85	37,00	53	98,15	36,91
60%	-	-	-	54	100,00	44,00
70%	-	-	-	54	100,00	51,37
80%	-	-	-	54	100,00	58,62
90%	-	-	-	53	98,15	66,23
NC	6	11,76*	30,00	44	86,27*	30,00
TOTAL	24	4,47**	-	492	91,62**	-

Fonte: Do autor (2021).

* Porcentagem de ocorrência em relação às 51 estações que possuem a NC nos critérios adotados.

** Porcentagem de ocorrência em relação aos 537 casos estudados.

Tabela 6 – Tabela-resumo com a análise da diferença percentual para os valores de $Q_{90\%}$. Série de vazões médias.

Série parcial	INSATISFATÓRIO			SATISFATÓRIO		
	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)
10%	18	33,33	7,11	10	18,52	8,20
20%	15	27,78	15,33	4	7,41	14,75
30%	16	29,63	22,00	7	12,96	21,43
40%	16	29,63	28,68	11	20,37	29,64
50%	8	14,81	35,13	12	22,22	36,25
60%	17	31,48	45,41	5	9,26	43,00
70%	20	37,04	51,95	4	7,41	42,00
80%	12	22,22	59,33	6	11,11	54,00
90%	6	11,11	65,33	6	11,11	68,00
NC	12	23,53*	30,00	10	19,61*	30,00
TOTAL	140	26,07**	-	75	13,97**	-

Série parcial	BOM			MUITO BOM		
	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)	nº ocorrência	% ocorrência	Tam. médio (anos)
10%	5	9,26	7,40	21	38,89	7,00
20%	11	20,37	16,36	24	44,44	13,46
30%	4	7,41	21,00	27	50,00	22,37
40%	3	5,56	32,67	24	44,44	29,08
50%	4	7,41	41,00	30	55,56	37,10
60%	4	7,41	44,25	28	51,85	43,29
70%	2	3,70	52,50	28	51,85	52,14
80%	6	11,11	60,67	30	55,56	58,83
90%	4	7,41	58,75	38	70,37	66,55
NC	7	13,73*	30,00	22	43,14*	30,00
TOTAL	50	9,31**	-	272	50,65**	-

Fonte: Do autor (2021).

* Porcentagem de ocorrência em relação às 51 estações que possuem a NC nos critérios adotados.

** Porcentagem de ocorrência em relação aos 537 casos estudados.

CONCLUSÕES

Objetivou-se com este trabalho verificar o tamanho ideal de séries históricas

fluviométricas para vazões máximas e médias anuais. Para isso, 54 estações fluviométricas de longo período foram selecionadas (sendo 19 da RHP e 35 da RHSF), com o critério de possuir, no mínimo, 50 anos de dados. Foram analisados os valores de média e de $Q_{90\%}$ das séries completas e das séries parciais, estas geradas com tamanhos pré-definidos de 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; e 90% do tamanho da série completa, bem como da Normal Climatológica. Os resultados obtidos foram confrontados a partir da diferença percentual (PBIAS) e do teste “t” de Student, a fim de correlacionar os resultados das séries parciais com os resultados da série completa.

Na análise das médias das vazões máximas anuais com o PBIAS, houve a predominância da classificação “muito bom”, com tamanhos de série a partir de sete anos de dados. O teste “t” de Student também indicou, exceto para oito casos, que as médias obtidas através das séries parciais foram estatisticamente iguais às séries completas, a um nível de significância de 5%.

Esta mesma análise, realizada para as médias das séries de vazões médias anuais, se mostrou ainda melhor. A classificação “muito bom” ocorreu em mais de 90% de todos os casos analisados, indicando que também a partir de sete anos de dados já se tem resultados similares às séries grandes. Da mesma forma, o teste “t” de Student indicou diferença estatística entre a série completa e as parciais em apenas nove casos.

Em relação às vazões $Q_{90\%}$, tanto para as vazões máximas quanto para as vazões médias, ocorreram todas as classificações do PBIAS em todas as séries parciais, quase igualando o “insatisfatório” com o “muito bom” em questão de número de ocorrências. Assim, para esta análise nas duas vazões, verifica-se que quanto mais dados disponíveis, melhor, pois nem mesmo as Normais Climatológicas (principalmente com as vazões máximas) apresentaram resultados adequados.

De acordo com as 54 estações fluviométricas analisadas tanto para vazões máximas quanto vazões médias, recomenda-se a utilização de séries a partir de sete anos de dados ao se analisar o parâmetro média, enquanto que se deve ter mais cautela ao definir o tamanho de série para uma análise de vazão de permanência $Q_{90\%}$, já que até mesmo o período recomendado pela OMM de 30 anos de dados se mostrou limitado nessa análise, mostrando semelhança de comportamento às séries parciais menores, de 10 e 20%.

REFERÊNCIAS

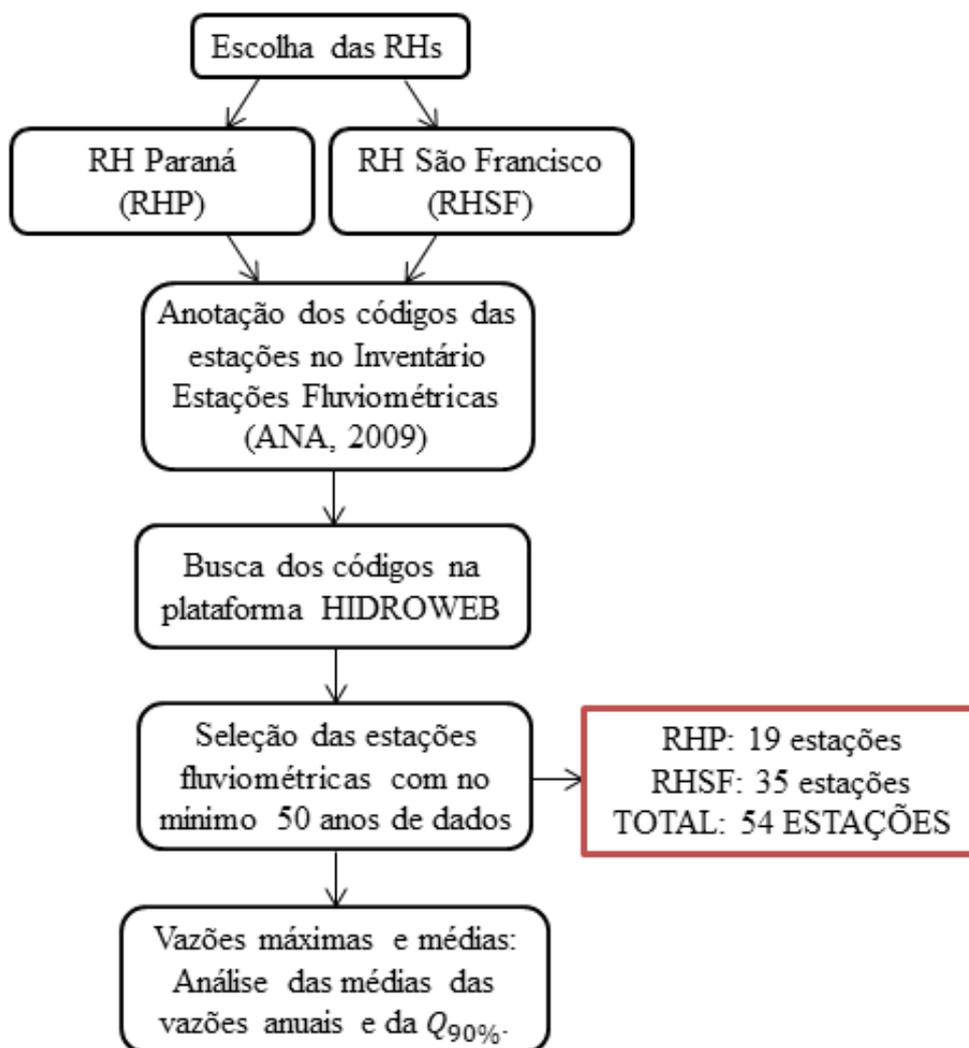
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. [20--?]. *As doze regiões hidrográficas brasileiras*. <https://www.ana.gov.br/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/links-12-regioes>.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. [20--?]. *Séries Históricas de Estações*. <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>.
- BARTIKO, D.; CHAFFE, P. L. B; BONUMÁ, N. B. Não-estacionariedade em séries de vazões máximas diárias do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 22, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/2318-0331.0217170054>.
- BRASIL. Lei Federal nº 9.433 de 08 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 União*, Brasília, DF, 1997.
- CASSALHO, F.; BESKOW, S; VARGAS, M. M.; MOURA, M. M. de; ÁVILA, L. F.; MELLO, C. R. de. Regionalização hidrológica de vazões máximas utilizando uma abordagem baseada nos momentos-L. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 22, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/2318-0331.021720160064>.
- GOMES, J de. L; BARBIERI, J. C. Gerenciamento de recursos hídricos no Brasil e no estado de São Paulo: um novo modelo de política pública. *FGV EBAPE*, v. 2, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1679-39512004000300002>.
- LEÃO, J de, C; FERNANDES, R. J. A. R.; GALVÍNCIO, J. D. Determinação da vazão regularizada de reservatórios de grande porte, na Bacia do Rio Canindé - PI. In: *XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Anais. Maceió: SBRH, 2011.
- LONDE, L de., R; COUTINHO, M. P., GREGÓRIO, L. T de.; SANTOS, L. B. L.; SORIANO, E. Desastres relacionados à água no Brasil: perspectivas e recomendações. *Ambiente & Sociedade*, v. 17, n. 4, out./dez. 2014, p. 133-152. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC1082V1742014>.
- ROCHA, P. C.; SANTOS, A. A. Análise hidrológica em bacias hidrográficas. *Mercator (Fortaleza)*, v. 17, 2018. <https://doi.org/10.4215/rm2018.e17025>.
- ULIANA, E. M., SILVA, D. D., ULIANA, E. M., RODRIGUES, B. S.; CORRÊDO, L. P. Análise de tendência em séries históricas de vazão e precipitação: uso de teste estatístico não paramétrico. *Revista Ambiente & Água*, v. 10, n. 1, 2014, 82-88. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1427>.
- VALLE JUNIOR, L. C. G., RODRIGUES, D. B. B.; OLIVEIRA, P. T. S. Initial abstraction ratio and Curve Number estimation using rainfall and runoff data from a tropical watershed. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 24, n. 5, 2019.

<https://doi.org/10.1590/2318-0331.262120200117>.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION – WMO. N° 1203 – *Guidelines on the Calculation of Climate Normals*. Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva, 2017, 29p.

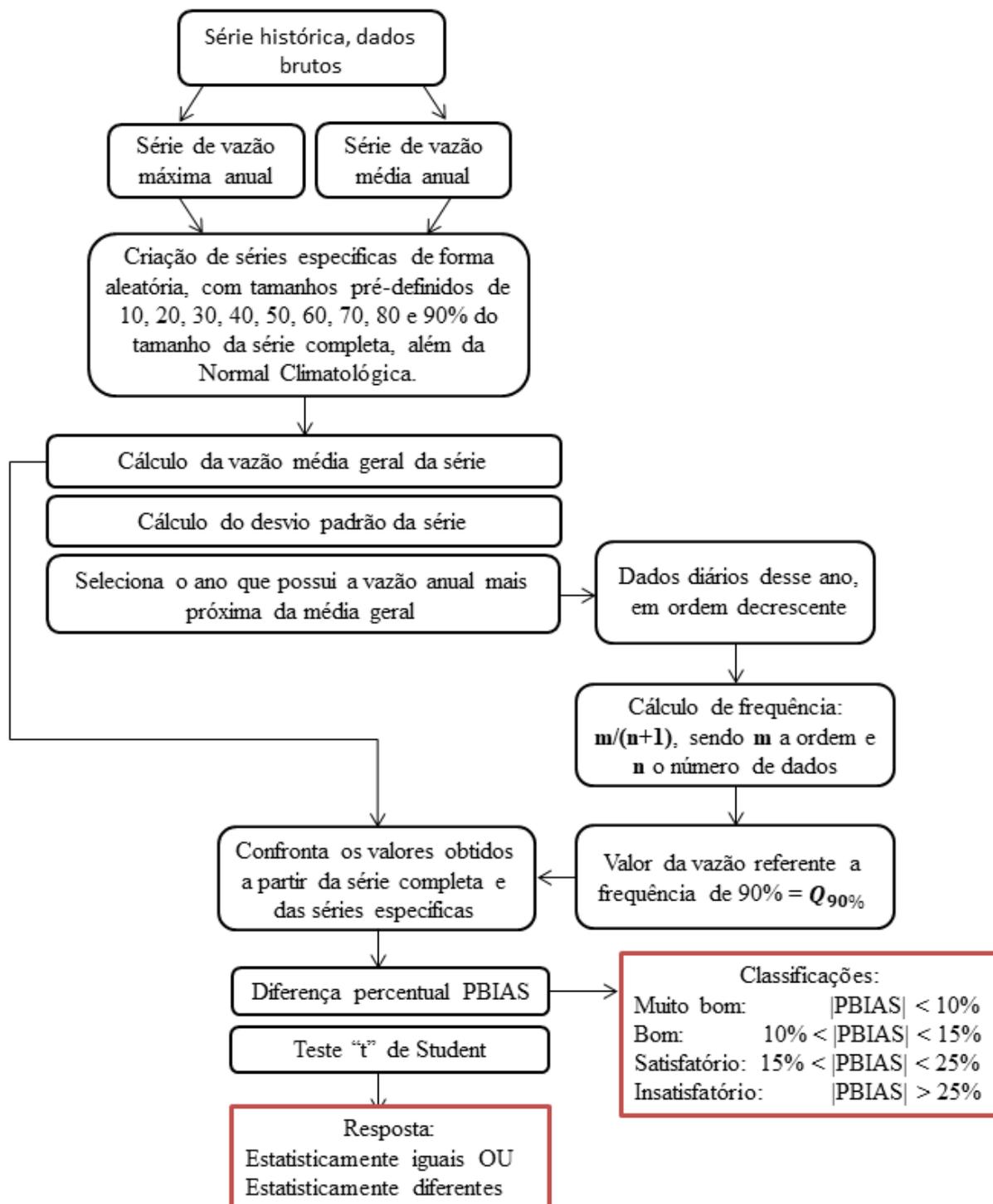
ANEXO 1 – Fluxogramas sintetizando as etapas metodológicas

Figura 4 – Seleção das estações fluviométricas.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 5 – $Q_{90\%}$ e média das vazões máximas e médias anuais.



Fonte: Do autor (2021).

ANEXO 2

Tabela 1 – Estações fluviométricas selecionadas e informações pertinentes.

Código	Nome da estação	Sub-bacia	Rio	Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)	A_d (km²)
68100000	Corrientes (408-MOSP)	Rios Paraná-Corrientes	Rio Paranaíba	Argentina	-27.45	-58.85	42	1.950.000
64843000	Guaira Porto	Rios Paraná-Paranapanema	Rio Paraná	Guaira (PR)	-24.0694	-54.2489	218	804.000
61052000	Andrelândia	Rio Grande	Rio Turvo Pequeno	Andrelândia (MG)	-21.7381	-44.3056	951	274
61250000	Fazenda da Guarda	Rio Grande	Rio Sapucaí	Campos do Jordão (SP)	-22.6878	-45.4797	1.501	109
64465000	Tibagi	Rios Paraná-Paranapanema	Rio Tibagi	Tibagi (PR)	-24.5094	-50.4097	750	8.840
60850000	Fazenda Buriti do Prata	Rio Paranaíba	Rio da Prata	Prata (MG)	-19.3597	-49.1803	517	2.460
62715000	Artemis	Rios Paraná-Tietê	Rio Piracicaba	Piracicaba (SP)	-22.6792	-47.7753	445	10.900
61122000	Vila Rio das Mortes	Rio Grande	Rio das Mortes Pequeno	São João Del Rei (MG)	-21.1956	-44.3286	870	272
61100000	Ibertioga	Rio Grande	Rio Elvas	Ibertioga (MG)	-21.4444	-43.9633	980	186
60150000	Estrela do Sul	Rio Paranaíba	Rio Bagagem	Estrela do Sul (MG)	-18.7389	-47.6897	720	868
65365000	Porto Vitória	Rios Paraná-Iguaçu	Rio Espingarda	Porto Vitória (PR)	-26.1775	-51.22	790	165
60635000	Inhumas	Rio Paranaíba	Rio Meia Ponte	Inhumas (GO)	-16.3464	-49.4942	900	532
60250000	Fazenda São Mateus	Rio Paranaíba	Rio Quebra Anzol	Ibiá (MG)	-19.5175	-46.57	852	1.300
60130000	Fazenda Cachoeira	Rio Paranaíba	Rio Perdizes	Monte	-18.7808	-47.4089	616	131

				Carmelo (MG)				
60265000	Ibiá	Rio Paranaíba	Rio Misericórdia	Ibiá (MG)	-19.475	-46.5419	880	1.370
60615000	Fazenda Cachoeira	Rio Paranaíba	Rio Pouso Alegre	Tupaciguara (MG)	-18.6983	-48.7806	793	195
60100000	Charqueada do Patrocínio	Rio Paranaíba	Rio Dourados	Patrocínio (MG)	-18.9011	-46.9658	906	78
60220000	Desemboque	Rio Paranaíba	Rio Araguari	Sacramento (MG)	-20.0139	-47.0172	960	1.070
60145000	Iraí de Minas	Rio Paranaíba	Rio Bagagem	Iraí de Minas (MG)	-18.9772	-47.4575	946	93
40025000	Vargem Bonita	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio São Francisco	Vargem Bonita (MG)	-20.3278	-46.3658	744	301
40040000	Fazenda Ajudas	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio Ajudas	Bambuí (MG)	-20.0953	-46.0622	681	244
40050000	Iguatama	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio São Francisco	Iguatama (MG)	-20.17	-45.7158	624	5.560
40100000	Porto das Andorinhas	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio São Francisco	Abaeté (MG)	-19.2814	-45.2753	532	14.000
40150000	Carmo do Cajuru	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio Pará	Carmo do Cajuru (MG)	-20.1811	-44.7939	719	2.500
40330000	Velho da Taipa	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio Pará	Conceição do Pará (MG)	-19.6939	-44.9308	575	7.350
40400000	Estação Álvaro da Silveira	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio Lambari	Bom Despacho (MG)	-19.7536	-45.1167	648,5	1.820
40680000	Entre Rios de Minas	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio Brumado	Entre Rios de Minas (MG)	-20.6611	-44.0722	840	487
40800001	Ponte Nova do Paraopeba	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio Paraopeba	Juatuba (MG)	-19.9489	-44.305	695	5.690
40930000	Barra do Funchal	Rios São Francisco-Paraopeba	Rio Indaiá	Serra da Saudade (MG)	-19.3956	-45.8864	679	897

41250000	Vespasiano	Rios São Francisco-das Velhas	Ribeirão da Mata	Vespasiano (MG)	-19.6875	-43.9206	674	709
41300000	Taquaraçu	Rios São Francisco-das Velhas	Rio Taquaraçu	Taquaraçu de Minas (MG)	-19.6536	-43.6875	757	618
41340000	Ponte Raul Soares	Rios São Francisco-das Velhas	Rio das Velhas	Lagoa Santa (MG)	-19.5597	-43.9111	637	4.860
41380000	Ponte Preta	Rios São Francisco-das Velhas	Rio Jaboticatubas	Jaboticatubas (MG)	-19.4619	-43.9036	752	564
41818000	Santo Hipólito (ANA/CEMIG)	Rios São Francisco-das Velhas	Rio das Velhas	Santo Hipólito (MG)	-18.3061	-44.2258	499	16.600
41990000	Várzea da Palma	Rios São Francisco-das Velhas	Rio das Velhas	Várzea da Palma (MG)	-17.5961	-44.7133	488	26.500
42210000	Cachoeira da Manteiga	Rios São Francisco-Paracatu	Rio São Francisco	Buritzeiro (MG)	-16.6572	-45.0808	461	107.000
42395000	Santa Rosa	Rios São Francisco-Paracatu	Rio Paracatu	Paracatu (MG)	-17.255	-46.4728	490	12.800
42600000	Porto dos Poções	Rios São Francisco-Paracatu	Rio Preto	Dom Bosco (MG)	-16.8397	-46.3572	512	9.400
42690001	Porto da Extrema	Rios São Francisco-Paracatu	Rio Paracatu	Brasilândia de Minas (MG)	-17.0303	-46.0136	484	30.100
43200000	São Romão	Rios São Francisco-Uruçua	Rio São Francisco	São Romão (MG)	-16.3725	-45.07	457,3	154.000
44200000	São Francisco	Rios São Francisco-Verde Grande	Rio São Francisco	São Francisco (MG)	-15.9494	-44.8678	448	184.000
44500000	Manga	Rios São Francisco-Verde Grande	Rio São Francisco	Manga (MG)	-14.7572	-43.9322	433,8	202.000
45131000	São Gonçalo	Rios São Francisco-Carinhanha	Rio Carinhanha	Montalvânia (MG)	-14.3136	-44.4594	449	6.020
45298000	Carinhanha	Rios São Francisco-Carinhanha	Rio São Francisco	Carinhanha (BA)	-14.3044	-43.7633	427	254.000
46150000	Ibotirama	Rios São Francisco-	Rio São	Ibotirama	-12.1825	-43.2231	408	323.000

46360000	Morpará	Grande Rios São Francisco- Grande	Francisco Rio São Francisco	(BA) Morpará (BA)	-11.5583	-43.2825	399	345.000
46550000	Barreiras	Rios São Francisco- Grande	Rio Grande	Barreiras (BA)	-12.1525	-45.0094	437	24.400
46650000	Taguá	Rios São Francisco- Grande	Rio Grande	Cotegipe (BA)	-11.7208	-44.5022	459	36.000
46675000	Fazenda Macambira	Rios São Francisco- Grande	Rio Grande	Cotegipe (BA)	-11.6106	-44.1567	420	39.600
46790000	Formosa do Rio Preto	Rios São Francisco- Grande	Rio Preto	Formosa do Rio Preto (BA)	-11.0514	-45.1969	479	14.300
46830000	Ibipetuba	Rios São Francisco- Grande	Rio Preto	Santa Rita de Cássia (BA)	-11.0058	-44.5242	432	17.900
46902000	Boqueirão	Rios São Francisco- Grande	Rio Grande	Mansidão (BA)	-11.345	-43.8261	401	65.900
48020000	Juazeiro	Rios São Francisco- Pajeú	Rio São Francisco	Juazeiro (BA)	-9.4064	-40.5036	357,74	516.000
48290000	Santa Maria da Boa Vista	Rios São Francisco- Pajeú	Rio São Francisco	Santa Maria da Boa Vista (PE)	-8.8097	-39.8239	343,67	535.000

Fonte: Do autor (2021).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho analisou-se 54 estações fluviométricas pertencentes a duas Regiões Hidrográficas: Paraná; e São Francisco. Para cada uma das estações, analisou-se as séries de vazões mínimas, máximas e médias. No caso das vazões mínimas, analisou-se o parâmetro média para a série de vazões mínimas anuais e para a série de Q_7 , além das vazões mínimas de permanência $Q_{7,10}$ e $Q_{90\%}$. Já as séries de vazões máximas e médias, analisou-se o parâmetro média das séries anuais e a $Q_{90\%}$. Cada etapa foi realizada tanto para as séries completas, quanto para as séries parciais, comparando-se os resultados a partir do PBIAS e do teste “t” de Student, sendo este último aplicável apenas para as médias.

Todas as análises realizadas para as vazões mínimas, isto é, médias anuais, médias das séries de Q_7 e valores de $Q_{7,10}$ e $Q_{90\%}$, levaram a resultados que indicam que o uso de séries de curto período apresentam resultados similares aos resultados obtidos com as séries de longo período. Assim, séries com tamanhos a partir de oito anos de dados se mostraram com diferenças percentuais inferiores a 10% para a maioria dos casos.

Semelhantemente, as análises das médias para as vazões de máxima e média anuais também apresentaram resultados positivos com séries de tamanhos a partir de sete anos. Todavia, houve grande variação dos resultados para a $Q_{90\%}$. Nesta, mesmo séries de longo período apresentaram com frequência diferenças percentuais superiores a 15%, classificando-se como “satisfatório” e “insatisfatório”. Inclusive para as séries das normais climatológicas, com 30 anos de dados, conforme recomendações da OMM, notou-se comportamentos semelhantes às séries menores de 10 e 20% do tamanho da série completa.

Dessa forma, considerando-se as 54 estações analisadas, sugere-se, para análises de vazões mínimas, séries com tamanhos a partir de oito anos; para as análises de vazões máximas e médias, considerando o parâmetro média, sugere-se o uso de séries a partir de sete anos de dados; e no caso das vazões $Q_{90\%}$ para vazões máximas e médias, recomenda-se a maior série disponível, já que verificou-se uma grande variação dos resultados, inclusive nas normais climatológicas.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. [20--?]. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/>. Acesso em: 10 set. 2020.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Inventário Estações Pluviométricas**. Brasília, 2009.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**. Regiões Hidrográficas Brasileiras. Edição Especial. Brasília, 2015.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Unidade 3 – Aplicação de dados hidrológicos em séries históricas e estudos**. [20--?].

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Séries Históricas de Estações**. [20--?]. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>. Acesso em: 11 set. 2020.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Estudo da ANA aponta perspectiva de aumento do uso de água no Brasil até 2030**. 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias/estudo-da-ana-aponta-perspectiva-de-aumento-do-uso-de-agua-no-brasil-ate-2030>. Acesso em: 10 set. 2020.

ARAGÃO, R. de. *et al.* Análise de sensibilidade dos parâmetros do modelo swat e simulação dos processos hidrossedimentológicos em uma bacia no agreste nordestino. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 1091-1102, ago. 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000400026>.

BARBOSA, S. E. S. *et al.* Geração de modelos de regionalização de vazões máximas, médias de longo período e mínimas de sete dias para a bacia do Rio do Carmo, Minas Gerais. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Campo Grande, v. 10, n. 1, p. 64-71, jan./mar. 2005.

BARTIKO, D.; CHAFFE. P. L. B; BONUMÁ, N. B. Não-estacionariedade em séries de vazões máximas diárias do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 22, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/2318-0331.0217170054>.

BBC NEWS. **O que acontece com o corpo quando você deixa de beber água?**. 2016. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/04/160424_agua_desidracao_fn#:~:text=O%20tempo%20de%20sobreviv%C3%Aancia%20sem,que%20conseguiram%20sobreviver%20mais%20tempo. Acesso em: 08 set. 2020.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433 de 08 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 União**, Brasília, DF, 1997.

BRIGHENTI, T. M.; BONUMÁ, N. B.; CHAFFE, P. L. B. Calibração hierárquica do modelo swat em uma bacia hidrográfica Catarinense. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 53-64, jan./mar. 2016. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v21n1.p53-64>.

BRUNI, J. C. A água e a vida. **Revista Tempo Social**, USP, São Paulo, p. 53-65, 1993 (editado em 1994).

CASAVECCHIA, B. H. *et al.* Tendências em séries históricas de precipitação na região amazônica de Mato Grosso. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 14, n. 2, p. 59-66, 2016.

CASSALHO, F.; BESKOW, S; VARGAS, M. M.; MOURA, M. M. de; ÁVILA, L. F.; MELLO, C. R. de. Regionalização hidrológica de vazões máximas utilizando uma abordagem baseada nos momentos-L. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 22, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/2318-0331.021720160064>.

CASTRO, R. A.; GEFFER, E.; WOUK, T. Análise de sensibilidade e calibração do modelo swat aplicado na bacia do rio das Pedras – Guarapuava/PR. *In*: XI SINAGEO. Geomorfologia: compartimentação de paisagem, processo e dinâmica, 2016, Maringá. **Anais**. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/6/6-304-404.html>. Acesso em: 19 jul. 2021.

CBHSF – COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**. 2016.

CBHSF – COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. **A bacia**. [20--?]. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/>. Acesso em: 12 nov. 2020

COTTA, H. H. A.; CORREA, W. de S. C.; ALBUQUERQUE, T. T. de A. Aplicação da distribuição de Gumbel para valores extremos de precipitação no município de Vitória-ES. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 19, p. 203-217, 2016. Disponível em: <http://www.revistas.ufpr.br>. Acesso em: 19 jul. 2021.

FABER, M. **A importância dos rios para as primeiras civilizações**. v. 2, 1ª edição, 2011, História ilustrada. Disponível em: <http://historialivre.com>. Acesso em: 24 set. 2020.

MAUGHAN, R. J. Impact of mild dehydration on wellness and on exercise performance. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 57, p. 19-23, 2003. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601897>.

MEDINA, Y.; MUÑOZ, E. Estimation of annual maximum and minimum flow trends in a data-scarce basin. Case study of the Allipén river watershed, Chile. **MDPI Water**, Suíça, v. 12, n. 162, jan. 2020. <https://doi:10.3390/w12010162>

MELLO, C. R.; DA SILVA, A. M. **Hidrologia**: Princípios e aplicações em sistemas agrícolas. Lavras: Editora UFLA, 2013.

NOVAES, L. F. de. *et al.* Modelo para quantificação da disponibilidade hídrica: Parte 1 – obtenção da equação de recessão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 14, n. 1, p. 15-26, jan./mar. 2009. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v14n1.p15-26>.

OLIVEIRA, J. R. de; PRUSKI, F. F.; NUNES, A de A. Otimização do aproveitamento da disponibilidade de águas superficiais na Bacia do Ribeirão entre Ribeiros. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 18, n. 4, p. 157-172, out./dez. 2013. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v18n4.p157-172>.

PRUSKI, F. F. *et al.* Mecanismos alternativos de cobrança pelo uso de recursos hídricos para assimilação de efluentes. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 22, 2016. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.011716080>.

REBOITA, M. S.; KRUCHE, N. Normais climatológicas provisórias de 1991 a 2010 para Rio Grande, RS. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 1, p. 165-179, jan./mar. 2018. <https://doi.org/10.1590/0102-7786331010>.

RIBEIRO, C. B. de M. *et al.* Warning system based on theoretical-experimental study of dispersion of soluble pollutants in rivers. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 5, p. 985-997, set./out. 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162011000500016>.

RUBATINO, F. S. *et al.* **Análise de homogeneidade, aleatoriedade, independência e estacionariedade das séries de dados de cota e vazão de estações fluviométricas da bacia do Rio Doce**. 2017. 68 f. Relatório Final (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal de São João Del Rei, Ouro Branco. 2017.

ULIANA, E. M. *et al.* Análise de tendência em séries históricas de vazão e precipitação: uso de teste estatístico não paramétrico. **Revista Ambiente e Água**, v. 10, n. 1, 2014. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1427>.

VALLE JUNIOR, L. C. G. do; RODRIGUES, D. B. B.; OLIVEIRA, P. T. S. de. Initial abstraction ratio and Curve Number estimation using rainfall and runoff data from a tropical watershed. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 24, 2019. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.241920170199>.

WMO – World Meteorological Organization, nº 49, 2019. **Technical Regulations**. Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva, 2019.

WMO – World Meteorological Organization, nº 100, 2018. **Guide to Climatological Practices**. Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva, 2018.

WMO – World Meteorological Organization, nº 1203, 2017. **Guidelines on the Calculation of Climate Normals**. Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva, 2017.

WMO – World Meteorological Organization, nº 1377, 2007. **The role of climatological normals in a changing climate**. Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva, 2007.

YASSUDA, E. R. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 2, p. 5-18, abr./jun. 1993.

APÊNDICE A – Informações detalhadas de cada estação

A seguir, apresenta-se as tabelas construídas em cada etapa da metodologia proposta para as séries de vazões mínimas, máximas e médias, tanto para a série completa quanto para as séries parciais nas porcentagens estabelecidas de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90% do tamanho da série completa, além da normal climatológica (NC).

Os valores de vazão estão em $m^3.s^{-1}$. Para cada estação há a indicação do tamanho da série analisada na linha “nº anos”, além de sua vazão média e desvio padrão.

A escala de cores diz respeito à diferença percentual PBIAS, da seguinte maneira: verde para a classificação “muito bom”, amarelo para “bom”, laranja para “satisfatório” e vermelho para “insatisfatório”.

Quando possível, calculou-se também a diferença estatística entre a série completa e as séries parciais pelo teste “t” de Student, tendo como resposta a letra “A” se estatisticamente iguais e “B” se estatisticamente diferentes.

No caso da Tabela 2, há ainda a informação da distribuição de probabilidade utilizada em cada estação para o cálculo da vazão $Q_{7,10}$.

Nas Tabelas 4, 8 e 6 detalha-se as informações utilizadas para o cálculo da $Q_{90\%}$ para as vazões mínimas, máximas e médias: a média da série, a média mais próxima da média da série e o seu respectivo ano.

Tabela 1 – Resultados para a série de Q_7 ($m^3.s^{-1}$)

(conclusão)

		Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC
	nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
46360000	média	1118,38	1085,28	1198,84	999,66	1093,56	1086,32	1147,67	1063,77	1175,68	1125,99	1133,33
(46)	desvpad	421,30	433,73	408,53	284,48	496,13	482,89	431,35	436,33	372,02	434,91	187,91
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	nº anos	82	8	16	25	33	41	49	57	66	74	30
46550000	média	71,79	67,04	72,91	70,73	68,58	74,76	72,56	74,09	72,30	73,20	73,13
(47)	desvpad	19,89	14,05	23,51	21,35	21,35	20,04	19,56	19,86	19,45	18,96	10,31
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	nº anos	76	8	15	23	30	38	46	53	61	68	30
46650000	média	121,08	120,21	126,14	119,31	123,89	122,29	117,88	121,72	123,65	122,60	128,21
(48)	desvpad	19,27	16,79	15,15	13,51	19,32	20,77	18,31	20,68	18,94	18,84	19,18
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	nº anos	66	7	13	20	26	33	40	46	53	59	30
46675000	média	116,22	126,73	111,84	116,43	115,88	114,72	117,53	117,10	116,79	114,51	129,15
(49)	desvpad	20,99	10,23	19,77	17,83	21,12	20,71	20,26	22,48	19,06	20,02	16,72
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B
	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
46790000	média	69,48	67,04	72,51	70,60	68,47	69,64	69,61	69,71	69,20	69,73	70,85
(50)	desvpad	9,00	8,69	9,11	7,94	8,55	8,85	8,82	8,56	9,06	8,86	10,99
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
46830000	média	67,52	69,26	68,30	67,62	67,23	66,99	65,60	67,35	67,76	67,57	68,05
(51)	desvpad	8,03	9,83	5,85	9,55	7,39	8,35	7,56	8,30	8,62	8,16	10,78
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	nº anos	84	8	17	25	34	42	50	59	67	76	30
46902000	média	186,77	188,64	185,03	194,68	188,48	189,49	184,41	185,37	186,16	189,21	198,25
(52)	desvpad	26,67	28,18	27,52	31,46	29,14	27,51	24,37	27,07	27,67	26,37	30,36
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	nº anos	90	9	18	27	36	45	54	63	72	81	30
48020000	média	1178,59	1174,58	1154,89	1185,25	1246,02	1163,83	1190,14	1206,41	1162,28	1182,89	1334,68
(53)	desvpad	346,10	353,11	322,86	391,45	367,60	411,24	359,74	337,72	338,53	339,82	375,36
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B
	nº anos	73	7	15	22	29	37	44	51	58	66	30
48290000	média	1212,11	1169,97	1266,42	1209,00	1222,71	1154,86	1175,65	1247,99	1211,11	1206,67	1273,87
(54)	desvpad	349,06	401,29	291,27	375,25	393,79	368,61	284,55	378,48	336,40	319,71	333,84
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 2 – Valores calculados de $Q_{7,10}$ ($m^3 \cdot s^{-1}$), diferença percentual e distribuição de probabilidade utilizada

(continua)

		Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC
68100000 (1)	nº anos	97	10	19	29	39	49	58	68	78	87	30
	Q7,10	6252,17	7123,05	5953,41	6442,47	6671,02	6014,81	6239,83	5966,90	6325,09	6207,50	7081,74
	dist. prob.	Log Normal										
64843000 (2)	nº anos	93	9	19	28	37	47	56	65	74	84	30
	Q7,10	3560,90	3674,96	3253,01	3289,25	3664,36	3700,16	3716,41	3539,95	3563,08	3571,53	4419,33
	dist. prob.	Log Normal										
61052000 (3)	nº anos	93	9	19	28	37	47	56	65	74	84	30
	Q7,10	1,82	2,25	1,69	2,20	1,76	1,71	2,00	1,75	1,85	1,77	1,75
	dist. prob.	Log Normal										
61250000 (4)	nº anos	79	8	16	24	32	40	47	55	63	71	30
	Q7,10	1,22	1,22	1,39	1,46	1,13	1,16	1,22	1,17	1,18	1,21	1,12
	dist. prob.	Log Normal										
64465000 (5)	nº anos	79	8	16	24	32	40	47	55	63	71	30
	Q7,10	18,48	12,60	16,02	11,66	17,64	19,17	18,75	20,93	17,26	18,25	20,85
	dist. prob.	Normal										
60850000 (6)	nº anos	73	7	15	22	29	37	44	51	58	66	30
	Q7,10	5,82	3,62	5,52	6,23	6,29	6,09	5,89	5,24	5,53	5,66	5,88
	dist. prob.	Gumbel para máximos										
62715000 (7)	nº anos	73	7	15	22	29	37	44	51	58	66	30
	Q7,10	22,13	20,99	23,55	29,73	27,03	25,23	20,81	21,16	23,43	22,50	29,29
	dist. prob.	Log Normal										
61122000 (8)	nº anos	72	7	14	22	29	36	43	50	58	65	30
	Q7,10	0,95	0,60	1,06	0,87	0,83	0,98	0,92	0,94	0,94	0,92	0,92
	dist. prob.	Normal										
61100000 (9)	nº anos	72	7	14	22	29	36	43	50	58	65	30
	Q7,10	1,08	0,89	1,05	0,98	1,07	1,06	1,19	1,12	1,08	1,10	1,14
	dist. prob.	Gumbel para máximos										
60150000 (10)	nº anos	72	7	14	22	29	36	43	50	58	65	30
	Q7,10	2,74	1,96	2,64	2,51	3,50	2,83	2,91	2,49	2,76	2,76	3,33
	dist. prob.	Gumbel para máximos										
65365000 (11)	nº anos	68	7	14	20	27	34	41	48	54	61	30
	Q7,10	0,68	0,73	0,55	0,60	0,75	0,71	0,72	0,70	0,66	0,68	0,68
	dist. prob.	Log Normal										
60635000 (12)	nº anos	62	6	12	19	25	31	37	43	50	56	30
	Q7,10	1,06	0,59	0,94	1,02	1,13	1,36	1,12	1,09	1,05	0,99	1,29
	dist. prob.	Normal										
60250000 (13)	nº anos	65	7	13	20	26	33	39	46	52	59	30
	Q7,10	9,11	9,61	8,50	8,89	9,00	9,39	8,64	9,31	9,13	8,99	9,00
	dist. prob.	Normal										
60130000 (14)	nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
	Q7,10	0,21	0,26	0,15	0,29	0,22	0,20	0,22	0,21	0,25	0,22	0,24
	dist. prob.	Normal										
60265000 (15)	nº anos	61	6	12	18	24	31	37	43	49	55	30
	Q7,10	7,21	9,21	8,28	7,30	7,30	7,72	7,27	7,00	6,95	7,19	6,91
	dist. prob.	Normal										
60615000 (16)	nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
	Q7,10	0,43	0,39	0,66	0,45	0,44	0,41	0,38	0,39	0,38	0,45	0,79
	dist. prob.	Normal										
60100000 (17)	nº anos	62	6	12	19	25	31	37	43	50	56	30
	Q7,10	0,19	0,40	0,09	0,18	0,18	0,23	0,14	0,17	0,18	0,18	0,25
	dist. prob.	Gumbel para máximos										
60220000 (18)	nº anos	59	6	12	18	24	30	35	41	47	53	30
	Q7,10	6,63	7,67	6,28	6,60	7,04	6,54	6,72	6,47	6,51	6,62	7,12
	dist. prob.	Log Normal										
60145000 (19)	nº anos	59	6	12	18	24	30	35	41	47	53	30
	Q7,10	0,37	0,24	0,33	0,41	0,37	0,37	0,39	0,38	0,38	0,36	0,44
	dist. prob.	Gumbel para máximos										

Tabela 2 – Valores calculados de $Q_{7,10}$ ($m^3 \cdot s^{-1}$), diferença percentual e distribuição de probabilidade utilizada

(continuação)

		Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC
40025000 (20)	nº anos	69	7	14	21	28	35	41	48	55	62	30
	Q7,10	1,99	2,89	1,86	1,84	2,18	2,06	1,94	1,88	1,95	2,07	2,10
	dist. prob.	Gumbel para máximos										
40040000 (21)	nº anos	75	8	15	23	30	38	45	53	60	68	30
	Q7,10	0,94	0,95	0,83	0,99	0,88	0,99	0,89	0,89	0,91	0,94	0,93
	dist. prob.	Log Normal										
40050000 (22)	nº anos	83	8	17	25	33	42	50	58	66	75	30
	Q7,10	23,15	23,33	24,77	22,65	24,12	22,52	23,08	23,35	23,31	23,08	25,77
	dist. prob.	Log Normal										
40100000 (23)	nº anos	61	6	12	18	24	31	37	43	49	55	30
	Q7,10	35,20	41,46	42,20	40,39	32,92	33,57	33,72	36,62	35,65	35,06	38,32
	dist. prob.	Log Normal										
40150000 (24)	nº anos	80	8	16	24	32	40	48	56	64	72	30
	Q7,10	20,27	20,69	16,81	19,45	19,58	21,04	20,17	20,32	20,37	20,09	18,94
	dist. prob.	Gumbel para mínimos										
40330000 (25)	nº anos	81	8	16	24	32	41	49	57	65	73	30
	Q7,10	18,71	28,55	25,72	22,98	14,53	18,60	18,14	19,94	18,98	19,77	24,35
	dist. prob.	Normal										
40400000 (26)	nº anos	73	7	15	22	29	37	44	51	58	66	-
	Q7,10	3,79	5,14	2,52	4,91	4,13	3,27	3,11	3,28	3,52	3,65	-
	dist. prob.	Gumbel para máximos										
40680000 (27)	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
	Q7,10	1,46	1,53	1,14	1,68	1,91	1,45	1,33	1,34	1,41	1,41	1,59
	dist. prob.	Gumbel para máximos										
40800001 (28)	nº anos	81	8	16	24	32	41	49	57	65	73	30
	Q7,10	14,19	20,46	10,45	12,38	14,41	13,87	14,35	26,52	13,23	14,03	28,79
	dist. prob.	Normal										
40930000 (29)	nº anos	67	7	13	20	27	34	40	47	54	60	-
	Q7,10	1,19	0,29	1,54	0,93	1,17	1,27	1,33	1,15	1,15	1,18	-
	dist. prob.	Normal										
41250000 (30)	nº anos	81	8	16	24	32	41	49	57	65	73	30
	Q7,10	1,09	0,85	1,09	1,00	0,97	1,16	1,23	1,14	1,09	1,05	0,78
	dist. prob.	Gumbel para máximos										
41300000 (31)	nº anos	81	8	16	24	32	41	49	57	65	73	30
	Q7,10	1,03	0,41	0,82	0,90	1,08	1,13	0,92	0,93	1,17	1,10	1,28
	dist. prob.	Gumbel para máximos										
41340000 (32)	nº anos	68	7	14	20	27	34	41	48	54	61	-
	Q7,10	20,83	20,27	22,31	21,55	20,94	20,28	20,95	20,59	20,82	20,56	-
	dist. prob.	Gumbel para máximos										
41380000 (33)	nº anos	77	8	15	23	31	39	46	54	62	69	30
	Q7,10	0,61	0,72	0,57	0,46	0,64	0,63	0,65	1,60	0,55	0,69	0,78
	dist. prob.	Normal										
41818000 (34)	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
	Q7,10	32,72	27,19	31,37	32,57	32,41	29,86	33,59	31,46	36,21	34,27	34,17
	dist. prob.	Gumbel para máximos										
41990000 (35)	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
	Q7,10	39,77	45,58	43,53	35,82	33,37	42,26	42,64	40,55	39,05	39,65	41,64
	dist. prob.	Gumbel para máximos										
42210000 (36)	nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
	Q7,10	759,04	846,68	771,19	792,71	798,05	678,15	763,31	748,68	753,98	768,43	773,35
	dist. prob.	Gumbel para mínimos										
42395000 (37)	nº anos	62	6	12	19	25	31	37	43	50	56	30
	Q7,10	20,69	13,02	30,64	22,67	17,52	19,74	23,19	19,79	20,74	20,61	24,37
	dist. prob.	Gumbel para máximos										
42600000 (38)	nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
	Q7,10	15,16	13,15	21,80	12,55	16,35	13,97	17,01	14,24	15,15	15,15	17,64
	dist. prob.	Log Normal										
42690001 (39)	nº anos	63	6	13	19	25	32	38	44	50	57	30
	Q7,10	33,74	46,13	30,55	36,13	42,38	40,43	33,96	28,46	38,07	34,51	45,11
	dist. prob.	Normal										

Tabela 2 – Valores calculados de $Q_{7,10}$ ($m^3 \cdot s^{-1}$), diferença percentual e distribuição de probabilidade utilizada

(conclusão)

		Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC
43200000 (40)	nº anos	67	7	13	20	27	34	40	47	54	60	30
	Q _{7,10}	894,51	909,50	882,55	964,12	889,78	928,74	938,35	911,96	900,70	889,88	938,86
	dist. prob.	Gumbel para mínimos										
44200000 (41)	nº anos	95	10	19	29	38	48	57	67	76	86	30
	Q _{7,10}	359,97	340,33	358,04	434,29	387,72	381,08	335,52	381,73	348,36	362,72	503,46
	dist. prob.	Normal										
44500000 (42)	nº anos	85	9	17	26	34	43	51	60	68	77	30
	Q _{7,10}	369,29	468,30	400,21	341,55	449,53	381,20	348,83	441,47	373,79	363,10	528,26
	dist. prob.	Normal										
45131000 (43)	nº anos	71	7	14	21	28	36	43	50	57	64	30
	Q _{7,10}	30,13	27,88	27,57	30,81	28,41	30,36	32,75	30,80	29,11	30,42	35,81
	dist. prob.	Normal										
45298000 (44)	nº anos	86	9	17	26	34	43	52	60	69	77	30
	Q _{7,10}	504,64	500,24	603,83	565,63	561,24	511,08	499,12	470,28	509,84	509,37	608,93
	dist. prob.	Normal										
46150000 (45)	nº anos	65	7	13	20	26	33	39	46	52	59	30
	Q _{7,10}	663,14	811,00	635,67	545,54	631,48	678,85	652,51	616,29	706,32	659,14	798,59
	dist. prob.	Normal										
46360000 (46)	nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
	Q _{7,10}	579,12	530,11	675,92	635,52	458,51	468,22	595,54	505,27	699,49	569,30	892,81
	dist. prob.	Normal										
46550000 (47)	nº anos	82	8	16	25	33	41	49	57	66	74	30
	Q _{7,10}	46,33	49,05	42,82	43,40	41,25	49,12	47,52	48,67	47,41	48,93	59,94
	dist. prob.	Normal										
46650000 (48)	nº anos	76	8	15	23	30	38	46	53	61	68	30
	Q _{7,10}	96,42	98,72	106,75	102,02	99,16	95,71	94,44	95,25	99,41	98,48	103,66
	dist. prob.	Normal										
46675000 (49)	nº anos	66	7	13	20	26	33	40	46	53	59	30
	Q _{7,10}	89,36	113,63	86,54	93,61	88,85	88,22	91,59	88,33	92,39	88,89	107,75
	dist. prob.	Normal										
46790000 (50)	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
	Q _{7,10}	58,37	56,41	61,33	60,82	58,04	58,93	58,70	59,16	58,12	58,83	56,89
	dist. prob.	Log Normal										
46830000 (51)	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
	Q _{7,10}	57,24	56,68	60,82	55,40	57,76	56,31	55,93	56,72	56,73	57,13	54,25
	dist. prob.	Normal										
46902000 (52)	nº anos	84	8	17	25	34	42	50	59	67	76	30
	Q _{7,10}	154,20	153,18	152,27	155,77	152,64	156,14	153,84	152,45	152,46	156,80	161,47
	dist. prob.	Log Normal										
48020000 (53)	nº anos	90	9	18	27	36	45	54	63	72	81	30
	Q _{7,10}	778,93	769,86	802,14	747,03	810,90	707,63	771,29	814,91	774,83	788,25	901,51
	dist. prob.	Log Normal										
48290000 (54)	nº anos	73	7	15	22	29	37	44	51	58	66	30
	Q _{7,10}	800,14	719,20	906,73	754,72	782,90	733,89	849,22	792,73	814,15	828,64	891,21
	dist. prob.	Log Normal										

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 3 – Resultados para a série de vazões mínimas anuais ($m^3 \cdot s^{-1}$)

(conclusão)

		Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC
nº anos	60		6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
46360000	média	1101,68	990,61	1064,15	993,70	1052,35	1039,62	1045,82	1139,69	1132,92	1122,74	1113,28
(46)	desvpad	417,69	491,92	382,19	429,03	429,74	363,06	369,02	457,51	430,67	424,42	186,17
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
nº anos	82		8	16	25	33	41	49	57	66	74	30
46550000	média	70,96	75,54	71,36	67,09	65,67	67,13	73,26	70,92	68,67	70,68	72,67
(47)	desvpad	20,09	19,10	15,89	23,30	17,36	20,69	21,27	20,33	18,53	20,17	10,14
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
nº anos	76		8	15	23	30	38	46	53	61	68	30
46650000	média	120,10	125,00	121,43	117,92	122,00	115,57	117,38	121,05	117,97	121,86	127,42
(48)	desvpad	19,59	9,20	18,10	25,54	16,85	16,40	18,37	20,97	19,41	18,84	18,97
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
nº anos	66		7	13	20	26	33	40	46	53	59	30
46675000	média	115,08	122,50	112,93	113,75	114,41	111,14	117,01	114,05	113,95	116,93	128,35
(49)	desvpad	21,40	25,03	23,85	19,23	20,75	19,17	23,26	23,31	21,24	21,74	16,72
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B
nº anos	78		8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
46790000	média	69,07	63,50	65,38	67,99	66,42	70,20	70,23	68,69	68,68	69,22	70,44
(50)	desvpad	8,97	7,35	8,09	7,38	7,01	9,18	8,57	9,34	8,91	9,23	10,92
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
nº anos	78		8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
46830000	média	67,14	71,49	66,58	65,28	67,72	67,43	66,27	67,55	68,11	67,16	67,79
(51)	desvpad	7,93	6,92	8,53	6,18	8,13	7,74	8,04	7,90	7,88	8,17	10,73
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
nº anos	84		8	17	25	34	42	50	59	67	76	30
46902000	média	185,69	198,67	180,20	185,05	188,61	191,10	186,75	186,66	185,48	186,40	197,50
(52)	desvpad	26,89	28,14	22,40	30,86	19,98	27,32	30,25	29,33	24,98	27,19	30,28
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B
nº anos	90		9	18	27	36	45	54	63	72	81	30
48020000	média	1138,03	1264,28	1141,19	1228,07	1197,54	1143,51	1155,94	1119,69	1174,48	1126,45	1286,34
(53)	desvpad	325,31	296,12	284,25	358,33	334,57	355,30	360,79	333,25	336,24	327,95	374,04
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B
nº anos	73		7	15	22	29	37	44	51	58	66	30
48290000	média	1167,31	1006,62	1063,34	1118,12	1197,69	1265,74	1108,92	1187,79	1159,22	1167,60	1226,58
(54)	desvpad	335,18	328,70	389,15	327,91	319,47	373,25	346,32	374,12	338,74	330,50	328,29
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 4 – Valores de $Q_{90\%}$ ($m^3.s^{-1}$), média da série, média mais próxima da média da série com seu respectivo ano e diferença percentual. Vazões mínimas

(continua)

		Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC
68100000 (1)	nº anos	97	10	19	29	39	49	58	68	78	87	30
	Q90	11003,96	9161,9	14947,00	11070,22	11874,37	9772,00	14991,44	10289,19	11439,37	10008,59	11225,78
	média	9275,94	8261,50	9507,26	10113,00	9194,31	9120,16	9394,31	8810,18	8986,73	8974,78	10651,30
	média + prox	9316,00	8306,00	9449,00	10216,00	9107,00	9082,00	9449,00	8851,00	9030,00	8927,00	10674,00
	ano	1926	1940	1989	1912	1922	2001	1989	1907	1947	1930	1978
64843000 (2)	nº anos	93	9	19	28	37	47	56	65	74	84	30
	Q90	5818,50	6079,00	5948,01	5690,15	7169,64	5883,11	6612,61	6544,88	5883,11	5818,50	7276,50
	média	5418,30	4618,33	5114,30	5129,37	5596,11	5376,76	5581,84	5500,82	5381,80	5448,20	6195,45
	média + prox	5436,90	4764,63	5004,96	4944,43	5508,02	5374,32	5562,95	5499,78	5374,32	5436,90	6144,41
	ano	1967	1935	1926	1971	2004	1966	1947	1923	1966	1967	1981
61052000 (3)	nº anos	79	8	16	24	32	40	47	55	63	71	30
	Q90	3,32	2,96	2,66	2,66	2,57	2,96	2,60	3,32	3,29	2,79	3,29
	média	2,63	2,44	2,60	2,61	2,47	2,52	2,59	2,65	2,70	2,59	2,70
	média + prox	2,63	2,54	2,60	2,60	2,43	2,54	2,54	2,63	2,70	2,59	2,70
	ano	2000	1939	2004	2004	1998	1939	2003	2000	1967	1949	1967
61250000 (4)	nº anos	79	8	16	24	32	40	47	55	63	71	30
	Q90	1,92	2,04	1,76	1,90	2,08	1,67	2,04	1,77	1,95	1,92	1,90
	média	1,58	1,70	1,54	1,53	1,62	1,49	1,66	1,57	1,52	1,59	1,47
	média + prox	1,59	1,66	1,54	1,56	1,61	1,48	1,66	1,58	1,53	1,59	1,45
	ano	1989	1936	2012	1952	1984	1948	1936	1943	1980	1993	1965
64465000 (5)	nº anos	79	8	16	24	32	40	47	55	63	71	30
	Q90	53,04	52,17	57,83	57,83	53,89	53,04	50,48	50,48	50,25	53,04	59,16
	média	39,66	44,38	45,00	44,64	41,92	40,05	41,20	40,90	37,88	40,21	45,55
	média + prox	39,82	39,19	44,03	44,03	40,74	39,82	40,74	40,74	37,78	39,82	47,15
	ano	1942	1977	1938	1938	1995	1942	1964	1964	1955	1942	2002
60850000 (6)	nº anos	73	7	15	22	29	37	44	51	58	66	30
	Q90	12,24	13,22	15,88	11,82	12,24	11,02	12,45	12,77	12,24	12,24	12,24
	média	9,17	9,48	10,83	8,65	9,29	8,81	9,68	9,57	9,08	9,08	9,37
	média + prox	9,18	9,82	10,51	8,85	9,18	8,78	9,23	9,72	9,18	9,18	9,18
	ano	1986	1961	1958	1978	1986	1947	2012	1976	1986	1986	1986
62715000 (7)	nº anos	73	7	14	22	29	36	43	50	58	65	30
	Q90	56,56	45,98	52,88	45,26	56,56	49,98	65,29	48,33	45,26	51,31	55,2
	média	38,48	29,14	40,61	36,60	38,18	35,96	34,11	39,45	36,87	39,31	45,17
	média + prox	38,18	30,00	41,00	36,79	38,18	35,00	34,00	39,69	36,79	39,00	45,00
	ano	2009	1968	1984	2010	2009	1980	1951	2008	2010	1998	1973
61122000 (8)	nº anos	72	7	14	22	29	36	43	50	58	65	30
	Q90	1,93	1,70	1,75	1,90	2,17	1,93	1,91	1,90	1,93	1,88	1,90
	média	1,54	1,42	1,54	1,42	1,47	1,56	1,57	1,50	1,55	1,52	1,52
	média + prox	1,54	1,39	1,52	1,52	1,51	1,54	1,58	1,52	1,54	1,52	1,52
	ano	1986	1966	1999	1973	1953	1986	1942	1973	1986	1961	1973
61100000 (9)	nº anos	72	7	14	22	29	36	43	50	58	65	30
	Q90	1,56	1,63	1,54	1,69	1,83	1,87	1,87	1,56	1,83	1,56	1,64
	média	1,44	1,28	1,36	1,40	1,46	1,47	1,47	1,41	1,44	1,44	1,54
	média + prox	1,44	1,27	1,34	1,40	1,44	1,46	1,46	1,40	1,44	1,44	1,55
	ano	1951	1953	1945	1996	1982	2005	2005	1950	1982	1951	1962
60150000 (10)	nº anos	72	7	14	22	29	36	43	50	58	65	30
	Q90	6,63	5,25	6,26	6,20	6,63	7,90	6,58	7,72	6,26	6,21	9,24
	média	4,77	4,56	4,40	4,76	4,77	4,51	4,80	4,84	4,66	4,85	5,70
	média + prox	4,79	4,39	4,39	4,82	4,79	4,26	4,82	4,85	4,75	4,85	5,89
	ano	1977	1988	2004	1944	1977	1949	1947	1958	2003	1959	1984
65365000 (11)	nº anos	68	7	14	20	27	34	41	48	54	61	30
	Q90	1,20	1,03	1,68	1,86	1,62	1,86	1,20	1,54	1,20	1,20	1,62
	média	1,01	0,86	1,18	0,96	0,99	0,99	1,00	0,95	1,00	1,00	0,95
	média + prox	0,99	0,84	1,30	0,98	0,97	0,98	0,99	0,96	0,99	0,99	0,97
	ano	1968	1974	1970	1997	1967	1997	1968	2012	1968	1968	1967
60635000 (12)	nº anos	62	6	12	19	25	31	37	43	50	56	30
	Q90	2,41	2,59	2,91	3,11	3,35	2,41	2,61	2,59	2,91	2,59	3,22
	média	2,20	2,25	1,98	2,29	2,40	2,24	2,19	2,27	2,12	2,27	2,47
	média + prox	2,25	2,27	2,12	2,37	2,33	2,25	2,14	2,27	2,12	2,27	2,48
	ano	1967	1984	2011	1986	2004	1967	1987	1984	2011	1984	1991

Tabela 4 – Valores de $Q_{90\%}$ ($m^3.s^{-1}$), média da série, média mais próxima da média da série com seu respectivo ano e diferença percentual. Vazões mínimas

(continuação)

		Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC
60250000 (13)	nº anos	65	7	13	20	26	33	39	46	52	59	30
	Q90	14,08	9,17	13,51	15,34	14,99	13,51	15,34	14,08	14,99	14,08	14,56
	média	12,17	9,76	12,62	11,72	12,40	11,85	12,02	12,17	12,46	12,17	11,88
	média + prox	12,04	8,36	12,32	11,94	12,37	11,86	11,94	12,04	12,37	11,44	12,58
	ano	1970	1963	2013	1958	1960	2007	1958	1970	1960	1970	1987
60130000 (14)	nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
	Q90	0,71	0,80	0,72	0,80	0,83	0,55	0,92	0,71	0,85	0,99	0,85
	média	0,57	0,58	0,52	0,57	0,65	0,48	0,62	0,57	0,57	0,56	0,55
	média + prox	0,57	0,59	0,53	0,59	0,65	0,47	0,64	0,57	0,55	0,55	0,55
	ano	1958	1961	1982	1961	1970	1975	1991	1958	1985	1995	1985
60265000 (15)	nº anos	61	6	12	18	24	31	37	43	49	55	30
	Q90	12,71	7,87	13,78	11,36	12,63	12,12	11,86	12,47	12,24	12,71	11,86
	média	10,48	7,86	11,19	9,71	9,70	10,39	10,94	10,72	10,31	10,57	10,85
	média + prox	10,54	6,87	11,22	9,90	9,66	10,38	10,87	10,76	10,32	10,54	10,87
	ano	1961	1954	1998	1995	1984	1994	1986	1968	2008	1961	1986
60615000 (16)	nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
	Q90	1,16	1,88	0,94	1,69	1,61	2,32	2,32	1,54	1,54	1,16	1,96
	média	0,97	1,31	0,93	1,06	1,05	0,92	0,93	0,95	0,94	0,98	1,23
	média + prox	0,98	1,33	0,88	1,02	1,08	0,90	0,90	0,96	0,96	0,98	1,26
	ano	1998	1993	1952	2013	1986	1982	1982	1994	1994	1998	1984
60100000 (17)	nº anos	62	6	12	19	25	31	37	43	50	56	30
	Q90	0,54	0,49	0,66	0,54	0,56	0,56	0,56	0,56	0,76	0,56	0,67
	média	0,41	0,44	0,54	0,41	0,42	0,38	0,38	0,40	0,39	0,41	0,49
	média + prox	0,41	0,42	0,51	0,41	0,40	0,39	0,39	0,40	0,39	0,40	0,50
	ano	1995	2009	1993	1995	1956	2011	2011	1956	1978	1956	1961
60220000 (18)	nº anos	59	6	12	18	24	30	35	41	47	53	30
	Q90	10,25	10,25	9,64	9,89	11,56	11,91	10,89	10,5	10,75	9,64	9,64
	média	8,74	8,13	8,56	8,33	8,95	9,35	8,87	8,57	8,81	8,63	8,69
	média + prox	8,77	8,77	8,58	8,43	9,14	9,40	8,91	8,58	8,77	8,58	8,58
	ano	2000	2000	1970	1977	1956	1984	1976	1986	1997	1970	1970
60145000 (19)	nº anos	59	6	12	18	24	30	35	41	47	53	30
	Q90	0,87	0,88	0,86	0,85	0,75	0,75	0,87	0,87	0,86	0,87	0,85
	média	0,62	0,62	0,63	0,67	0,66	0,63	0,60	0,62	0,63	0,62	0,67
	média + prox	0,62	0,53	0,63	0,70	0,67	0,67	0,62	0,62	0,63	0,62	0,70
	ano	1965	2010	1997	1989	1970	1970	1965	1965	1997	1965	1989
40025000 (20)	nº anos	69	7	14	21	28	35	41	48	55	62	30
	Q90	3,28	3,57	2,82	3,88	3,72	3,21	3,39	3,28	3,21	3,21	3,72
	média	2,98	3,12	2,60	3,23	3,23	3,11	2,93	3,01	3,07	2,96	3,06
	média + prox	3,00	2,87	2,56	3,28	3,25	3,02	2,95	3,00	3,02	2,95	3,00
	ano	1984	1987	1995	1990	1994	1940	1954	1984	1940	1955	1978
40040000 (21)	nº anos	75	8	15	23	30	38	45	53	60	68	30
	Q90	1,78	1,51	1,79	1,78	1,79	1,78	1,79	1,50	1,78	1,78	1,54
	média	1,41	1,25	1,44	1,46	1,50	1,42	1,43	1,34	1,43	1,41	1,33
	média + prox	1,41	1,25	1,47	1,41	1,47	1,41	1,47	1,32	1,41	1,41	1,30
	ano	1942	2010	1973	1942	1973	1942	1973	1968	1942	1942	2000
40050000 (22)	nº anos	83	8	17	25	33	42	50	58	66	75	30
	Q90	34,51	31,59	39,16	40,72	68,72	34,51	34,61	34,51	34,61	34,51	38,85
	média	30,40	27,40	29,82	31,58	29,84	30,58	30,20	30,43	29,89	30,18	33,40
	média + prox	30,30	28,54	31,42	31,74	29,88	30,30	29,88	30,30	29,88	30,30	33,29
	ano	1950	1969	1957	1980	1942	1950	1942	1950	1942	1950	2004
40100000 (23)	nº anos	61	6	12	18	24	31	37	43	49	55	30
	Q90	67,92	65,40	66,80	63,27	64,14	63,69	63,69	63,69	64,14	67,92	68,62
	média	53,56	49,03	59,45	54,41	52,94	53,54	54,27	53,56	53,19	53,81	56,23
	média + prox	53,82	49,50	59,75	54,98	52,99	53,82	53,82	53,82	52,99	53,82	56,14
	ano	1968	1978	2013	1986	1989	1970	1970	1970	1989	1968	1976
40150000 (24)	nº anos	80	8	16	24	32	40	48	56	64	72	30
	Q90	18,05	13,94	18,47	15,94	18,05	14,97	16,45	18,02	16,45	18,05	14,72
	média	13,41	13,44	14,04	12,97	14,13	12,37	13,50	13,84	13,47	13,34	12,97
	média + prox	13,42	12,82	14,33	12,94	14,16	12,31	13,49	13,97	13,49	13,42	12,82
	ano	1952	1966	1998	1945	1949	1946	1942	1941	1942	1952	1976

Tabela 4 – Valores de $Q_{90\%}$ ($m^3.s^{-1}$), média da série, média mais próxima da média da série com seu respectivo ano e diferença percentual. Vazões mínimas

(continuação)

		Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC
40330000 (25)	nº anos	81	8	16	24	32	41	49	57	65	73	30
	Q90	41,33	43,48	43,48	43,51	40,71	41,57	41,33	41,33	41,33	41,33	43,48
	média	33,48	39,89	36,95	31,32	34,08	31,76	33,04	33,20	33,53	33,06	37,64
	média + prox	33,34	37,81	37,81	30,67	34,08	32,69	33,34	33,34	33,34	33,34	37,81
	ano	1974	1989	1989	2008	1945	1956	1974	1974	1974	1974	1989
40400000 (26)	nº anos	73	7	15	22	29	37	44	51	58	66	-
	Q90	9,13	8,07	9,34	8,15	8,07	9,31	8,97	9,13	9,22	9,13	-
	média	7,25	5,89	7,37	7,07	7,30	7,20	7,34	7,28	7,54	7,33	-
	média + prox	7,39	7,07	7,88	6,96	7,07	7,07	7,46	7,39	7,54	7,39	-
	ano	1944	1937	1998	1991	1937	1981	1989	1944	1995	1944	-
40680000 (27)	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
	Q90	3,09	3,33	2,90	3,58	2,90	3,61	3,58	3,09	3,58	2,90	3,23
	média	2,50	2,57	2,60	2,41	2,51	2,43	2,39	2,50	2,39	2,51	2,69
	média + prox	2,49	2,42	2,52	2,42	2,52	2,46	2,42	2,49	2,42	2,52	2,73
	ano	1961	2012	1954	1982	1954	2005	1982	1961	1982	1954	1981
40800001 (28)	nº anos	81	8	16	24	32	41	49	57	65	73	30
	Q90	34,89	31,76	36,49	32,66	33,4	31,45	34,89	36,49	31,13	34,89	33,4
	média	25,15	25,94	24,09	26,14	27,97	25,84	25,30	25,42	25,47	25,22	27,60
	média + prox	25,08	25,79	25,79	26,29	28,35	25,79	25,08	25,79	25,70	25,08	28,35
	ano	1987	1986	1981	1970	1968	1989	1987	1981	1953	1987	1968
40930000 (29)	nº anos	67	7	13	20	27	34	40	47	54	60	-
	Q90	3,97	3,56	3,21	3,40	3,68	2,96	3,24	2,67	4,23	3,40	-
	média	2,37	1,99	2,05	2,11	2,68	2,67	2,45	2,26	2,36	2,33	-
	média + prox	2,36	2,52	2,17	2,12	2,73	2,68	2,47	2,27	2,38	2,32	-
	ano	2005	1998	1994	1977	2012	1948	2001	1999	1951	1976	-
41250000 (30)	nº anos	81	8	16	24	32	41	49	57	65	73	30
	Q90	2,74	3,48	2,87	3,58	2,35	3,56	3,48	2,35	2,87	2,74	2,68
	média	2,17	1,99	2,03	2,59	1,98	2,39	2,16	2,00	2,22	2,18	2,09
	média + prox	2,16	2,16	2,21	2,57	2,00	2,39	2,16	2,00	2,21	2,16	2,02
	ano	1939	1951	1993	2012	2007	1989	1951	2007	1993	1939	1980
41300000 (31)	nº anos	81	8	16	24	32	41	49	57	65	73	30
	Q90	2,97	2,46	3,17	2,61	3,25	2,53	2,82	2,91	2,53	2,81	3,00
	média	2,11	2,07	2,62	1,91	2,43	2,14	2,34	2,00	2,09	2,16	2,28
	média + prox	2,13	1,93	2,68	1,95	2,52	2,06	2,32	1,97	2,06	2,15	2,32
	ano	1972	2006	1988	1977	1944	1950	1953	2003	1950	1962	1978
41340000 (32)	nº anos	68	7	14	20	27	34	41	48	54	61	-
	Q90	32,22	26,45	30,70	33,36	29,15	26,45	33,72	32,23	40,34	32,22	-
	média	25,00	24,91	23,91	23,85	26,54	24,39	26,35	25,34	25,77	25,22	-
	média + prox	25,02	24,76	23,33	23,40	26,24	24,76	26,24	25,42	25,83	25,02	-
	ano	1967	2013	1962	1953	2006	2013	2004	2010	1944	1967	-
41380000 (33)	nº anos	77	8	15	23	31	39	46	54	62	69	30
	Q90	1,76	1,70	1,42	2,16	1,68	1,76	1,90	1,76	1,90	1,76	1,76
	média	1,51	1,50	1,13	1,75	1,44	1,48	1,56	1,49	1,57	1,52	1,48
	média + prox	1,52	1,60	1,08	1,83	1,42	1,52	1,55	1,52	1,55	1,52	1,52
	ano	1975	1967	2008	1961	2006	1975	1996	1975	1996	1975	1975
41818000 (34)	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
	Q90	58,8	57,22	57,22	57,22	58,3	53,99	64,46	69,39	69,39	56,78	62,01
	média	48,89	50,01	49,25	49,80	54,04	45,97	48,20	51,35	50,93	47,89	51,78
	média + prox	48,44	49,88	49,88	49,88	54,03	46,01	48,19	51,19	51,19	47,84	52,51
	ano	2010	2011	2011	2011	1996	1967	2005	1952	1952	1986	1988
41990000 (35)	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
	Q90	70,31	99,26	84,06	67,81	69,53	67,81	70,31	76,85	70,31	76,85	76,85
	média	63,59	80,15	68,92	60,72	62,58	59,40	65,19	64,50	63,13	65,03	64,92
	média + prox	61,84	83,04	71,25	60,80	60,60	60,80	61,84	66,21	52,14	51,33	66,21
	ano	1994	1997	1968	1962	1996	1962	1994	1986	1994	1986	1986
42210000 (36)	nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
	Q90	597,82	556,2	530,42	650,39	556,2	612,1	592,48	592,48	592,48	645,22	592,48
	média	526,94	493,39	482,97	615,37	509,60	520,38	548,49	538,76	541,17	537,27	543,80
	média + prox	527,24	502,04	483,49	620,62	502,04	528,60	540,03	364,74	540,03	539,00	540,03
	ano	1967	1972	1969	2008	1972	2003	1970	1970	1970	1988	1970

Tabela 4 – Valores de $Q_{90\%}$ ($m^3.s^{-1}$), média da série, média mais próxima da média da série com seu respectivo ano e diferença percentual. Vazões mínimas

(continuação)

		Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC
42395000 (37)	nº anos	62	6	12	19	25	31	37	43	50	56	30
	Q90	42,28	58,37	45,95	43,41	43,41	39,86	40,98	42,28	37,97	40,98	47,95
	média	34,58	38,87	36,54	32,92	32,55	32,52	34,16	34,76	33,09	33,98	37,58
	média + prox	34,69	41,12	33,21	32,84	32,84	30,31	33,96	34,69	32,96	33,96	37,81
	ano	1988	1984	2005	1967	1967	1990	1958	1988	1977	1958	1986
42600000 (38)	nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
	Q90	31,30	34,41	39,29	47,60	30,30	31,30	31,30	34,41	34,41	31,30	34,41
	média	28,09	27,99	27,81	32,74	25,72	27,95	28,25	27,91	27,82	27,93	29,69
	média + prox	27,97	27,80	28,91	34,41	24,42	27,97	27,97	27,80	27,80	27,97	27,80
	ano	2013	1965	2012	1958	1960	2013	2013	1965	1965	2013	1965
42690001 (39)	nº anos	63	6	13	19	25	32	38	44	50	57	30
	Q90	91,87	96,20	82,93	90,63	96,20	91,87	80,86	80,86	78,12	80,86	96,20
	média	70,72	78,95	64,55	73,92	78,35	70,73	69,77	70,68	68,68	69,70	77,91
	média + prox	70,41	77,87	63,61	75,40	77,87	70,41	70,27	70,27	68,34	70,27	77,87
	ano	2007	1968	1959	1956	1968	2007	1989	1989	2010	1989	1968
43200000 (40)	nº anos	67	7	13	20	27	34	40	47	54	60	30
	Q90	668,05	656,71	717,92	636,43	677,01	668,05	629,98	677,01	677,01	668,05	780,37
	média	591,81	539,47	643,28	595,90	533,04	600,08	544,64	573,64	577,29	591,84	661,31
	média + prox	584,51	494,42	663,53	569,83	582,11	584,51	536,06	582,11	582,11	584,51	660,59
	ano	2003	1975	1969	1989	2010	2003	1977	2010	2010	2003	1965
44200000 (41)	nº anos	95	10	19	29	38	48	57	67	76	86	30
	Q90	733,24	740,51	806,92	740,51	828,69	742,90	828,69	733,24	722,00	733,24	847,40
	média	645,03	677,50	722,43	703,50	657,56	659,53	669,11	653,52	639,38	647,50	769,39
	média + prox	644,47	679,29	698,27	679,29	667,72	555,39	667,72	644,47	642,66	644,47	776,84
	ano	2003	1989	1946	1989	1947	1943	1947	2003	1925	2003	1973
44500000 (42)	nº anos	85	9	17	26	34	43	51	60	68	77	30
	Q90	673,45	685,48	584,88	788,68	821,55	709,04	766,68	821,55	826,32	673,45	842,52
	média	656,34	678,70	648,83	678,32	649,10	636,91	667,21	651,87	679,77	660,70	786,69
	média + prox	655,04	609,45	572,56	674,34	647,03	632,36	674,06	647,03	678,74	655,04	800,79
	ano	2010	1977	1964	1990	1976	2003	1943	1976	1947	2010	1967
45131000 (43)	nº anos	71	7	14	21	28	36	43	50	57	64	30
	Q90	44,48	42,17	42,54	42,17	43,78	43,78	44,48	42,54	44,48	43,09	48,75
	média	41,11	40,39	40,36	39,41	41,64	41,15	42,36	40,19	41,21	41,54	45,24
	média + prox	41,02	41,00	39,97	41,00	41,02	41,02	42,40	39,97	41,02	41,71	45,19
	ano	1952	1977	1999	1977	1954	1954	1971	1999	1952	1955	1967
45298000 (44)	nº anos	86	9	17	26	34	43	52	60	69	77	30
	Q90	844,74	803,16	814,15	844,74	963,86	762,25	844,74	899,80	834,99	844,74	978,85
	média	795,49	735,51	662,41	819,78	827,55	721,28	787,42	789,74	785,63	790,85	903,34
	média + prox	810,71	728,64	656,45	810,71	830,43	726,00	810,71	769,27	763,01	810,71	896,10
	ano	1999	1941	1975	1999	1931	1933	1999	1990	2003	1999	1973
46150000 (45)	nº anos	65	7	13	20	26	33	39	46	52	59	30
	Q90	1119,79	1417,1	1109,96	1144,2	1252,82	1110	1038,99	1197,42	1199,26	1119,79	1288,12
	média	1038,37	1296,66	1063,33	1093,24	1104,07	1084,88	996,81	1048,99	1062,22	1016,13	1154,46
	média + prox	1029,50	1316,86	1071,42	1068,26	1127,73	1071,42	984,21	1049,35	1064,00	1029,50	1183,90
	ano	1987	2009	1967	1994	1958	1967	2003	1976	2006	1987	1965
46360000 (46)	nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
	Q90	1275,34	1072,2	1079,91	1117,58	1139,71	1153,9	1153,94	1253,73	1186,98	1186,98	1191,02
	média	1101,68	990,61	1064,15	993,70	1052,35	1039,62	1045,82	1139,69	1132,92	1122,74	1113,28
	média + prox	1111,81	1018,89	1021,21	1028,02	1060,22	1028,02	1028,02	1142,88	1126,33	1126,33	1113,00
	ano	2006	2003	1995	2012	1994	2005	2005	1954	1988	1988	1993
46550000 (47)	nº anos	82	8	16	25	33	41	49	57	66	74	30
	Q90	77,95	79,46	77,32	66,96	68,31	71,74	82,07	77,95	70,14	74,21	77,32
	média	70,96	75,54	71,36	67,09	65,67	67,13	73,26	70,92	68,67	70,68	72,67
	média + prox	70,93	75,70	72,68	64,43	65,29	67,71	72,68	70,93	68,31	71,15	72,68
	ano	1979	1982	1964	1993	1986	1990	1956	1979	1983	1962	1964
46650000 (48)	nº anos	76	8	15	23	30	38	46	53	61	68	30
	Q90	127,85	135,36	126,78	121,48	128,85	119,52	123,25	130,74	121,48	125,12	135,36
	média	120,10	125,00	121,43	117,92	122,00	115,57	117,38	121,05	117,97	121,86	127,42
	média + prox	120,76	127,42	121,44	118,63	122,42	115,20	117,05	121,05	118,63	122,00	127,42
	ano	1952	1974	1943	1953	1975	1996	2004	1971	1953	1995	1974

Tabela 4 – Valores de $Q_{90\%}$ ($m^3.s^{-1}$), média da série, média mais próxima da média da série com seu respectivo ano e diferença percentual. Vazões mínimas

(conclusão)

		Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC
46675000 (49)	nº anos	66	7	13	20	26	33	40	46	53	59	30
	Q90	118,32	126,81	114,53	116,87	116,87	125,05	120,37	116,87	116,87	120,37	135,74
	média	115,08	122,50	112,93	113,75	114,41	111,14	117,01	114,05	113,95	116,93	128,35
	média + prox	115,79	119,73	107,20	113,43	113,43	111,00	115,93	114,05	113,83	115,93	128,11
	ano	1960	1997	1964	1953	1953	2006	1995	1953	1959	1995	1985
46790000 (50)	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
	Q90	74,07	67,29	67,5	72,38	69,97	73,43	72,25	72,21	72,21	74,07	74,07
	média	69,07	63,50	65,38	67,99	66,42	70,20	70,23	68,69	68,68	69,22	70,44
	média + prox	69,14	64,04	64,71	67,50	66,28	70,55	69,41	68,53	68,53	69,14	69,14
	ano	1974	1953	2002	2000	1971	1995	2003	1975	1975	1974	1974
46830000 (51)	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
	Q90	70,42	74,64	69,99	67,32	70,06	70,06	69,99	70,06	70,06	72,84	72,84
	média	67,14	71,49	66,58	65,28	67,72	67,43	66,27	67,55	68,11	67,16	67,79
	média + prox	67,32	71,47	66,37	65,02	67,67	67,67	66,37	67,67	67,67	67,42	67,42
	ano	1975	1993	2018	1957	2006	2006	2018	2006	2006	1974	1974
46902000 (52)	nº anos	84	8	17	25	34	42	50	59	67	76	30
	Q90	188,91	209,75	185,67	192,41	199,58	201,24	192,94	192,94	188,91	192,94	204,69
	média	185,69	198,67	180,20	185,05	188,61	191,10	186,75	186,66	185,48	186,40	197,50
	média + prox	185,67	191,23	180,35	184,72	188,95	190,93	186,75	186,75	185,67	186,75	196,65
	ano	1942	2006	1939	1996	1966	1975	1940	1940	1942	1940	1970
48020000 (53)	nº anos	90	9	18	27	36	45	54	63	72	81	30
	Q90	1194,33	1428,2	1194,33	1354,7	1317,01	1176,5	1241,8	1511,48	1241,8	1176,52	1466,26
	média	1138,03	1264,28	1141,19	1228,07	1197,54	1143,51	1155,94	1119,69	1174,48	1126,45	1286,34
	média + prox	1134,99	1253,60	1134,99	1250,78	1199,92	1130,28	1176,04	1120,10	1176,04	1130,28	1323,87
	ano	2013	1949	2013	1999	1996	1969	1973	1991	1973	1969	1965
48290000 (54)	nº anos	73	7	15	22	29	37	44	51	58	66	30
	Q90	1230,31	1061,8	1240,56	1298,96	1230,31	1379,1	1313,93	1230,31	1230,31	1230,31	1346,24
	média	1167,31	1006,62	1063,34	1118,12	1197,69	1265,74	1108,92	1187,79	1159,22	1167,60	1226,58
	média + prox	1169,98	976,02	1083,23	1130,88	1169,98	1271,66	1102,13	1169,98	1160,12	1169,98	1240,56
	ano	1973	1964	1947	1949	1973	1965	1957	1973	1967	1973	1974

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 5 – Resultados para a série de vazões máximas anuais ($m^3.s^{-1}$)

(conclusão)

		Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC
	nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
46360000	média	7062,06	5785,35	6173,88	6395,90	6768,55	7093,72	6785,23	7477,98	7300,03	7187,77	6531,00
(46)	desvpad	3288,85	2772,18	1954,05	2353,13	2893,23	3119,14	3054,15	3317,12	3383,47	3413,07	2340,59
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	nº anos	82	8	16	25	33	41	49	57	66	74	30
46550000	média	231,16	203,42	235,40	232,51	214,40	233,48	237,53	230,84	233,63	232,41	258,05
(47)	desvpad	78,12	43,82	82,74	73,74	81,00	84,45	80,18	76,83	78,11	72,32	75,77
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	nº anos	76	8	15	23	30	38	46	53	61	68	30
46650000	média	325,28	339,45	305,39	309,77	336,79	312,19	324,23	323,38	318,66	328,82	349,52
(48)	desvpad	70,51	51,69	68,42	69,57	75,45	60,28	69,60	65,26	64,46	69,78	86,32
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	nº anos	66	7	13	20	26	33	40	46	53	59	30
46675000	média	294,02	290,26	303,11	288,50	298,33	299,09	299,99	301,49	290,71	291,86	312,00
(49)	desvpad	65,29	69,06	62,02	50,77	70,41	76,44	65,36	70,77	67,65	64,17	76,36
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
46790000	média	179,70	164,38	172,99	176,25	168,43	183,18	185,28	181,87	178,65	180,05	188,99
(50)	desvpad	35,52	24,04	28,79	34,03	25,90	32,29	33,49	36,83	32,10	35,94	42,88
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
46830000	média	183,21	218,18	181,73	165,32	188,21	178,80	180,92	183,45	191,93	185,85	200,62
(51)	desvpad	67,88	65,76	45,21	28,44	88,53	46,39	77,17	49,65	72,94	69,44	93,91
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	nº anos	84	8	17	25	34	42	50	59	67	76	30
46902000	média	464,74	473,64	472,69	473,02	472,41	480,83	484,33	464,95	457,81	459,07	500,03
(52)	desvpad	127,86	195,09	108,66	140,22	123,08	144,80	137,98	128,95	111,26	122,18	171,96
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	nº anos	90	9	18	27	36	45	54	63	72	81	30
48020000	média	5743,85	6705,08	5862,97	5682,91	5866,54	5841,00	6044,21	5514,50	5709,02	5735,15	6023,82
(53)	desvpad	2758,23	4363,96	2588,99	3019,63	2731,92	2138,34	2731,51	2682,34	2803,90	2795,72	2189,53
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	nº anos	73	7	15	22	29	37	44	51	58	66	30
48290000	média	5326,06	5333,51	4821,51	5693,77	5546,07	5709,28	5109,15	5550,45	5444,64	5452,43	6254,92
(54)	desvpad	2857,03	2555,14	3855,77	3394,70	2926,69	2774,97	2875,88	3104,66	3055,89	2865,22	2406,47
	teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 6 – Valores de $Q_{90\%}$ ($m^3.s^{-1}$), média da série, média mais próxima da média da série com seu respectivo ano e diferença percentual. Vazões máximas

(continua)

		Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC
	nº anos	97	10	19	29	39	49	58	68	78	87	30
68100000 (1)	Q90	9772,00	7313,00	15060,00	14446,37	11439,37	11439,37	10733,00	8417,81	9772,00	12680,33	12270,00
	média	28850,26	26752,10	29279,37	31565,79	29683,08	29337,80	29698,40	27747,96	28806,51	28544,17	31004,20
	média + pro.	28846,00	25809,00	28846,00	32091,00	29582,00	29582,00	29805,00	27821,00	28846,00	28337,00	31011,00
	ano	2001	1937	1984	1932	1947	1947	1972	1906	2001	1985	1981
	nº anos	93	9	19	28	37	47	56	65	74	84	30
64843000 (2)	Q90	4824,27	4332,27	3781,11	7143,76	5250,02	5250,02	5250,02	4824,27	4470,95	4824,27	7276,50
	média	20570,30	18978,49	19832,94	20196,22	20421,18	20813,56	20435,10	20791,24	20712,69	20851,40	21317,74
	média + pro.	20519,64	18753,15	20183,40	20295,22	20295,22	20295,22	20295,22	20519,64	20295,22	20519,64	21427,52
	ano	1930	1933	1940	1972	1927	1927	1927	1930	1943	1930	1981
	nº anos	79	8	16	24	32	40	47	55	63	71	30
61052000 (3)	Q90	2,60	2,50	3,52	2,45	3,52	3,65	2,50	2,96	3,95	2,60	2,52
	média	33,35	28,38	33,01	35,93	32,98	33,69	32,63	34,53	33,18	33,28	34,26
	média + pro.	33,29	28,95	32,96	36,04	32,96	33,53	32,65	34,99	33,28	33,29	33,75
	ano	1957	1968	1987	1978	1987	1948	1995	1939	1982	1957	1980
	nº anos	79	8	16	24	32	40	47	55	63	71	30
61250000 (4)	Q90	1,41	1,97	2,11	1,61	1,41	1,91	1,84	1,41	1,84	1,67	1,43
	média	30,12	25,84	22,68	28,52	30,11	31,80	29,58	29,81	29,40	30,79	37,62
	média + pro.	29,97	18,17	21,79	26,23	29,97	31,72	29,65	29,97	29,65	30,64	38,63
	ano	1963	2006	1986	1999	1963	1938	1995	1963	1995	1948	1978
	nº anos	79	8	16	24	32	40	47	55	63	71	30
64465000 (5)	Q90	88,07	42,31	68,33	49,80	74,87	74,87	52,56	26,26	60,96	88,07	88,07
	média	805,84	947,37	770,67	928,13	839,14	819,19	784,87	753,27	719,81	805,73	797,95
	média + pro.	787,34	1013,18	723,64	937,56	848,46	848,46	836,58	734,12	723,64	787,34	787,34
	ano	1996	2009	2004	2005	1941	1941	1947	1963	1970	1996	1996
	nº anos	73	7	15	22	29	37	44	51	58	66	30
60850000 (6)	Q90	15,70	15,32	13,12	15,03	13,22	7,00	10,86	14,32	15,70	15,03	15,03
	média	214,26	184,20	274,10	203,30	232,95	211,10	224,95	210,23	218,56	208,41	204,21
	média + pro.	219,00	187,14	277,84	198,12	234,80	197,19	224,86	219,97	219,00	198,12	198,12
	ano	1973	1990	2003	1967	1961	1942	1999	1985	1973	1967	1967
	nº anos	73	7	15	22	29	37	44	51	58	66	30
62715000 (7)	Q90	86,38	52,88	74,89	24,98	51,84	79,35	61,82	61,82	86,38	40,97	67,34
	média	657,86	461,14	660,24	651,68	700,90	567,75	676,60	675,30	657,36	661,02	628,13
	média + pro.	653,00	475,00	641,00	645,78	691,00	571,00	673,00	673,00	653,00	668,00	625,00
	ano	1982	1984	1972	2015	1990	1987	1997	1997	1982	1981	1977
	nº anos	72	7	14	22	29	36	43	50	58	65	30
61122000 (8)	Q90	1,67	1,93	2,27	2,18	1,52	2,18	1,91	2,00	1,91	2,18	2,35
	média	59,71	70,22	50,44	57,12	66,53	55,49	62,58	56,81	61,37	57,99	53,81
	média + pro.	58,94	81,03	51,99	57,41	64,76	55,90	60,49	56,90	60,49	57,41	53,44
	ano	1995	1986	1962	1944	2001	1969	1996	1994	1996	1944	1978
	nº anos	72	7	14	22	29	36	43	50	58	65	30
61100000 (9)	Q90	2,10	1,29	1,46	1,72	1,55	1,72	1,87	1,83	1,72	1,87	1,72
	média	13,10	12,77	13,53	14,07	13,90	12,91	13,17	13,11	12,85	13,15	12,82
	média + pro.	13,13	12,75	13,58	14,15	13,94	12,89	13,17	13,42	12,89	13,17	12,89
	ano	1965	2001	1994	1958	1964	1980	2005	1982	1980	2005	1980
	nº anos	72	7	14	22	29	36	43	50	58	65	30
60150000 (10)	Q90	5,70	5,25	2,28	6,26	7,20	6,63	6,63	2,94	5,70	6,97	8,40
	média	88,11	76,23	80,40	100,93	81,82	95,15	89,22	88,60	87,65	88,71	84,50
	média + pro.	87,44	74,12	79,89	99,46	80,63	95,36	89,78	89,05	87,44	89,00	87,17
	ano	1994	1988	2014	2004	1956	1960	1977	1972	1994	1945	1985
	nº anos	68	7	14	20	27	34	41	48	54	61	30
65365000 (11)	Q90	1,86	1,15	2,20	0,84	0,97	1,54	1,86	1,66	1,73	1,86	2,20
	média	54,53	56,45	56,02	51,94	52,11	50,65	54,96	50,49	51,40	54,42	58,44
	média + pro.	54,42	60,41	58,99	48,70	52,80	51,85	54,42	49,49	50,81	54,42	58,99
	ano	2000	1984	1976	1988	1960	2012	2000	1954	1980	2000	1976
	nº anos	62	6	12	19	25	31	37	43	50	56	30
60635000 (12)	Q90	3,11	2,59	3,45	3,39	2,72	3,11	3,11	2,72	3,11	2,87	2,72
	média	35,67	34,80	36,93	35,37	37,54	35,09	35,02	37,75	35,24	36,16	37,67
	média + pro.	35,54	33,70	38,98	35,26	38,13	35,26	35,26	38,13	35,26	36,11	38,13
	ano	1986	1984	1975	1993	2001	1994	1994	2001	1994	2013	2001

Tabela 6 – Valores de $Q_{90\%}$ ($m^3.s^{-1}$), média da série, média mais próxima da média da série com seu respectivo ano e diferença percentual. Vazões máximas

(continuação)

	Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC	
nº anos	65	7	13	20	26	33	39	46	52	59	30	
60250000 (13)	Q90	12,15	7,40	19,07	15,34	12,15	12,82	8,55	7,40	12,15	15,21	15,85
média	166,86	167,44	179,80	164,02	167,95	160,89	162,22	158,50	167,16	168,79	172,15	
média + pro	166,09	157,44	180,82	157,44	165,12	160,70	162,23	157,44	166,09	170,46	172,42	
ano	2002	1954	1957	1958	2001	1969	1971	1954	2002	2004	1979	
nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30	
60130000 (14)	Q90	0,55	0,64	0,64	0,80	0,83	0,64	1,10	0,89	0,62	0,64	0,55
média	11,34	10,64	11,41	12,38	10,93	10,68	12,56	12,04	11,48	11,24	11,55	
média + pro	11,34	11,21	10,07	12,13	10,51	11,21	12,53	12,06	11,47	11,21	11,34	
ano	2001	2011	2010	1961	1970	2011	1989	2003	1959	2011	2001	
nº anos	61	6	12	18	24	31	37	43	49	55	30	
60265000 (15)	Q90	11,74	12,12	16,08	11,74	10,78	13,89	16,10	15,26	10,78	10,78	16,63
média	146,63	137,44	134,41	145,78	148,19	144,03	151,54	145,49	148,78	147,81	158,58	
média + pro	146,21	154,88	132,42	146,21	148,91	144,37	152,32	145,99	148,91	148,91	160,04	
ano	1959	1994	1993	1959	2012	1960	1965	1979	2012	2012	1982	
nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30	
60615000 (16)	Q90	0,40	1,91	0,55	0,40	1,54	1,16	1,54	1,47	0,40	1,47	1,16
média	19,42	20,70	18,60	19,45	20,49	18,05	21,01	20,21	19,24	19,67	17,57	
média + pro	18,61	22,10	17,44	18,61	20,67	17,50	20,67	20,51	18,61	20,51	17,50	
ano	1997	1995	1972	1997	1994	1981	1994	2011	1997	2011	1981	
nº anos	62	6	12	19	25	31	37	43	50	56	30	
60100000 (17)	Q90	0,49	0,49	0,49	0,63	1,31	0,49	1,01	1,01	0,49	0,71	0,40
média	15,36	15,58	14,63	16,49	15,94	14,42	14,75	14,77	15,31	15,65	13,35	
média + pro	15,44	15,44	15,44	16,27	16,30	15,44	14,62	14,62	15,44	15,71	13,37	
ano	2009	2009	2009	1991	1957	2009	1992	1992	2009	1967	1975	
nº anos	59	6	12	18	24	30	35	41	47	53	30	
60220000 (18)	Q90	12,04	8,67	10,50	9,89	11,84	13,47	13,47	12,04	8,67	12,04	8,91
média	324,58	357,15	264,02	308,46	368,31	320,90	333,85	319,69	354,84	320,44	291,30	
média + pro	311,48	354,83	233,83	306,00	367,06	338,48	338,48	311,48	354,83	311,48	293,90	
ano	1962	1967	1986	1995	1965	1982	1982	1962	1967	1962	1978	
nº anos	59	6	12	18	24	30	35	41	47	53	30	
60145000 (19)	Q90	1,29	0,67	0,80	1,39	1,33	0,38	0,75	0,67	1,14	1,29	0,76
média	9,71	9,05	9,57	10,68	9,34	9,92	9,41	9,44	10,24	9,72	11,07	
média + pro	9,92	8,99	10,51	10,83	9,94	8,99	9,95	8,99	10,31	9,92	11,11	
ano	1981	1978	1995	2002	2006	1955	2001	1978	2008	1981	1991	
nº anos	69	7	14	21	28	35	41	48	55	62	30	
40025000 (20)	Q90	3,21	5,47	3,29	3,20	4,05	5,30	4,05	4,05	4,31	3,00	5,30
média	94,63	120,23	102,63	79,95	92,99	101,38	92,91	92,70	88,89	95,35	106,67	
média + pro	96,22	119,13	102,38	83,76	92,58	99,91	92,58	92,58	89,79	96,22	99,91	
ano	1955	1958	2008	2005	1956	1982	1956	1956	2009	1972	1982	
nº anos	75	8	15	23	30	38	45	53	60	68	30	
40040000 (21)	Q90	1,68	1,78	1,33	1,78	1,89	2,05	2,32	1,80	1,78	2,32	1,59
média	44,67	41,39	42,77	44,90	45,12	43,48	45,17	43,62	44,87	45,33	44,80	
média + pro	44,71	46,22	41,92	44,92	45,74	43,97	45,34	43,55	44,92	45,34	44,40	
ano	1967	1973	1985	1942	1993	1949	1957	1976	1942	1957	1995	
nº anos	83	8	17	25	33	42	50	58	66	75	30	
40050000 (22)	Q90	34,48	32,83	23,12	40,66	34,48	34,48	42,89	42,89	37,4	42,89	36,49
média	545,56	470,57	521,99	582,91	555,24	549,69	535,85	540,22	541,64	536,83	600,90	
média + pro	554,48	461,60	524,18	564,36	554,48	554,48	533,63	533,63	526,80	533,63	603,07	
ano	1950	1968	1971	1980	1950	1950	1993	1993	1952	1993	1995	
nº anos	61	6	12	18	24	31	37	43	49	55	30	
40100000 (23)	Q90	70,57	61,78	76,31	91,65	32,79	58,42	67,68	58,42	66,60	91,65	72,23
média	925,85	834,27	1067,35	886,98	968,97	910,75	898,37	898,20	887,42	939,82	926,26	
média + pro	932,51	829,31	992,26	944,64	965,28	900,73	901,14	900,73	892,03	944,64	909,45	
ano	2006	1999	1962	1979	1971	1961	1968	1961	1994	1979	1967	
nº anos	80	8	16	24	32	40	48	56	64	72	30	
40150000 (24)	Q90	22,26	13,94	10,93	13,18	17,19	18,05	15,94	22,26	22,26	18,05	20,25
média	210,08	311,04	187,28	206,73	236,99	196,71	192,63	207,69	209,24	198,74	191,37	
média + pro	206,73	279,20	186,97	201,47	237,06	199,61	193,73	206,73	206,73	199,61	183,69	
ano	1982	1966	2003	1971	1987	1952	1945	1982	1982	1952	1967	

Tabela 6 – Valores de $Q_{90\%}$ ($m^3.s^{-1}$), média da série, média mais próxima da média da série com seu respectivo ano e diferença percentual. Vazões máximas

(continuação)

		Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC
40330000 (25)	nº anos	81	8	16	24	32	41	49	57	65	73	30
	Q90	40,37	53,09	34,45	34,45	41,53	40,99	48,89	40,04	40,99	40,04	61,81
	média	601,25	672,96	700,25	662,30	532,10	578,26	574,28	607,66	580,98	609,32	645,92
	média + pro	599,57	665,50	675,79	675,79	527,19	578,68	573,05	607,99	578,68	607,99	660,42
	ano	1977	2005	2003	2003	1996	1994	1952	1968	1994	1968	1980
40400000 (26)	nº anos	73	7	15	22	29	37	44	51	58	66	-
	Q90	7,50	8,72	6,71	12,93	7,28	6,83	7,85	12,49	7,50	7,50	-
	média	164,20	176,81	168,81	166,02	162,14	159,46	152,01	168,07	166,58	165,07	-
	média + pro	163,82	176,56	187,58	174,86	174,32	156,82	152,04	169,71	163,82	163,82	-
	ano	2011	2005	2003	1945	2006	1977	1969	1949	2011	2011	-
40680000 (27)	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
	Q90	5,46	3,55	2,74	2,69	2,56	0,97	2,69	3,32	2,69	2,90	2,02
	média	70,34	60,57	63,17	61,61	82,66	64,74	67,15	62,50	66,76	72,05	75,10
	média + pro	69,99	59,18	63,37	67,92	84,33	63,09	67,92	62,44	67,92	71,26	78,84
	ano	1944	1953	1969	1960	1977	2017	1960	1995	1960	1954	1964
40800001 (28)	nº anos	81	8	16	24	32	41	49	57	65	73	30
	Q90	17,49	32,15	7,77	33,39	40,25	28,92	32,15	33,39	41,00	17,49	32,15
	média	513,47	498,78	450,73	516,93	543,83	540,79	505,70	524,17	530,39	516,75	493,09
	média + pro	513,59	487,01	448,94	526,74	536,40	543,23	487,01	526,74	532,09	513,59	487,01
	ano	1971	1988	2017	2005	1980	1977	1988	2005	1982	1971	1988
40930000 (29)	nº anos	67	7	13	20	27	34	40	47	54	60	-
	Q90	4,35	2,47	4,53	2,21	4,35	3,95	3,97	3,24	2,21	3,97	-
	média	211,81	203,80	176,12	221,05	220,00	200,92	216,95	204,77	227,36	208,62	-
	média + pro	214,87	193,95	164,36	226,42	214,87	198,17	206,30	204,93	226,42	206,30	-
	ano	1978	2015	1950	1990	1978	1949	2005	2001	1990	2005	-
41250000 (30)	nº anos	81	8	16	24	32	41	49	57	65	73	30
	Q90	3,56	3,56	1,04	2,73	1,24	1,31	1,99	2,83	3,56	3,56	3,56
	média	105,70	107,15	68,59	82,89	93,85	90,00	121,38	111,15	105,27	105,30	106,65
	média + pro	104,86	104,86	68,71	84,64	91,94	89,93	124,50	111,75	104,86	104,86	104,86
	ano	1989	1989	1976	1939	1987	1955	2010	2006	1989	1989	1989
41300000 (31)	nº anos	81	8	16	24	32	41	49	57	65	73	30
	Q90	2,03	0,75	1,65	2,79	2,36	2,50	2,03	1,57	5,02	3,76	3,76
	média	133,38	118,05	109,91	105,78	138,28	143,61	132,34	139,90	136,75	126,12	124,72
	média + pro	130,91	116,37	111,38	110,55	138,87	146,10	130,91	139,77	136,20	126,56	126,56
	ano	1956	2016	2011	1951	2004	2002	1956	2007	1965	1982	1982
41340000 (32)	nº anos	68	7	14	20	27	34	41	48	54	61	-
	Q90	33,36	41,67	36,06	27,01	31,85	35,20	22,05	41,67	27,01	27,01	-
	média	591,30	642,88	680,82	586,09	567,24	587,98	645,05	564,41	588,21	581,31	-
	média + pro	602,10	566,56	744,12	576,63	549,64	562,15	626,44	566,56	576,63	576,63	-
	ano	2004	1966	1942	1969	1988	2005	2001	1966	1969	1969	-
41380000 (33)	nº anos	77	8	15	23	31	39	46	54	62	69	30
	Q90	0,46	2,56	2,51	2,60	1,42	1,42	1,76	1,59	1,42	0,46	2,56
	média	109,17	99,26	118,96	120,43	101,79	106,42	104,58	106,22	107,08	109,83	103,59
	média + pro	109,17	103,50	115,06	119,63	106,68	106,68	106,33	106,33	106,68	109,17	103,50
	ano	1964	1982	1947	1950	2008	2008	1973	1968	2008	1964	1982
41818000 (34)	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
	Q90	56,68	60,04	54,56	52,23	64,74	70,26	50,44	54,56	46,60	51,09	54,56
	média	1260,96	1223,02	1200,69	1106,97	1210,39	1158,63	1249,99	1223,26	1288,73	1272,66	1237,53
	média + pro	1261,75	1205,24	1226,91	1141,30	1211,13	1147,05	1250,27	1226,91	1285,90	1273,80	1226,91
	ano	1986	2000	1987	2004	1947	1946	2008	1987	2002	2003	1987
41990000 (35)	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
	Q90	87,56	63,16	67,81	53,10	60,53	101,56	103,47	87,56	32,73	54,31	87,36
	média	2146,91	2463,39	2622,93	1982,38	2002,63	2047,33	2061,06	2141,69	2099,15	2113,39	2212,70
	média + pro	2148,95	2116,53	2612,59	2047,45	1965,15	2020,12	2064,44	2148,95	2099,13	2113,45	2250,92
	ano	1984	1940	1962	2008	1964	1941	1944	1984	2016	2013	1966
42210000 (36)	nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
	Q90	656,95	898,18	650,46	769,44	898,18	650,39	717,93	768,68	744,61	717,93	597,50
	média	4068,40	4133,97	4294,35	4401,83	4077,45	3611,95	4272,37	3891,79	4164,83	4234,41	4447,09
	média + pro	4069,70	4114,48	4311,02	4395,40	4114,48	3701,38	4242,53	3827,98	4174,52	4242,53	4472,73
	ano	1991	1997	1968	1978	1997	2008	1966	2009	1981	1966	1967

Tabela 6 – Valores de $Q_{90\%}$ ($m^3.s^{-1}$), média da série, média mais próxima da média da série com seu respectivo ano e diferença percentual. Vazões máximas

(continuação)

	Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC	
nº anos	62	6	12	19	25	31	37	43	50	56	30	
42395000 (37)	Q90	48,42	25,18	52,48	39,26	47,90	48,23	22,51	48,23	48,23	48,23	22,51
média	752,66	733,51	826,93	776,52	696,63	733,55	783,50	750,77	750,01	737,31	813,20	
média + pro	740,84	583,61	893,85	771,53	710,63	740,84	785,85	740,84	740,84	740,84	785,85	
ano	1968	1976	1970	2003	1991	1968	1971	1968	1968	1968	1971	
nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30	
42600000 (38)	Q90	66,63	40,86	56,12	47,60	27,09	47,60	39,58	39,58	66,63	66,63	40,46
média	609,97	696,20	703,95	587,31	626,13	588,77	611,36	599,13	610,27	606,85	676,76	
média + pro	604,43	738,08	656,81	582,73	622,13	582,73	615,57	615,57	604,43	604,43	678,66	
ano	2006	1966	2005	1958	1977	1958	1988	1988	2006	2006	1990	
nº anos	63	6	13	19	25	32	38	44	50	57	30	
42690001 (39)	Q90	96,20	74,00	92,48	82,93	106,63	96,20	82,93	63,61	146,30	146,30	82,93
média	1404,90	1344,74	1222,26	1549,71	1497,09	1461,07	1334,46	1372,68	1437,84	1440,45	1585,88	
média + pro	1412,15	1270,72	1184,29	1567,01	1539,16	1412,15	1359,43	1382,80	1429,83	1429,83	1567,01	
ano	1968	1987	1960	1961	1974	1968	1967	1969	1981	1981	1961	
nº anos	67	7	13	20	27	34	40	47	54	60	30	
43200000 (40)	Q90	784,57	750,49	881,78	784,41	594,28	185,82	750,49	750,49	784,57	784,57	913,26
média	5554,29	5840,68	6008,60	6185,05	5214,05	5605,97	5644,56	5690,48	5516,65	5463,48	6246,24	
média + pro	5385,84	5767,61	5934,55	6123,66	5304,09	5375,60	5767,61	5767,61	5385,84	5385,84	6218,73	
ano	1973	1991	2005	1967	1990	1955	1991	1991	1973	1973	1966	
nº anos	95	10	19	29	38	48	57	67	76	86	30	
44200000 (41)	Q90	849,40	828,17	541,31	849,40	527,36	795,60	527,36	1085,76	965,99	819,99	1879,89
média	7294,84	7153,52	7646,49	7304,30	7400,27	7370,59	7410,68	7070,05	7106,55	7237,27	7812,67	
média + pro	7300,39	7659,58	7790,47	7300,39	7328,89	7186,83	7328,89	7059,88	7102,10	7286,16	7645,08	
ano	1994	1947	1933	1994	1961	1931	1961	1981	2005	1967	1966	
nº anos	85	9	17	26	34	43	51	60	68	77	30	
44500000 (42)	Q90	713,99	846,10	891,29	1046,00	1046,00	912,48	558,93	1046,00	713,99	713,99	1046,00
média	6412,52	6036,84	5490,54	6739,95	6723,33	6314,16	6499,79	6721,94	6419,23	6367,28	6690,81	
média + pro	6375,68	6076,93	5506,71	6642,87	6642,87	6279,51	6508,77	6642,87	6375,68	6375,68	6642,87	
ano	1935	1991	2004	1966	1966	2011	1942	1966	1935	1935	1966	
nº anos	71	7	14	21	28	36	43	50	57	64	30	
45131000 (43)	Q90	42,54	42,54	55,02	42,54	38,92	42,54	39,60	43,09	42,54	38,92	61,27
média	164,58	166,97	154,60	162,24	165,25	164,80	175,90	170,08	162,27	166,00	184,70	
média + pro	163,69	163,69	143,58	163,69	166,21	163,69	178,71	170,02	163,69	166,21	188,31	
ano	1999	1999	1993	1999	2004	1999	2000	1955	1999	2004	1980	
nº anos	86	9	17	26	34	43	52	60	69	77	30	
45298000 (44)	Q90	660,84	808,28	1015,31	808,28	852,57	1015,31	852,57	382,55	1238,89	1015,31	600,58
média	6922,40	6703,19	7393,58	6600,69	6888,70	7131,03	6856,09	6693,19	6842,13	7042,90	7286,41	
média + pro	6891,01	6624,14	7064,91	6624,14	6831,27	7064,91	6831,27	6653,54	6831,27	7064,91	7408,79	
ano	1964	1942	1993	1942	1935	1993	1935	1955	1981	1993	1961	
nº anos	65	7	13	20	26	33	39	46	52	59	30	
46150000 (45)	Q90	1134,38	1288,12	1164,91	1200,59	1134,38	1143,57	796,27	910,79	796,27	910,79	1384,32
média	6398,77	6428,02	5845,87	6096,18	6280,50	6676,99	6597,05	6529,69	6281,32	6428,25	7268,61	
média + pro	6320,14	6584,79	5915,43	6065,17	6320,14	6589,71	6601,28	6519,09	6260,41	6519,09	7247,19	
ano	2012	1970	2005	2011	2012	1994	1961	1964	1962	1964	1984	
nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30	
46360000 (46)	Q90	1190,37	1275,34	1275,34	1117,58	886,47	767,51	886,47	1907,97	1344,36	1344,36	1464,14
média	7062,06	5785,35	6173,88	6395,90	6768,55	7093,72	6785,23	7477,98	7300,03	7187,77	6531,00	
média + pro	7037,52	6156,16	6156,16	6186,09	6629,64	7124,33	6629,64	7676,94	7159,24	7159,24	6596,31	
ano	1993	2006	2006	2012	1962	1961	1962	1950	1984	1984	1981	
nº anos	82	8	16	25	33	41	49	57	66	74	30	
46550000 (47)	Q90	85,18	62,89	91,89	85,18	90,50	85,18	85,18	85,08	70,14	85,18	75,69
média	231,16	203,42	235,40	232,51	214,40	233,48	237,53	230,84	233,63	232,41	258,05	
média + pro	230,27	206,91	224,67	230,27	219,10	230,27	230,27	229,92	234,69	230,27	255,86	
ano	1981	1987	1953	1981	1939	1981	1981	1938	1983	1981	1973	
nº anos	76	8	15	23	30	38	46	53	61	68	30	
46650000 (48)	Q90	130,15	142,14	138,79	117,66	142,14	138,79	138,41	85,34	123,25	102,70	
média	325,28	339,45	305,39	309,77	336,79	312,19	324,23	323,38	318,66	328,82	349,52	
média + pro	325,65	337,27	312,87	313,98	337,27	312,87	323,47	323,47	317,21	326,75	360,22	
ano	2000	1983	1946	1942	1983	1946	1993	1993	2014	2004	1964	

Tabela 6 – Valores de $Q_{90\%}$ ($m^3.s^{-1}$), média da série, média mais próxima da média da série com seu respectivo ano e diferença percentual. Vazões máximas

(conclusão)

	Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC	
nº anos	66	7	13	20	26	33	40	46	53	59	30	
46675000 (49)	Q90	139,37	120,37	118,32	119,69	116,87	134,02	140,26	140,26	107,61	137,37	143,72
	média	294,02	290,26	303,11	288,50	298,33	299,09	299,99	301,49	290,71	291,86	312,00
	média + pro	293,75	275,23	307,86	295,69	295,05	299,50	302,32	302,32	289,83	293,75	315,00
	ano	1970	1995	1960	1959	1953	1993	1958	1958	2001	1970	1983
nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30	
46790000 (50)	Q90	74,39	61,13	57,37	75,15	62,66	90,34	57,95	75,57	74,39	74,39	57,95
	média	179,70	164,38	172,99	176,25	168,43	183,18	185,28	181,87	178,65	180,05	188,99
	média + pro	180,09	166,57	164,17	172,74	167,79	183,30	186,36	183,05	180,09	180,09	186,36
	ano	2005	1960	1962	1949	1969	1981	1968	1948	2005	2005	1968
nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30	
46830000 (51)	Q90	59,77	77,45	69,95	65,99	72,84	60,11	69,95	59,77	74,73	78,00	55,19
	média	183,21	218,18	181,73	165,32	188,21	178,80	180,92	183,45	191,93	185,85	200,62
	média + pro	181,76	202,73	180,45	164,86	194,38	179,21	180,45	181,76	192,42	187,40	200,98
	ano	2013	1994	2018	2014	1974	1968	2018	2013	2004	1988	1964
nº anos	84	8	17	25	34	42	50	59	67	76	30	
46902000 (52)	Q90	186,90	209,75	192,17	192,17	195,46	204,69	258,79	186,90	219,85	219,85	226,84
	média	464,74	473,64	472,69	473,02	472,41	480,83	484,33	464,95	457,81	459,07	500,03
	média + pro	466,83	450,98	468,47	468,47	470,98	480,43	486,43	466,83	453,47	453,47	501,45
	ano	2001	2006	1944	1944	1937	1970	1982	2001	1946	1946	1983
nº anos	90	9	18	27	36	45	54	63	72	81	30	
48020000 (53)	Q90	973,01	915,60	1477,35	915,60	834,53	834,53	1063,54	1905,60	973,01	973,01	1477,35
	média	5743,85	6705,08	5862,97	5682,91	5866,54	5841,00	6044,21	5514,50	5709,02	5735,15	6023,82
	média + pro	5730,43	5870,13	6201,71	5870,13	5883,07	5883,07	6010,81	5494,10	5730,43	5730,43	6201,71
	ano	1930	1932	1970	1932	1956	1956	1941	1985	1930	1930	1970
nº anos	73	7	15	22	29	37	44	51	58	66	30	
48290000 (54)	Q90	1230,31	1517,20	944,10	1230,31	1346,24	1165,03	713,48	1597,77	859,95	859,95	1843,89
	média	5326,06	5333,51	4821,51	5693,77	5546,07	5709,28	5109,15	5550,45	5444,64	5452,43	6254,92
	média + pro	5343,66	4868,57	5289,41	5592,38	5536,46	5648,68	5102,43	5563,28	5480,91	5480,91	6089,22
	ano	1967	1977	1962	1973	1974	1958	1955	1986	1971	1971	1984

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 7 – Resultados para a série de vazões médias anuais ($m^3.s^{-1}$)

(conclusão)

	Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC
nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
46360000 média	2549,30	2103,61	2248,04	2406,48	2512,07	2510,17	2441,76	2740,29	2627,52	4049,50	2405,13
(46) desvpad	1078,55	1192,77	926,13	1054,34	1073,18	1019,24	988,63	1115,82	1096,42	4238,29	696,39
teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A
nº anos	82	8	16	25	33	41	49	57	66	74	30
46550000 média	103,52	109,54	103,11	98,60	96,09	98,09	105,96	103,44	100,57	102,99	106,32
(47) desvpad	26,19	27,47	21,92	28,52	23,45	27,15	28,22	25,63	23,98	26,35	15,61
teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
nº anos	76	8	15	23	30	38	46	53	61	68	30
46650000 média	174,25	178,21	173,19	169,78	175,34	169,52	171,50	175,44	172,13	176,58	182,85
(48) desvpad	27,26	19,98	31,47	32,20	25,67	21,76	25,44	27,34	27,08	27,16	31,54
teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
nº anos	66	7	13	20	26	33	40	46	53	59	30
46675000 média	168,29	179,23	164,03	163,52	168,32	164,42	171,82	167,84	166,19	170,57	180,29
(49) desvpad	26,95	34,32	27,32	23,21	27,86	22,94	29,38	29,44	26,27	27,44	25,69
teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B
nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
46790000 média	92,37	85,51	88,00	92,88	88,54	94,04	93,77	92,03	92,16	92,58	94,81
(50) desvpad	12,20	10,39	11,68	11,46	9,06	11,49	11,62	12,93	11,83	12,17	15,00
teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
46830000 média	90,43	99,35	90,92	87,19	91,59	91,25	89,41	90,91	92,37	90,60	92,50
(51) desvpad	11,97	14,32	11,42	8,47	12,21	11,13	12,28	11,48	12,18	12,15	15,84
teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
nº anos	84	8	17	25	34	42	50	59	67	76	30
46902000 média	265,53	277,77	257,43	267,79	265,02	271,34	272,88	266,68	266,45	265,07	277,53
(52) desvpad	38,03	48,09	35,33	43,32	29,11	41,22	42,42	41,09	33,89	39,22	44,67
teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
nº anos	90	9	18	27	36	45	54	63	72	81	30
48020000 média	2468,87	2742,46	2429,03	2481,37	2509,35	2522,17	2563,38	2406,03	2492,73	2447,69	2573,98
(53) desvpad	872,24	1065,90	666,18	933,36	755,13	755,97	938,58	864,62	899,92	850,20	752,85
teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
nº anos	73	7	15	22	29	37	44	51	58	66	30
48290000 média	2278,36	2022,51	2005,10	2361,44	2385,52	2420,40	2196,69	2341,41	2279,95	2308,94	2510,26
(54) desvpad	823,04	879,96	1072,13	953,44	835,47	837,22	889,64	848,46	853,55	819,59	746,31
teste t	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 8 – Valores de $Q_{90\%}$ ($m^3.s^{-1}$), média da série, média mais próxima da média da série com seu respectivo ano e diferença percentual. Vazões médias

(continua)

		Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC
68100000 (1)	nº anos	97	10	19	29	39	49	58	68	78	87	30
	Q90	12555,67	9772,00	10733,00	12141,00	10008,59	11968,96	9136,19	11783,81	11987,93	12001,37	13097,00
	média	16360,54	14942,00	16886,84	17388,43	16467,44	16274,70	16729,81	15674,88	16110,07	16059,42	17893,97
	média + prc	16428,25	14391,72	17163,93	17744,27	16161,15	16161,39	16739,70	15594,38	16152,85	16014,99	17870,80
	ano	2002	2001	1972	1935	1930	1986	1928	2004	1975	2005	1976
64843000 (2)	nº anos	93	9	19	28	37	47	56	65	74	84	30
	Q90	5418,36	4241,00	4859,78	4859,78	7276,50	5418,36	7276,50	7944,89	7423,87	5418,36	7376,01
	média	10075,90	9314,68	9591,66	9729,29	10305,45	10068,54	10300,54	10009,09	10057,00	10156,42	10672,17
	média + prc	10114,93	9338,08	9468,06	9468,06	10347,70	10114,93	10347,70	10215,37	10006,83	10114,93	10612,10
	ano	1932	1951	1921	1921	1981	1932	1981	1987	1988	1932	1973
61052000 (3)	nº anos	79	8	16	24	32	40	47	55	63	71	30
	Q90	3,17	2,60	3,08	3,30	2,55	2,93	2,63	3,17	3,24	3,08	2,52
	média	5,45	4,80	5,42	5,66	5,18	5,50	5,26	5,53	5,59	5,34	5,72
	média + prc	5,41	4,70	5,34	5,65	5,19	5,34	5,27	5,41	5,65	5,34	5,67
	ano	2008	1936	1944	2013	1989	1969	1988	2008	1992	1944	1980
61250000 (4)	nº anos	79	8	16	24	32	40	47	55	63	71	30
	Q90	1,67	1,77	1,76	2,17	1,79	1,88	1,58	1,88	2,11	1,67	1,41
	média	3,90	3,91	3,34	3,67	3,85	3,86	4,05	3,87	3,77	3,90	3,87
	média + prc	3,90	3,99	3,26	3,70	3,83	3,87	4,09	3,51	3,76	3,90	3,88
	ano	1954	1945	2012	1991	1960	2011	1946	2011	1986	1954	1963
64465000 (5)	nº anos	79	8	16	24	32	40	47	55	63	71	30
	Q90	57,83	57,83	74,87	74,87	68,33	57,83	64,61	74,06	57,83	74,06	68,33
	média	167,55	199,19	179,17	185,42	175,49	173,02	172,98	168,38	156,01	169,73	191,63
	média + prc	167,58	193,80	186,70	186,70	172,80	167,58	171,45	168,79	156,12	168,79	195,16
	ano	1938	1954	1941	1941	2008	1938	1980	2014	1975	2014	2004
60850000 (6)	nº anos	73	7	15	22	29	37	44	51	58	66	30
	Q90	12,74	15,32	13,12	4,79	4,79	15,32	17,14	17,14	11,38	15,32	4,79
	média	36,32	36,74	42,23	37,73	38,97	35,43	36,93	37,35	36,45	35,74	38,71
	média + prc	36,72	35,37	42,66	38,64	38,64	35,37	37,78	37,78	37,17	35,37	38,64
	ano	1976	1990	2003	1964	1964	1990	1984	1984	1952	1990	1964
62715000 (7)	nº anos	73	7	15	22	29	37	44	51	58	66	30
	Q90	54,49	28,22	49,86	54,49	64,92	61,82	55,2	54,49	54,49	54,49	58,13
	média	137,82	104,95	140,29	133,20	141,29	123,25	131,44	141,25	135,75	138,30	146,71
	média + prc	140,23	106,00	148,08	140,23	143,17	125,17	131,75	140,23	140,23	140,23	143,67
	ano	2012	1949	1999	2012	1952	1997	1973	2012	2012	2012	1988
61122000 (8)	nº anos	72	7	14	22	29	36	43	50	58	65	30
	Q90	2,06	1,90	1,84	2,18	2,18	2,18	2,26	1,84	1,66	2,06	1,66
	média	5,12	4,48	4,91	4,96	5,08	4,99	5,26	4,94	5,22	5,11	5,21
	média + prc	5,11	4,38	4,80	5,06	5,06	5,06	5,29	4,80	5,21	5,11	5,21
	ano	1988	1973	1951	1969	1969	1969	2004	1951	1981	1988	1981
61100000 (9)	nº anos	72	7	14	22	29	36	43	50	58	65	30
	Q90	1,98	1,96	1,46	1,55	1,96	1,61	1,56	1,46	1,98	1,56	1,91
	média	3,51	3,25	3,32	3,52	3,67	3,50	3,52	3,41	3,50	3,53	3,63
	média + prc	3,50	3,66	3,31	3,54	3,66	3,47	3,52	3,38	3,50	3,52	3,60
	ano	1987	2011	1994	1964	2011	2007	1950	1995	1987	1950	1973
60150000 (10)	nº anos	72	7	14	22	29	36	43	50	58	65	30
	Q90	6,58	4,72	6,21	7,90	7,20	6,21	6,58	6,58	6,58	6,58	6,90
	média	14,09	12,69	13,70	14,57	13,39	13,81	14,10	14,18	13,98	14,34	14,78
	média + prc	14,12	12,99	13,60	14,76	13,40	13,60	14,12	14,12	14,12	14,12	14,77
	ano	1947	1997	1959	1952	1956	1959	1947	1947	1947	1947	1968
65365000 (11)	nº anos	68	7	14	20	27	34	41	48	54	61	30
	Q90	1,54	1,11	2,18	1,88	1,88	1,39	2,18	1,15	1,70	1,70	2,18
	média	5,24	5,57	5,28	5,18	5,23	4,85	5,28	4,95	5,14	5,02	5,08
	média + prc	5,22	5,88	5,28	5,31	5,31	4,85	5,28	4,88	5,05	5,05	5,28
	ano	2012	2007	1969	1971	1971	2008	1969	1984	1994	1994	1969
60635000 (12)	nº anos	62	6	12	19	25	31	37	43	50	56	30
	Q90	3,39	3,47	1,45	3,39	3,47	3,11	2,91	3,47	2,09	3,11	2,61
	média	6,85	6,97	6,41	6,83	7,20	6,92	6,83	7,14	6,76	6,92	7,45
	média + prc	6,83	7,15	5,90	6,83	7,15	6,91	6,81	7,15	6,77	6,91	7,41
	ano	1993	1960	1961	1993	1960	1996	1995	1960	2002	1996	1987

Tabela 8 – Valores de $Q_{90\%}$ ($m^3.s^{-1}$), média da série, média mais próxima da média da série com seu respectivo ano e diferença percentual. Vazões médias

(continuação)

		Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC
60250000 (13)	nº anos	65	7	13	20	26	33	39	46	52	59	30
	Q90	14,74	14,23	13,51	13,01	14,99	14,74	13,99	13,56	13,56	12,80	13,97
	média	29,80	25,10	34,36	29,92	30,34	29,43	29,23	29,79	30,44	29,69	31,12
	média + prc	29,82	28,04	34,17	30,55	31,22	29,82	28,67	30,38	30,38	29,55	31,53
	ano	1968	2005	2007	1959	1960	1968	2011	1950	1950	1986	1984
60130000 (14)	nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
	Q90	0,62	0,86	0,87	0,64	0,86	0,85	0,64	0,89	0,62	0,62	0,92
	média	2,03	2,05	1,95	2,14	2,11	1,89	2,18	2,12	2,05	2,02	2,08
	média + prc	2,02	2,12	1,91	2,16	2,12	1,91	2,16	2,12	2,05	2,02	2,09
	ano	1972	1974	2006	2008	1974	1984	2008	2003	2005	1972	1991
60265000 (15)	nº anos	61	6	12	18	24	31	37	43	49	55	30
	Q90	12,12	11,36	16,08	10,78	11,74	11,63	12,47	13,96	11,74	12,47	10,78
	média	28,22	21,37	29,58	26,44	27,58	27,82	29,48	29,11	27,98	28,33	28,35
	média + prc	28,17	23,40	31,95	26,28	28,08	27,75	29,53	29,26	28,08	28,30	28,17
	ano	1994	1995	1993	2012	1959	1950	2004	1972	1959	1968	1994
601615000 (16)	nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
	Q90	1,33	1,88	1,34	1,83	1,83	1,33	1,08	1,08	1,08	1,33	1,88
	média	2,82	3,52	2,62	2,80	2,96	2,78	2,83	2,75	2,75	2,85	3,33
	média + prc	2,82	3,34	2,62	2,97	2,97	2,82	2,77	2,77	2,77	2,82	3,34
	ano	1990	1993	2012	1989	1989	1990	1951	1951	1951	1990	1993
60100000 (17)	nº anos	62	6	12	19	25	31	37	43	50	56	30
	Q90	0,41	0,66	0,49	0,67	0,66	0,54	0,54	0,41	0,40	0,41	0,56
	média	1,64	1,79	1,86	1,64	1,74	1,56	1,57	1,65	1,56	1,63	1,69
	média + prc	1,65	1,77	1,86	1,72	1,77	1,58	1,58	1,65	1,58	1,65	1,70
	ano	1970	1993	2009	1961	1993	1997	1997	1970	1962	1970	1974
60220000 (18)	nº anos	59	6	12	18	24	30	35	41	47	53	30
	Q90	10,09	10,89	10,50	9,26	10,39	11,76	10,09	11,91	10,89	12,88	11,91
	média	28,24	28,97	26,68	26,27	28,45	28,76	28,57	27,82	29,01	27,60	27,83
	média + prc	28,33	29,29	24,91	26,49	28,39	28,62	28,33	27,45	29,29	27,71	27,45
	ano	1959	1981	1986	2012	1980	2013	1959	1973	1981	1993	1973
60145000 (19)	nº anos	59	6	12	18	24	30	35	41	47	53	30
	Q90	0,68	0,67	0,86	0,86	0,93	0,93	1,14	0,93	0,90	0,93	1,00
	média	1,70	1,60	1,75	1,75	1,73	1,74	1,64	1,69	1,75	1,70	1,83
	média + prc	1,71	1,63	1,79	1,61	1,68	1,68	1,67	1,68	1,79	1,68	1,84
	ano	1956	1978	1997	1973	1974	1974	2009	1974	2012	1974	2000
40025000 (20)	nº anos	69	7	14	21	28	35	41	48	55	62	30
	Q90	3,28	3,42	3,57	4,21	3,28	3,28	2,74	3,21	3,00	2,56	3,42
	média	8,83	9,66	9,13	7,93	8,94	9,03	8,40	8,72	8,57	8,90	9,92
	média + prc	8,85	9,81	8,75	7,90	8,85	8,85	8,31	8,70	8,60	8,87	9,81
	ano	1973	1985	1977	1980	1973	1973	1974	1940	1972	1993	1985
40040000 (21)	nº anos	75	8	15	23	30	38	45	53	60	68	30
	Q90	2,09	1,32	2,05	2,09	1,59	2,05	1,37	1,38	1,37	2,02	1,59
	média	5,48	4,95	5,29	5,54	5,62	5,29	5,49	5,17	5,53	5,59	5,57
	média + prc	5,53	4,80	5,32	5,53	5,59	5,32	5,54	5,11	5,54	5,59	5,59
	ano	2006	1972	1949	2006	1995	1949	1964	2002	1964	1995	1995
40050000 (22)	nº anos	83	8	17	25	33	42	50	58	66	75	30
	Q90	37,40	31,59	37,40	38,55	33,52	37,19	37,19	37,40	37,19	37,40	33,52
	média	107,21	91,54	109,96	114,54	110,27	107,58	107,12	107,99	104,45	106,65	112,98
	média + prc	107,04	84,51	107,04	116,05	112,27	107,73	107,73	107,04	104,17	107,04	112,27
	ano	1952	1969	1952	1935	1981	1977	1977	1952	2000	1952	1981
40100000 (23)	nº anos	61	6	12	18	24	31	37	43	49	55	30
	Q90	66,60	65,40	68,98	74,19	66,60	60,72	66,60	60,72	60,72	74,19	68,98
	média	222,94	218,05	238,28	224,01	228,99	219,37	222,65	217,02	220,33	225,07	235,57
	média + prc	225,47	203,26	234,67	230,56	225,47	218,37	225,47	218,37	218,37	230,56	234,67
	ano	1994	1978	1981	1972	1994	1960	1994	1960	1960	1972	1981
40150000 (24)	nº anos	80	8	16	24	32	40	48	56	64	72	30
	Q90	14,97	19,13	14,97	19,13	18,15	16,38	17,78	19,13	19,87	19,87	16,38
	média	35,88	34,27	35,35	34,30	37,95	34,08	34,57	36,52	35,53	35,51	34,21
	média + prc	35,97	34,32	35,97	34,32	38,56	34,35	34,72	35,99	35,63	35,63	39,49
	ano	1946	1995	1946	1995	1981	1968	1984	1996	2004	2004	1968

Tabela 8 – Valores de $Q_{90\%}$ ($m^3.s^{-1}$), média da série, média mais próxima da média da série com seu respectivo ano e diferença percentual. Vazões médias

(continuação)

		Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC
40330000 (25)	nº anos	81	8	16	24	32	41	49	57	65	73	30
	Q90	33,49	62,25	41,16	34,45	42,82	41,53	51,33	45,14	51,33	42,82	50,90
	média	97,81	114,28	103,48	91,15	96,68	92,96	97,91	97,41	98,88	96,72	106,30
	média + prc	98,21	119,54	103,59	92,63	97,14	94,46	98,72	98,38	98,72	97,14	107,63
	ano	1940	1957	2007	2003	1972	1996	1993	2000	1993	1972	1973
40400000 (26)	nº anos	73	7	15	22	29	37	44	51	58	66	-
	Q90	7,50	8,97	9,34	8,15	11,85	10,65	8,74	7,50	9,31	7,88	-
	média	25,53	24,99	25,32	24,41	25,65	25,30	26,41	25,38	26,84	25,84	-
	média + prc	25,50	22,64	25,14	25,07	25,72	25,20	26,53	25,50	26,65	25,80	-
	ano	2011	1989	1998	1991	1984	1942	1972	2011	1981	1999	-
40680000 (27)	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
	Q90	4,96	3,92	2,39	3,23	3,61	3,26	2,56	3,62	3,92	4,96	2,46
	média	8,23	7,55	8,48	7,90	8,07	8,48	7,81	8,13	8,07	8,30	8,89
	média + prc	8,32	8,03	9,14	8,12	7,99	8,55	7,73	8,13	8,03	8,32	8,81
	ano	1941	1976	1949	1981	2010	1972	1977	1994	1976	1941	2004
40800001 (28)	nº anos	81	8	16	24	32	41	49	57	65	73	30
	Q90	32,44	36,80	36,49	37,79	25,31	37,79	32,44	35,67	35,67	35,67	36,49
	média	81,15	86,78	78,95	82,30	91,43	85,33	80,72	81,45	81,87	81,87	84,58
	média + prc	81,65	89,37	85,77	84,31	91,68	84,31	81,65	82,29	82,29	82,29	85,77
	ano	1972	1950	1981	1947	2011	1947	1972	1957	1957	1957	1981
40930000 (29)	nº anos	67	7	13	20	27	34	40	47	54	60	-
	Q90	2,47	2,76	3,78	2,47	3,17	2,36	3,53	2,36	2,47	2,76	-
	média	18,17	16,15	18,98	17,60	19,74	17,49	18,36	17,63	18,23	18,00	-
	média + prc	18,16	18,03	20,94	18,16	19,91	17,62	18,36	17,62	18,16	18,03	-
	ano	2015	2019	1942	2015	1980	2010	1940	2010	2015	2019	-
41250000 (30)	nº anos	81	8	16	24	32	41	49	57	65	73	30
	Q90	3,75	2,11	2,87	3,58	2,47	3,43	2,34	1,58	2,35	2,96	3,56
	média	8,39	6,90	7,66	10,13	8,02	9,14	8,49	7,74	8,64	8,33	8,51
	média + prc	8,37	6,47	7,05	9,97	8,10	9,10	8,56	7,77	8,60	8,36	7,95
	ano	1947	1940	1993	2012	2002	1988	2004	1964	1995	1948	1989
41300000 (31)	nº anos	81	8	16	24	32	41	49	57	65	73	30
	Q90	2,61	3,25	2,91	3,64	3,76	3,25	3,76	2,52	2,61	3,25	3,17
	média	9,66	9,40	11,91	8,99	10,26	9,83	10,29	9,01	9,72	9,83	10,09
	média + prc	9,65	9,78	12,01	8,49	10,41	9,78	10,41	9,01	9,65	9,78	9,90
	ano	1977	1944	2003	1958	1939	1944	1939	1967	1977	1944	1988
41340000 (32)	nº anos	68	7	14	20	27	34	41	48	54	61	-
	Q90	25,86	25,85	32,75	25,97	35,20	25,85	43,86	25,86	31,64	25,85	-
	média	73,81	75,78	75,92	71,47	76,85	73,68	77,61	74,73	75,16	74,40	-
	média + prc	73,88	74,64	76,19	72,86	77,02	74,64	77,22	73,88	75,27	74,64	-
	ano	2008	2000	1951	1964	2005	2000	1947	2008	1986	2000	-
41380000 (33)	nº anos	77	8	15	23	31	39	46	54	62	69	30
	Q90	1,95	2,60	1,59	1,90	1,88	1,84	1,84	1,95	1,89	1,61	1,84
	média	6,58	7,01	5,08	7,26	6,08	6,58	6,78	6,56	6,91	6,62	6,76
	média + prc	6,61	7,97	4,91	7,34	5,86	6,71	6,71	6,61	6,86	6,61	6,71
	ano	2005	1951	1970	1996	1974	1988	1988	2005	1978	1960	1988
41818000 (34)	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
	Q90	64,74	50,48	58,17	58,30	58,30	51,09	35,88	70,38	58,17	46,60	62,01
	média	191,25	203,40	194,45	203,90	203,56	179,36	190,21	200,93	197,79	187,81	199,09
	média + prc	191,31	178,37	196,63	203,19	203,19	178,72	191,76	200,49	196,63	187,16	199,38
	ano	1947	1977	1978	1996	1996	2003	1964	1946	1978	2002	1988
41990000 (35)	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
	Q90	70,31	92,92	67,92	73,05	69,53	76,85	67,92	70,31	61,78	67,92	87,36
	média	306,61	406,70	327,94	285,91	294,45	293,83	312,76	306,59	311,09	313,57	319,66
	média + prc	304,10	406,72	314,80	286,36	293,29	290,47	314,80	304,10	316,47	314,80	319,40
	ano	1994	1942	2000	2006	1996	1986	2000	1994	2011	2000	1966
42210000 (36)	nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
	Q90	597,82	556,20	592,81	769,44	741,11	741,11	597,82	332,62	650,46	650,46	592,48
	média	1130,06	956,68	1043,36	1243,74	1093,41	1091,47	1133,88	1172,45	1151,24	1146,32	1211,72
	média + prc	1130,06	946,30	1031,46	1285,82	1090,89	1090,89	1130,06	1171,01	1150,80	1150,80	1252,39
	ano	1967	1972	2002	1978	1984	1984	1967	1962	1968	1968	1973

Tabela 8 – Valores de $Q_{90\%}$ ($m^3.s^{-1}$), média da série, média mais próxima da média da série com seu respectivo ano e diferença percentual. Vazões médias

(continuação)

		Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC
	nº anos	62	6	12	19	25	31	37	43	50	56	30
42395000 (37)	Q90	48,31	52,22	48,31	58,39	32,51	36,41	48,31	43,80	32,51	48,31	47,95
	média	158,09	152,48	166,65	136,15	149,66	145,61	158,11	161,30	149,83	155,86	168,15
	média + prc	154,64	151,68	154,64	132,96	148,98	144,91	154,64	162,93	148,98	154,64	179,51
	ano	1968	1993	1968	1984	1964	2012	1968	2000	1964	1968	1986
	nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
42600000 (38)	Q90	47,60	29,29	47,60	57,84	37,38	38,13	47,60	38,13	37,38	47,60	46,23
	média	110,05	105,99	109,61	118,62	107,44	107,10	108,02	111,73	109,63	109,96	117,89
	média + prc	110,56	101,96	110,56	114,13	109,28	110,60	110,56	110,60	109,28	110,56	117,34
	ano	1958	1967	1958	2009	1993	1968	1958	1968	1993	1958	1974
	nº anos	63	6	13	19	25	32	38	44	50	57	30
42690001 (39)	Q90	131,07	96,20	82,93	80,86	109,97	131,07	131,07	91,53	80,58	131,07	82,93
	média	326,26	341,96	293,53	337,03	345,66	328,27	318,11	330,92	321,18	324,83	349,29
	média + prc	320,33	312,21	286,40	335,02	344,90	320,33	320,33	332,81	318,48	320,33	346,20
	ano	2009	1968	1967	1989	1993	2009	2009	1986	2000	2009	1961
	nº anos	67	7	13	20	27	34	40	47	54	60	30
43200000 (40)	Q90	738,58	656,71	629,98	784,41	318,82	738,58	758,63	318,82	892,09	738,58	910,33
	média	1522,46	1266,52	1445,10	1583,19	1468,95	1515,01	1426,91	1458,43	1508,05	1512,38	1693,71
	média + prc	1519,29	1274,91	1362,10	1597,37	1487,06	1519,29	1408,63	1487,06	1496,10	1519,29	1725,84
	ano	1993	1975	1977	1967	1962	1993	1974	1962	1984	1993	1968
	nº anos	95	10	19	29	38	48	57	67	76	86	30
44200000 (41)	Q90	980,70	711,63	847,40	640,63	964,35	863,05	980,70	980,70	912,54	980,70	937,33
	média	1851,91	1753,36	2139,17	2289,74	1967,37	1948,00	1829,95	1842,46	1854,90	1844,51	1985,91
	média + prc	1845,90	1776,45	2050,22	2242,72	1957,51	1952,92	1845,90	1845,90	1862,88	1845,90	1983,88
	ano	2000	2000	1973	1929	2004	1991	2000	2000	2012	2000	1968
	nº anos	85	9	17	26	34	43	51	60	68	77	30
44500000 (42)	Q90	973,40	842,52	549,88	1005,06	842,52	973,40	618,35	539,52	939,39	901,86	1005,06
	média	1908,61	1991,36	1858,20	1757,47	1817,20	1892,34	1902,35	1980,69	1940,14	1898,40	2019,57
	média + prc	1904,24	1809,55	1844,77	1791,71	1809,55	1904,24	1874,94	1971,89	1957,25	1917,46	2016,54
	ano	2000	1967	1941	1984	1967	2000	1950	1944	1970	2012	1986
	nº anos	71	7	14	21	28	36	43	50	57	64	30
45131000 (43)	Q90	46,60	43,78	42,54	45,89	44,48	44,48	52,29	43,09	46,60	46,60	52,29
	média	63,59	63,80	61,03	61,69	65,70	64,77	66,75	62,20	63,83	63,85	70,53
	média + prc	63,49	62,51	61,99	61,71	64,45	64,45	67,09	62,34	63,49	63,49	70,07
	ano	1959	1965	1998	1972	1973	1973	1990	1955	1959	1959	1985
	nº anos	86	9	17	26	34	43	52	60	69	77	30
45298000 (44)	Q90	705,93	1015,31	913,64	762,25	1105,06	1001,12	705,93	1105,06	695,35	695,35	601,18
	média	2156,61	2010,90	1974,60	2279,72	2087,45	2056,58	2160,31	2098,57	2142,27	2128,25	2235,59
	média + prc	2154,82	1947,50	1982,08	2265,76	2084,77	2037,68	2154,82	2084,77	2133,61	2133,61	2242,11
	ano	1944	1993	1967	1933	2000	2012	1944	2000	1940	1940	1961
	nº anos	65	7	13	20	26	33	39	46	52	59	30
46150000 (45)	Q90	796,27	1417,09	1255,88	1201,20	765,36	1199,26	1109,96	796,27	1252,82	863,36	1499,60
	média	2259,86	2839,43	2387,62	2344,86	2478,03	2243,11	2112,27	2246,56	2308,04	2238,18	2489,67
	média + prc	2261,51	2661,41	2351,27	2344,77	2462,84	2284,64	2125,09	2261,51	2311,17	2243,25	2432,11
	ano	1961	2009	1993	2011	1960	2006	1967	1961	1958	1956	1975
	nº anos	60	6	12	18	24	30	36	42	48	54	30
46360000 (46)	Q90	1253,73	1072,17	1275,34	1275,34	1139,71	767,51	1275,34	772,04	1308,18	1308,18	1275,34
	média	2549,30	2103,61	2248,04	2406,48	2512,07	2510,17	2441,76	2740,29	2627,52	4049,50	2405,13
	média + prc	2547,03	1974,28	2459,18	2459,18	2519,09	2542,17	2459,18	2727,10	2584,84	2584,84	2459,18
	ano	1954	2003	2006	2006	1994	1961	2006	1960	2004	2004	2006
	nº anos	82	8	16	25	33	41	49	57	66	74	30
46550000 (47)	Q90	79,46	78,89	70,14	65,61	74,21	71,74	75,69	79,46	70,14	79,46	75,69
	média	103,52	109,54	103,11	98,60	96,09	98,09	105,96	103,44	100,57	102,99	106,32
	média + prc	103,56	105,77	101,49	97,23	97,23	97,33	106,10	103,56	101,49	103,56	106,10
	ano	1982	1961	1983	1975	1963	1990	1973	1982	1983	1982	1973
	nº anos	76	8	15	23	30	38	46	53	61	68	30
46650000 (48)	Q90	128,85	121,13	126,78	139,85	141,54	129,78	128,85	121,48	126,78	117,05	130,97
	média	174,25	178,21	173,19	169,78	175,34	169,52	171,50	175,44	172,13	176,58	182,85
	média + prc	173,22	179,16	172,61	171,38	176,21	170,58	173,22	176,05	172,61	176,25	185,24
	ano	1975	2005	1943	1984	1950	1969	1975	1960	1943	1999	1968

Tabela 8 – Valores de $Q_{90\%}$ ($m^3.s^{-1}$), média da série, média mais próxima da média da série com seu respectivo ano e diferença percentual. Vazões médias

(conclusão)

		Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	NC
46675000 (49)	nº anos	66	7	13	20	26	33	40	46	53	59	30
	Q90	126,16	134,02	131,01	131,01	124,30	125,47	118,32	124,30	136,47	120,37	136,10
	média	168,29	179,23	164,03	163,52	168,32	164,42	171,82	167,84	166,19	170,57	180,29
	média + prc	168,36	174,55	161,83	161,83	168,21	163,14	171,88	168,21	166,21	170,65	179,84
	ano	1987	1993	1972	1972	1973	1976	1960	1973	1984	1995	1974
46790000 (50)	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
	Q90	73,43	61,13	65,88	67,21	68,91	76,42	76,42	73,43	77,49	67,21	81,42
	média	92,37	85,51	88,00	92,88	88,54	94,04	93,77	92,03	92,16	92,58	94,81
	média + prc	92,33	83,43	87,05	92,77	88,37	94,20	94,20	92,33	92,28	92,77	95,13
	ano	1996	1960	1957	2011	2001	1950	1950	1996	1987	2011	1972
46830000 (51)	nº anos	78	8	16	23	31	39	47	55	62	70	30
	Q90	74,64	77,53	66,50	70,06	66,75	66,50	72,00	74,64	66,50	74,64	77,27
	média	90,43	99,35	90,92	87,19	91,59	91,25	89,41	90,91	92,37	90,60	92,50
	média + prc	90,43	103,82	92,50	86,94	89,69	92,50	89,51	90,43	92,50	90,43	93,53
	ano	1993	1994	2011	2006	2005	2011	2001	1993	2011	1993	1987
46902000 (52)	nº anos	84	8	17	25	34	42	50	59	67	76	30
	Q90	182,62	216,94	253,75	185,36	172,59	216,94	203,07	199,58	186,75	172,59	203,54
	média	265,53	277,77	257,43	267,79	265,02	271,34	272,88	266,68	266,45	265,07	277,53
	média + prc	265,91	272,37	257,47	268,27	264,75	272,37	272,51	266,69	266,42	264,75	276,99
	ano	1960	1950	1944	1999	2009	1950	1995	1966	1936	2009	1968
48020000 (53)	nº anos	90	9	18	27	36	45	54	63	72	81	30
	Q90	930,61	1905,60	1299,24	1845,24	963,28	1828,74	973,01	1845,24	1828,74	930,61	2030,16
	média	2468,87	2742,46	2429,03	2481,37	2509,35	2522,17	2563,38	2406,03	2492,73	2447,69	2573,98
	média + prc	2457,39	2660,63	2355,04	2383,51	2555,63	2540,22	2572,74	2383,51	2540,22	2457,39	2574,96
	ano	1938	1985	1974	1994	1933	1993	1930	1994	1993	1938	1984
48290000 (54)	nº anos	73	7	15	22	29	37	44	51	58	66	30
	Q90	1487,53	1517,20	1419,28	1092,65	1092,65	1165,96	912,90	967,97	1487,53	1487,53	1598,89
	média	2278,36	2022,51	2005,10	2361,44	2385,52	2420,40	2196,69	2341,41	2279,95	2308,94	2510,26
	média + prc	2308,64	2039,52	2095,04	2382,07	2382,07	2398,87	2223,30	2334,96	2308,64	2308,64	2501,32
	ano	1985	1977	2012	1963	1963	1958	1956	1951	1985	1985	1986

Fonte: Do autor (2021).