

LEVANTAMENTO DOS INDICADORES DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO RIO ITAPETININGA – SP UTILIZANDO O SOFTWARE LIVRE R

Profª Me. Flávia Morini Garcia

flavia.garcia@fatecitapetininga.edu.br

Fatec Itapetininga – SP

Profª Me. Sinara Oliveira Dal Farra

sodalfarra@hotmail.com

UFSCAR Lagoa do Sino, Buri- SP

Prof. Dr. Henrique Ewbank de Miranda Vieira

henrique.ewbank@unesp.br

UNESP Sorocaba– SP

RESUMO: O planejamento de uso dos recursos hídricos pelos órgãos gestores necessita de informações que permitam a avaliação do comportamento hidrológico da bacia. Para isso é necessário avaliar as vazões fluviométricas e pluviométricas das Bacias. Desta maneira, o presente estudo teve por objetivo estimar, por meio da curva de permanência, a distribuição das vazões para o Rio Itapetininga, pertencente à Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema, a partir de dados de vazões obtidos junto ao posto fluviométrico Porto Velho, no período de 1947 a 2020. Os dados das séries históricas foram tratados com o *software* livre R. O valor de vazão mínima ano para o tempo de retorno de 10 anos foi de 4,61 m³/s e a vazão máxima para 50, 100 e 200 anos foram de 245,92; 285,62 e 325,33 m³/s, respectivamente. Além disso, foi possível identificar uma correlação estatística (0,53) entre as vazões médias mensais (m³/s) e o índice pluviométrico (mm).

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica. Curva de Permanência. Recursos Hídricos.

WATER AVAILABILITY INDICATORS OF RIO ITAPETININGA – SP USING OPEN SOURCE SOFTWARE R

ABSTRACT: The planning of the use of water resources by the management bodies needs information that allows the assessment of the hydrological behavior of the basin. For that, it is necessary to evaluate the fluviometric and pluviometric flows of the Basins. Thus, the present study aimed to estimate through the permanence curve the flow distribution for the

Itapetininga River belonging to the Alto Paranapanema Hydrographic Basin based on flow data obtained from the Porto Velho river station in the period from 1947 to 2020. Historical series data were treated with open source software R. The minimum flow rate per year for the 10 years return time was 4.61 m³/s and the maximum flow for 50, 100 and 200 years were 245.92; 285.62 and 325.33 m³/s, respectively. In addition, it was possible to identify a statistical correlation (0.53) between the average monthly flows (m³/s) and the pluviometric index (mm).

Keywords: Hydrographic Basin. Permanence Curve. Water Resources.

1 INTRODUÇÃO

Uma bacia hidrográfica pode ser considerada um ente sistêmico onde se desenvolvem as atividades humanas sendo estas urbanas, industriais, rurais ou de preservação, portanto, o seu comportamento é consequência das formas de ocupação do território e da utilização das águas que ali convergem (PORTO; PORTO, 2008).

As ações antrópicas são responsáveis por alterações significativas nas bacias hidrográficas, pois atuam diretamente, tanto quantitativamente quanto qualitativamente,

sobre os processos hidrológicos. Na maioria dos casos, essas alterações são percebidas quando há ocorrência de eventos hidrológicos extremos, ocasionando secas severas, inundações, destruições, produção de sedimentos nas bacias, diminuição na qualidade da água, além de interferir severamente na agricultura (ANDRADE *et al*, 2013).

Segundo Germano e Sotério (2011), as vazões mínimas representam o limite de exploração de uma Bacia, considerando a demanda prevista e a manutenção do fluxo residual para jusante, de acordo com os preceitos da legislação que regulamenta os processos de outorga para uso da água.

Neste contexto, o objetivo deste estudo é avaliar a disponibilidade hídrica do Rio Itapetininga, por meio de um banco de dados das médias diárias de vazão fluviométrica, no período de 1947 a 2020, utilizando estatística descritiva; avaliar os quantis Q50, Q90, Q95 utilizando a curva de permanência; estudar os valores das vazões mínimas e máximas utilizando a Distribuição de Gumbel e verificar se existe correlação entre as vazões médias mensais e o índice pluviométrico (mm) da Bacia fornecendo, assim, informações para o melhor planejamento e uso racional dos recursos hídricos da bacia em estudo.

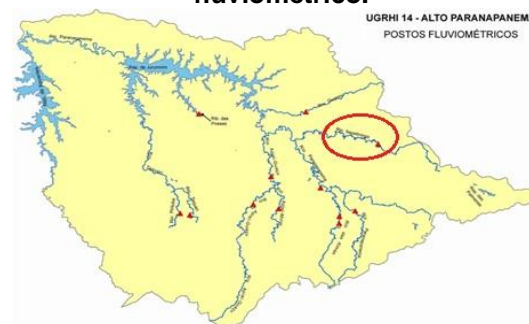
2 METODOLOGIA

Para este estudo utilizou-se o banco de dados do Rio Itapetininga pertencente a Bacia do Alto do Paranapanema disponível no Portal do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo – DAEE. Utilizou-se

ainda as séries históricas das vazões fluviométricas diárias, das vazões médias fluviométricas mensais, das vazões médias máximas e mínimas anuais e das vazões médias pluviométricas mensais no período de 1947 a 2020.

A unidade hidrográfica de gerenciamento de recursos hídricos – UGRHI para os dados fluviométricos é a Alto do Paranapanema com prefixo 5E-006, no trecho de latitude 23° 37' 35" e longitude 48° 06' 19", conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Bacia do Rio Itapetininga, posto fluviométrico.



Fonte: DAEE (2020)

Para a UGRHI dos dados pluviométricos manteve-se a Alto do Paranapanema com prefixo E5-015, no trecho de altitude 650 m em latitude 23° 34' 46" e longitude 48° 02' 36", conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Bacia do Rio Itapetininga, posto pluviométrico.



Fonte: DAEE (2020)

As séries históricas da vazão foram tabuladas em planilha eletrônica e tratadas no *software*. Para avaliar os dados com o *software* Livre R, foi necessário utilizar as seguintes bibliotecas (*libraries*):

- Fdth foi utilizado para analisar as frequências da vazão média diária (m^3/s) no intervalo desejado (FARIA; JELIHOVSCHI; ALLAMAN, 2020);
- Dplyr foi utilizado para ordenar a série histórica de modo crescente ou decrescente, conforme a necessidade da análise (HADLEY *et al*, 2020);
- Nortest foi utilizado para realizar os testes de normalidade da série histórica (JUERGEN; UWE, 2015).

Para a análise de normalidade estatística dos dados de vazões médias diárias foram realizados os seguintes testes: Lilliefors; Anderson-Darling; Teste de Normalidade de Pearson e Komogorov-Smirnov. Ainda para a análise de normalidade estatística dos dados de vazões médias mensais (m^3/s) e pluviométricos (mm) foram realizados os seguintes testes: Shapiro-Wilk; Shapiro-Francia; Anderson-Darling e Teste de Normalidade de Pearson. Para avaliar a existência de correlação entre os dados de vazões médias mensais e os dados pluviométricos foi realizado o Teste de Correlação de Pearson.

Para obter a curva de permanência, os dados de vazão média diária (m^3/s) da série histórica em estudo foram dispostos em ordem decrescente. Na sequência, calculou-se o número de intervalo de classes (N), utilizando a Equação (1):

$$N = \sqrt{n} \quad (1)$$

Posteriormente, calculou-se a amplitude do intervalo de classe (K), utilizando a Equação (2):

$$K = \frac{A}{N} \quad (2)$$

Onde:

N = número de intervalo de classes;

A = amplitude da variação das vazões ($Q_{\max.} - Q_{\min.}$);

n = número de dados de vazões médias;

K = amplitude do intervalo de classe.

A partir desses dados definiu-se as frequências das vazões médias diárias para cada intervalo de classe. Calculou-se as frequências relativas e frequências relativas acumuladas (%) e fez-se um gráfico do intervalo de classe inferior em função da frequência relativa acumulada (%) onde foi possível avaliar os valores de vazão nos percentis de interesse.

No método de Gumbel, a vazão máxima de cada ano da série histórica é ordenada de modo decrescente. O ideal para a aplicação de Gumbel é ter uma série com ao menos 30 anos de dados.

É aplicado para estimativas através das séries históricas de valores extremos de vazão (máximos e mínimos), os valores prováveis de vazão máxima ou mínima em uma determinada bacia hidrográfica, conforme apresentado pela Equação (3):

$$Pr(x) = \frac{Mo}{n} \quad (3)$$

Onde:

Pr = é a probabilidade (entre zero e 1);

Mo = número de ordem da série histórica;

n = número de ocorrências da série histórica.

Assim, a probabilidade das ocorrências dos dados da série será representativa de uma amostra real da população. O método de Gumbel considera os dados hidrológicos como aleatórios e infinitos, porém para a sua aplicação é necessário considerar a transformação que considera os dados finitos, assim tem-se as Equações (4) e (5):

$$Pr(x) = \frac{Mo}{n + 1} \quad (4)$$

$$Pr(x) = \frac{1}{Tr} \quad (5)$$

Substituindo a Equação (5) na Equação (4), obtém-se a Equação (6):

$$Tr = \frac{n + 1}{Mo} \quad (6)$$

Onde Tr é o tempo de retorno, em anos. O cálculo da vazão máxima para um tempo de retorno de 50, 100 e 200 anos foi realizado da seguinte forma:

- Calculou-se a série de tempo de retorno utilizando a Equação 6;
- Listaram-se as vazões médias anuais máximas em ordem decrescente;
- Aplicou-se o logaritmo de base exponencial nos dados de tempo de retorno;
- Construiu-se um gráfico da vazão máxima (m^3/s) x Tempo de Retorno (anos) com logaritmo aplicado;

- Por meio da aplicação de regressão linear, calculou-se as vazões máximas para um tempo de retorno de 50, 100 e 200 anos.

Em seguida, o cálculo da vazão mínima para um tempo de retorno de 10 anos foi realizado da seguinte forma:

- Calculou-se a série de tempo de retorno utilizando a Equação (6);
- Listou-se as vazões médias anuais mínimas em ordem crescente;
- Aplicou o logaritmo de base exponencial nos dados de tempo de retorno;
- Construiu-se um gráfico da vazão mínima (m^3/s) x Tempo de Retorno (anos) com logaritmo aplicado;
- Através da aplicação de regressão linear, calculou-se a vazão mínima para um tempo de retorno de 10 anos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Quando existe a necessidade de efetuar o uso do corpo d'água, podendo impactá-lo nas suas características físicas, químicas e biológicas locais ou à jusante, um estudo para a determinação da chamada vazão de referência deve ser realizado. A Resolução N° 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, define a vazão de referência como a vazão utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional

do Meio Ambiente e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A vazão de referência de um corpo hídrico comumente estará no período de estiagem do curso d'água em questão (CAVALCANTE, 2017).

É reconhecido que a bacia hidrográfica deve ser entendida como um sistema interligado, sendo que a subdivisão de grandes bacias em bacias menores (sub-bacias) facilita o diagnóstico e o monitoramento ambiental, permitindo a correlação das análises da qualidade da água com a dinâmica do uso e ocupação do solo, bem como a delimitação de áreas críticas e a identificação de processos impactantes (MORAES; LORANDI, 2016).

Uma bacia hidrográfica tem como resposta à precipitação que ocorre sobre si, a vazão no tempo, que representa a integração dos efeitos da precipitação, tipo e uso do solo, geologia e a morfologia da bacia (CRUZ; TUCCI, 2008).

O Rio Itapetininga é a principal fonte de abastecimento pública da população urbana da cidade de Itapetininga – SP, localiza-se na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI 14, pertencente à Bacia do Alto Paranapanema, localizado na região sudoeste do Estado de São Paulo. A bacia é composta por 34 municípios e é a maior do Estado de São Paulo, com 22.738,2 km² de área territorial (BARROS, 2019).

Em hidrologia, a curva de permanência é largamente utilizada para ilustrar o padrão de variação das vazões. Segundo Cruz e Tucci (2008), a curva de permanência é uma função que corresponde à oferta de vazões, assim pode-se estimar a disponibilidade de acordo com às demandas de uma Bacia. De acordo

com Ruthes (2017), para a construção das curvas de permanência de vazão, podem ser adotadas diferentes unidades de tempo, como as curvas de longo período, onde utiliza-se a série histórica diária, as curvas de permanência anuais, criadas para cada ano do período em estudo, as curvas de permanência mensais, elaboradas para cada mês da série histórica e as curvas de permanência sazonais com base nas estações do ano.

De modo geral, a curva de permanência de vazões de uma dada seção fluvial, onde dispõe-se de n dias de registros fluviométricos, pode ser construída da seguinte maneira: 1) ordenar as vazões em ordem decrescente; 2) atribuir a cada vazão ordenada a sua respectiva ordem de classificação; 3) associar a cada vazão ordenada a sua respectiva frequência de ser igualada ou superada e 4) lançar em um gráfico as vazões ordenadas e suas respectivas porcentagens no intervalo de tempo considerado (NAGHETTINI; PINTO, 2007).

A outorga de direito de uso tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo desses usos da água, bem como o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos (ANA, 2020). A Lei nº 9.433 (BRASIL, 1997) institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e define os aspectos de gerenciamento desses recursos, utilizando a definição de bacia hidrográfica como unidade de gestão e estudo. Fiscalizar os usos de recursos hídricos nos corpos de água de domínio da União é uma das atribuições institucionais na Agência Nacional de Águas (KOEFFENDER, 2015).

A partir da curva de permanência são estabelecidos os quantis. O quantil indica que a vazão foi superada por uma porcentagem do tempo. Quando se fala em Q50 (mediana) é equivalente a dizer que a vazão se manteve igual ou superior em 50 % do tempo. Da mesma maneira com Q90 e Q95. A vazão Q90 é utilizada como referência para a legislação na área de ambiente de recursos hídricos, já a Q95 é utilizada para definir a energia assegurada de uma usina hidrelétrica.

Segundo Cotta, Correa e Albuquerque (2016), a distribuição Gumbel de valores extremos é amplamente utilizada em várias áreas do conhecimento para modelar os valores máximos de ocorrência de um determinado fenômeno de interesse.

De acordo com Tucci (2001), o dimensionamento de obras hidráulicas, principalmente drenagens urbanas, passa pelo estudo de vazões extremas. A distribuição de Gumbel é aplicada com o interesse de estudar os valores máximos e mínimos prováveis de vazão, no caso de estudos hidrológicos.

Para vazão máxima os valores são ordenados no sentido decrescente e para vazões mínimas os valores são ordenados no sentido crescente; a parte que trata dos valores máximos menos frequentes é do tipo exponencial. Dessa forma, pode-se calcular a intensidade do fenômeno para valores padrões (TUCCI, 2001).

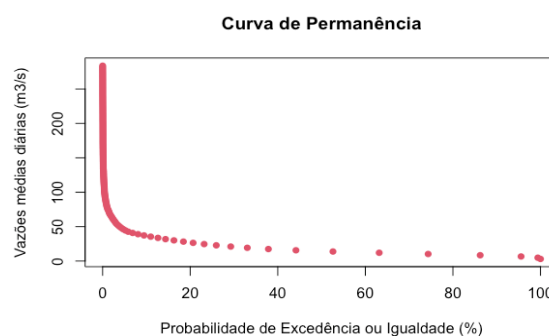
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação dos testes de normalidade observou-se que todas as séries históricas

analisadas não apresentaram uma distribuição normal dos dados, ou seja, os dados são não paramétricos.

A primeira análise realizada foi a comparação entre a Curva de Permanência utilizando os dados das vazões médias diárias (m^3/s) disponibilizadas pelo banco de dados do DAEE. A Figura 3 apresenta a Curva de Permanência obtida.

Figura 3 – Curva de permanência para as vazões médias diárias em m^3/s .



Fonte: Elaboração própria (2020)

Utilizando a curva de permanência, calcularam-se as vazões nos quantis Q90% e Q95%; 14,22 e 13,95 m^3/s , respectivamente.

Em 90% do tempo a vazão para o Rio Itapetininga foi igual ou maior que 14,22 m^3/s , ou seja, representa o complemento da função distribuição cumulativa de probabilidade de vazões ou a probabilidade de excedência das vazões.

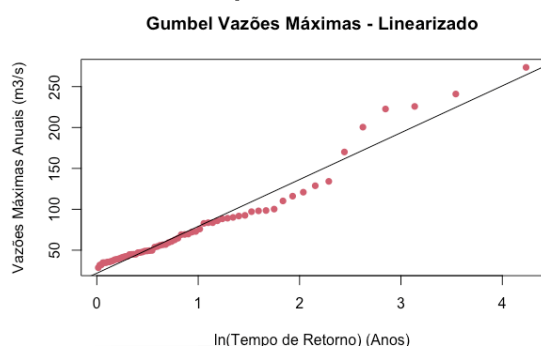
Com os resultados obtidos não foi possível observar uma diferença muito elevada para as vazões do Q90% e Q95%, entretanto, a utilização de dados de vazões médias diárias é sempre mais interessante em termos estatísticos, pois traz uma representação maior da série histórica de dados. Ou seja, é importante destacar a importância da

implementação da sazonalidade que se pode analisar por meio da determinação das curvas de permanências com dados diários.

Além disso, a Curva de Permanência das vazões médias mensais acaba não mostrando dados de vazões extremas, pois utiliza dados médios dos meses.

Na Figura 4 apresenta as vazões médias máximas em função do logaritmo de base exponencial do tempo de retorno.

Figura 4 – Cálculo da vazão máxima em função do tempo de retorno.



Fonte: Elaboração própria (2020)

Na sequência foram calculadas as vazões médias máximas para os tempos de retorno de 50, 100 e 200 anos. Os resultados obtidos estão na Tabela 1.

Tabela 1 – Cálculo da vazão máxima no tempo de retorno 50, 100 e 200 anos.

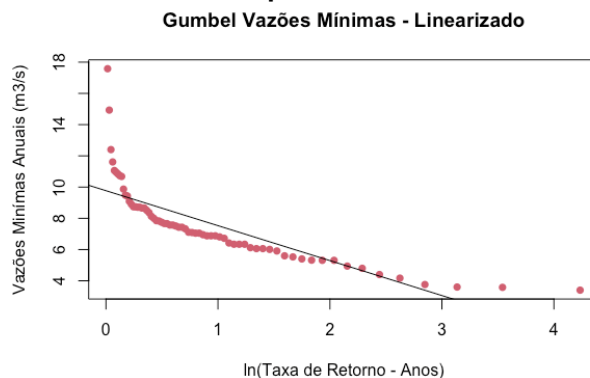
Tempo de retorno	Q_{MAX} (m ³ /s)
Tr50	245,92
Tr100	285,62
Tr200	325,33

Fonte: Elaboração própria (2020)

Os valores de vazão máxima obtidas para os Tempos de Retorno de 50, 100 e 200 anos foram 245,92, 285,62 e 325,33 m³/s, respectivamente.

Na Figura 5 apresentam-se as vazões médias mínimas em função do logaritmo de base exponencial do tempo de retorno.

Figura 5 – Cálculo da vazão mínima em função do tempo de retorno.

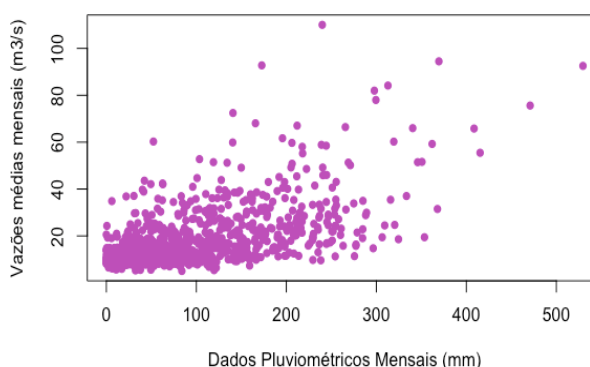


Fonte: Elaboração própria (2020)

Na sequência calcularam-se as vazões médias mínimas para o tempo de retorno de 10 anos. O valor de vazão mínima obtida para o Tempo de Retorno de 10 anos foi de 4,61 m³/s.

Na Figura 6 apresentam-se as vazões médias mensais (m³/s) em função dos dados pluviométricos mensais (mm).

Figura 6 – Vazões médias mensais versus dados pluviométricos.



Fonte: Elaboração própria (2020)

Na Figura 7 apresenta-se o resultado obtido para Teste de Correlação de Pearson. O valor da correlação obtido é de 0,56.

Figura 7 – Teste de Correlação de Pearson.

Pearson's product-moment correlation

```
data: Corr$Vaz.med.mensal and Corr$mm
t = 19.102, df = 785, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.5136618 0.6092255
sample estimates:
 cor
0.5633247
```

Fonte: Elaboração própria (2020)

Como o valor de *p-value* é menor que 0,05 rejeita-se a hipótese nula H_0 (não existe correlação) e aceita-se a hipótese H_1 , ou seja, existe correlação entre os dois conjuntos de dados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A curva de permanência possui uma alta representatividade dos períodos de estiagem e sintetiza a variabilidade das vazões, caracterizando a base de comportamento para a sustentabilidade dos sistemas aquáticos. O cálculo da Q90 e da Q95 decorrem de uma análise de frequências.

O Método de Gumbel é uma das ferramentas mais utilizadas nos dias de hoje para a extrapolação de séries históricas de valores extremos para se determinar vazões máximas de projeto.

Quando uma obra é projetada com período de retorno de t anos, está se definindo o grau de proteção desta obra. É a forma de escolher qual o risco aceitável para ela. Não existe risco zero para um projeto e diminuir o risco aumenta o custo.

Para uma barragem de uma hidrelétrica, o dano causado por um rompimento é muito alto e é por isso que se adotam tempos de retorno

muito altos. Desse modo, a escolha do tempo de retorno é uma das decisões mais importantes em um projeto. Dessa forma, o Método de Gumbel é fundamental para a obtenção dessas vazões.

Neste estudo observou-se que existe correlação estatística entre a série histórica de vazões médias mensais (m^3/s) e a série histórica pluviométricas (mm).

REFERÊNCIAS

ANA – **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**, 2020. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/gestao-da-agua/outorga-e-fiscalizacao>>. Acesso em: 02 novembro 2020.

ANDRADE, M. A.; MELLO, C. R.; BESKOW, S. Simulação hidrológica em uma bacia hidrográfica representativa dos latossolos na região Alto Rio Grande, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 69-76, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000100010>> Acesso em: 20 outubro 2020.

BARROS, R. R. F. **Planejamento de Recursos Hídricos na UGRHI-14 Alto Paranapanema**. Dissertação de Mestrado Profissional apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, São Paulo, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/183509>>. Acesso em: 26 outubro 2020.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. 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 nº 7.990, de 28/12/1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 02 novembro 2020.

CAVALCANTE, I. C. S.; TAVARES, L. C.; ALMEIDA, I. R.; NYLANDER, J. D. A. Determinação de Vazões Ecológicas de um Rio Através de Diferentes Metodologias Hidrológicas, Estudo de Caso: Rio Gualaxo do Sul/MG. **3º Congresso Internacional RESAG**, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <<http://www.resag.org.br/congressoresag2017/anais/trabalhos/aprovado?q=182>>. Acesso em: 25 outubro 2020.

COTTA, H. H. A.; CORREA, W. S. C.; ALBUQUERQUE, T. T. A. Aplicação da distribuição de Gumbel para valores extremos de precipitação no município de Vitória - Es. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 19, n. 12, p. 203-217, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v19i0.39440>>. Acesso em: 02 novembro 2020.

CRUZ, J. C.; TUCCI, C. E. M. Estimativa da Disponibilidade Hídrica Através da Curva de Permanência. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 111-124, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/242696286_Estimativa_da_Disponibilidade_Hidrica_Atraves_da_Curva_de_Permanencia>. Acesso em: 22 outubro 2020.

DAEE – **Portal do Departamento de Águas e Energia Elétrica**, 2020. Disponível em: <<http://www.hidrologia.daee.sp.gov.br>>. Acesso em: 09 setembro 2020.

FARIA, J. C.; JELIHOVSCHI, E. G.; ALLAMAN, I. B. **Fdth: Frequency Distribution Tables, Histograms and Polygons**. Uesc, Bahia, 2020, Brasil. Disponível em: <<https://rdr.io/cran/fdth/man/fdth-package.html>>. Acesso em: 15 outubro 2020.

GERMANO, A. O.; SOTÉRIO, P. W. Disponibilidade Hídrica das Bacias da Lagoa Mirim e Rio Camaquã com Base na Regionalização da Vazão a 95% de Permanência. **XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Maceió, 2011. Disponível em: <<http://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=3&ID=81&SUMARIO=1361>>. Acesso em: 22 outubro 2020.

HADLEY, W.; ROMAIN, F.; LIONEL, H.; KIRILL, M. **Dplyr: A Grammar of Data Manipulation**. 2020. R Package Version 1.0.2. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/package=dplyr>>. Acesso em: 15 outubro 2020.

JUERGEN, G.; UWE, L. **Nortest: Tests for Normality**. 2015. R Package Version 1.0-4. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/package=nortest>>. Acesso em: 15 outubro 2020.

KOEFENDER, A. **Regionalização de vazões $Q_{7,10}$, $Q_{90\%}$ e $Q_{50\%}$ na bacia hidrográfica do Rio Ibicuí (sub-bacia 76)**. Trabalho de conclusão apresentado a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/170436/001052192.pdf?sequence=1>>. Acesso em 02 novembro 2020.

MORAES, M.E.B.; LORANDI, R. **Métodos e Técnicas de Pesquisa em Bacias Hidrográficas**. Bahia, Editora da UESC - Editus, 2016, 283 p. Disponível em: <<https://static.scielo.org/scielobooks/4wbr2/pdf/moraes-9788574554433.pdf>>. Acesso em: 26 outubro 2020.

NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. A. **Hidrologia Estatística**. Belo Horizonte, Minas Gerais, CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2007, 552p. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Livro-%22Hidrologia-Estatistica%22-981.html>>. Acesso em: 26 outubro 2020.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. Gestão de Bacias Hidrográficas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10292>>. Acesso em: 20 outubro 2020.

RUTHES, J. M. **A Curva de Permanência e a Disponibilidade Hídrica para Outorga no Estado do Paraná**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, 2017. Disponível em: <<http://tede.unioeste.br/handle/tede/3027>>. Acesso em 22 outubro 2020.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2001. 943 p.