

## I-064 - INFLUÊNCIA DA ÁREA NA REGIONALIZAÇÃO DE VAZÃO DA BACIA DO RIO PIQUIRI

**Fernanda Zanela Alves<sup>(1)</sup>**

Estudante de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

**Eudes José Arantes<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Civil, Doutor e Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP), docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, PR

**José Hilário Delconte Ferreira<sup>(3)</sup>**

Geógrafo, Doutor e Mestre em Ecologia pela Universidade Estadual de Maringá, docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, PR

**Maristela Moresco Mezzomo<sup>(4)</sup>**

Geógrafa, Doutora e Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Paraná, docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, PR

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Guilherme de Paula Xavier, 756 - Centro- Campo Mourão- PR - CEP: 87302-050 Brasil - Tel: (44) 99896-3641 ou (14) 99726-1283- e-mail: [zanella.fernanda@gmail.com](mailto:zanella.fernanda@gmail.com)

### RESUMO

A regionalização de vazão é um método alternativo utilizado para realizar a transferência de dados de vazão de estações fluviométricas que possuem dados para locais que não possuem ou que a amostra de dados não são suficientes. Devido à grande extensão territorial do Brasil e a quantidade e extensão dos rios do país, a falta de estações que monitorem a vazão e outros tipos de dados é dada devido ao alto custo, de implantação, operação e monitoramento (TUCCI, 2010). Para isso a alternativa acaba se sendo a criação e o uso de metodologias que supram essa falta, por isso a regionalização de vazão surge como alternativa fazendo a espacialização desses dados. Por isso, o objetivo deste estudo, foi realizar a regionalização da bacia do rio Piquiri usando apenas a área de drenagem, para verificar a sua influência no método. Os resultados encontrados foram satisfatórios para a maioria das estações, porém, outros fatores característicos, são importantes, pois estes reduzem os erros encontrados, notou-se que em áreas menores os resultados esperados foram inversos, trazendo incertezas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Regionalização de vazão, curva de permanência, vazão, estação fluviométrica, equação de regressão.

### INTRODUÇÃO

A regionalização de vazão é um método hidrológico, utilizado para transferir dados de vazão de estações onde há dados, para onde há a escassez ou falta destes, através do uso também de características físicas e climáticas da bacia (TUCCI, 2010). Essa falta ou escassez de dados no Brasil é ocasionada pela extensão territorial do país, além da quantidade de rios que torna os custos de implantação, operação e manutenção que as tornam inviáveis.

O método da regionalização então surge como uma alternativa para que possa se realizar estudos iniciais na área pretendida, tais como estudos hidrológicos, que possam vir a servir para gestão dos recursos hídricos, e também estudos de possíveis usos desse recurso para implantação de empreendimentos. Para isso, a licença, ou outorga para esse uso é dada pelo tipo de empreendimento a ser implantado, tais como captação de água para abastecimento público, atividades pesqueiras e de produção de organismos para venda, implantação de hidrelétricas, onde para implantação é necessário apresentar os estudos para obter-la, e pela falta de dados sem este método acaba afetando a gestão dos recursos hídricos, e por consequência as atividades relacionadas a esse.

Neste método, a regionalização de vazão é realizada através de equações que são determinadas em função de características da própria bacia, além de características climáticas, tais como área da bacia, densidade de drenagem, declividade do rio, onde a utilização para o cálculo pode ser para vazões mínimas, médias ou

máximas, ai vai depender do método a ser utilizado, das informações que tem disponível, foco do estudo e a exploração das variáveis.

Dentre os métodos de regionalização, podem ser elaboradas para funções estatísticas de variáveis hidrológicas, para funções específicas que relacionam variáveis e para parâmetros de modelos hidrológicos (TUCCI, 2010), variando então do foco do estudo. Devido a esses fatores, a regionalização possibilita a realização de outros estudos hidrológicos como, por exemplo, o de qualidade da água, escoamentos, regimes de vazões, hidrograma unitário e outros estudos que são fundamentais para um eficiente projeto tornando melhor a gestão de recursos hídricos, já que a disponibilidade de dados para estudos mais precisos é escassa

Diante disso, o objetivo deste trabalho é realizar o levantamento e análise de dados hidrológicos da bacia do Rio Piquiri que está localizado na região centro-sul do estado do Paraná, e possui aproximadamente 485 quilômetros de extensão, abrangendo em torno de 69 municípios (PAROLIN, 2010), para que com esses dados, possa ser elaborada, a regionalização de vazão através da função específica, utilizando a equação de regressão, analisando apenas o parâmetro área de drenagem dentro do método.

O rio Piquiri, está localizado no estado do Paraná tendo 485 km de extensão e abrangendo em torno de 69 municípios e em toda a sua extensão (PAROLIN, 2010 e SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, 2016). Este, apesar de sua extensão, apresenta poucas estações fluviométricas com dados suficientes para estudos, além de os estudos hidrológicos realizados dentro da bacia, se comparado com as outras bacias do estado, é menor.

Devido a isso o objetivo desse trabalho, foi aplicar o método da regionalização de vazão através da função específica na bacia do rio Piquiri, utilizando a equação de regressão, onde apenas a área de drenagem foi utilizada para verificar a sua influência dentro do método, e obter equações de regionalização do Q95 e do Q50.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração do presente trabalho, foi realizado apenas o levantamento bibliográfico, não possuindo trabalho de campo, onde as atividades relacionadas à pesquisa foram divididas em duas etapas, sendo essas: revisão teórica contendo a coleta dados de estações e geoprocessamento.

## COLETA DE DADOS E METODOLOGIA DA REGIONALIZAÇÃO DE VAZÃO

Os dados de vazão utilizados no presente trabalho foram obtidos das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do rio Piquiri, no site da Agência Nacional de Águas (ANA). Para o estudo, considerou-se apenas estações fluviométricas que possuíam dados ininterruptos com pelo menos 5 anos.

Após escolhida as amostras, os dados de vazão foram distribuídos em planilhas e em seguida, reorganizado os dados, onde obteve-se a curva de permanência, que é a probabilidade de ocorrência de determinada vazão, onde a partir das curvas obtidas, escolheu-se a probabilidade de vazão de 95 e 50 por cento (Q95, Q50) para cada estação, utilizando esses valores, para elaborar a regionalização de vazão para funções específicas através da equação de regressão(Equação):

$$Q = aA^b P^c \quad \text{equação (1)}$$

Tendo Q como a vazão; A como a área de drenagem, P a precipitação e os coeficientes a, b, c, obtidos pelo método dos mínimos quadrados, para minimização do erro. E utilização do suplemento *Solver*, para auxílio nos cálculos. Com isso, obteve-se os valores do Qregionalizado. Posteriormente, realizou-se a correlação do do Qreal com o Qregionalizado, determinando assim o valor de R<sup>2</sup>

## GEOPROCESSAMENTO

Para o estudo, foi elaborado mapas temáticos, por meio da digitalização de cartas topográficas com escala 1:50.000 do Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG), nos softwares *Qgis* e *Spring*, onde foram delimitadas as áreas de influencia de cada estação, obtendo assim o valor da área necessária. O mapa elaborado para o estudo foi o mapa de localização (Figura 1), utilizando projeção UTM, Datum SIRGAS 2000 e zona 22S.

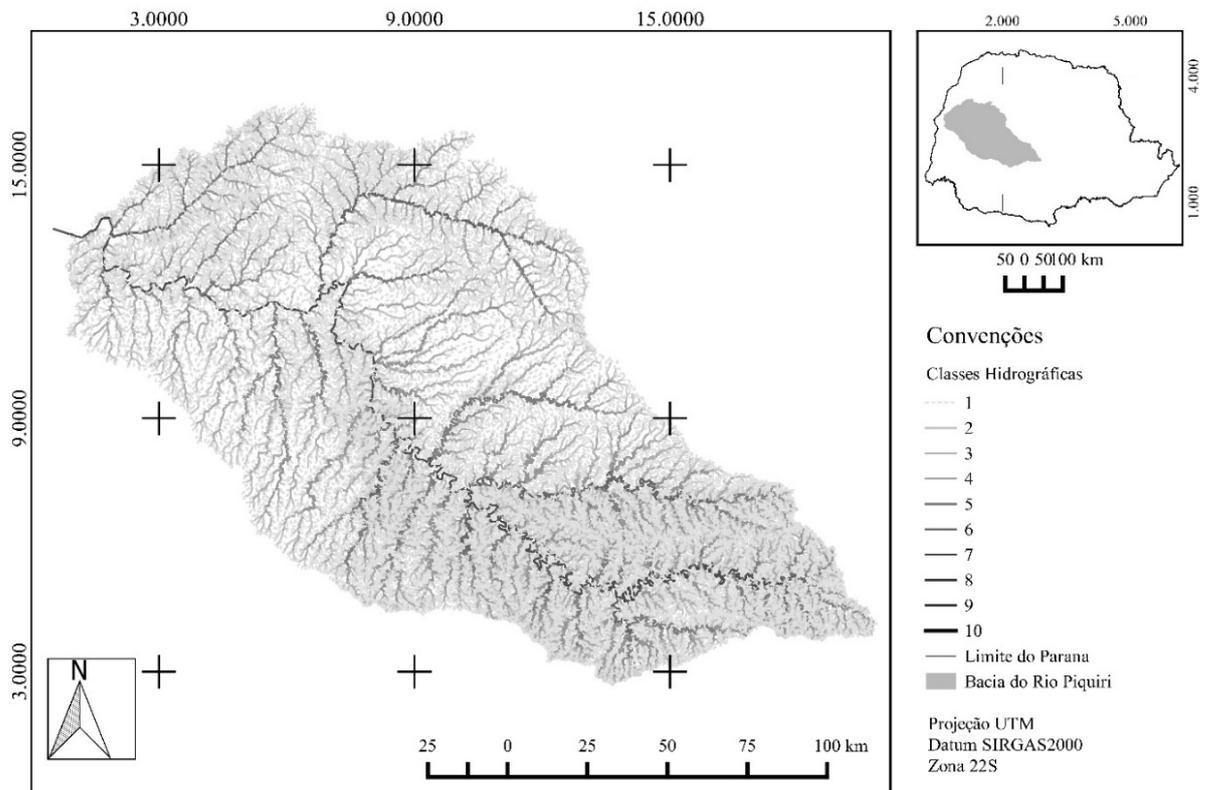
## RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

A bacia hidrográfica do rio Piquiri, está totalmente inserida no estado do Paraná, com extensão aproximada de 485 km, nascendo no município de Campina do Simão e sua foz junto ao rio Paraná.

Possui unidade morfoescultural do Terceiro Planalto Paranaense, a subunidade morfoescultural do Planalto de Campo Mourão, Planalto de Umuarama e Planalto de Cascavel e a unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná (OKA-FIORI et al., 2006).

Possui geologia do Grupo São Bento, formação Serra geral, e geologia do Grupo Bauru, formação Caiuá (SILVA e VAINÉ, 2001).

O clima da área de estudo é caracterizado como Cfa, Cfb, Cwa. Sendo o Cfa, clima subtropical úmido, o Cfb, clima oceânico, já o Cwa clima subtropical úmido (INSTITUTO DE TERRAS CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS, 2008).



**Figura 1: Mapa de hidrografia do Rio Piquiri.**

A bacia hidrográfica do rio Piquiri possui uma área aproximada de 24014,30 km<sup>2</sup> (Figura 1), abrangendo num total de 69 municípios. Possui como principais afluentes os rios Cantu, Ronquito, Goio-Bang, Ribeirão Água Branca, Barreiro, Nhá-Pocein, Goio-erê e Ilha grande pela margem direita. Já na margem esquerda, rio do Cobre, Cascudo, Novais, Tourinho, Jacaré, Silvestre, Azul e o rio dos Jesuítas (PAROLIN, 2010).

As estações fluviométricas selecionadas para o estudo de acordo com o critério, foram num total de 5 estações fluviométricas (Tabela 1).

**Tabela 1: Dados das estações utilizadas na regionalização de vazão da bacia do rio Piquiri.**

CÓDIGO	NOME	ÁREA DE DRENAGEM (KM <sup>2</sup> )	LATITUDE	LONGITUDE	Q <sub>95</sub>	Q <sub>50</sub>	
1	64815000	Fazenda Uberaba	2941,00	24° 07' 59"	53° 19' 00"	25.38	46.84
2	64810000	Balsa Goio-Erê	2040,00	23° 55' 00"	53° 07' 59"	20.50	39.00
3	64820000	Porto Formosa	17457,00	24° 12' 00"	53° 19' 59"	117.86	278.99
4	64830000	Balsa do Santa Maria	20948,80	24° 11' 17"	53° 44' 46"	138.70	368.60
5	64771500	Porto Guarani	4160,00	24° 51' 58"	52° 45' 46"	9.96	55.48

As vazões encontradas para cada estação Q<sub>95</sub> e Q<sub>50</sub> através da curva de probabilidade (Tabela 2).

**Tabela 2: Vazões Q<sub>95</sub> e Q<sub>50</sub> de cada estação fluviométrica.**

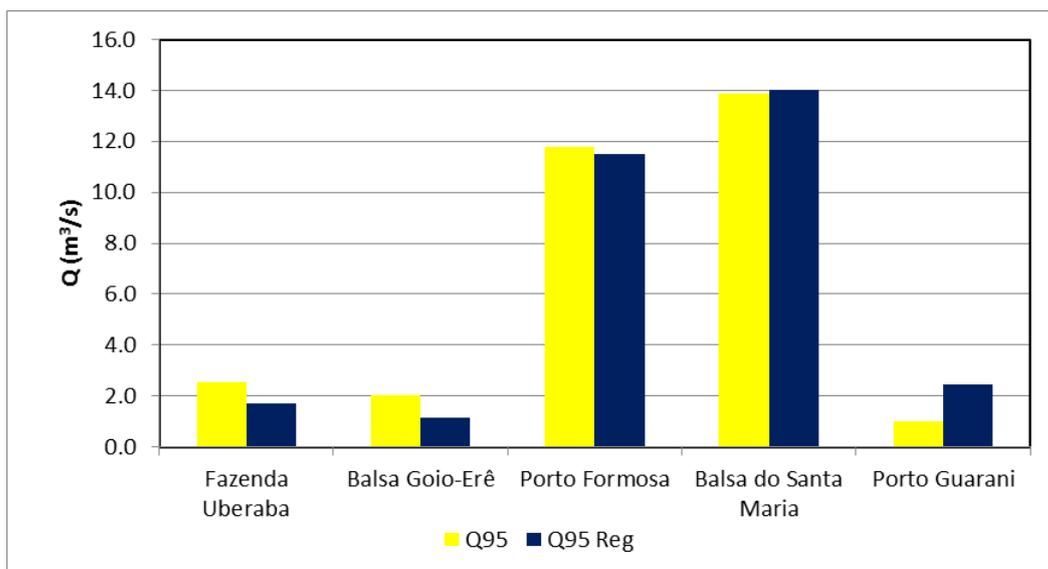
CÓDIGO	NOME	Q <sub>95</sub>	Q <sub>50</sub>	
1	64815000	Fazenda Uberaba	25.38	46.84
2	64810000	Balsa Goio-Erê	20.50	39.00
3	64820000	Porto Formosa	117.86	278.99
4	64830000	Balsa Do Santa Maria	138.70	368.60
5	64771500	Porto Guarani	9.96	55.48

Através dos cálculos realizados, obteve-se as equações do Q<sub>95</sub> e do Q<sub>50</sub> (Equação 2 e 3).

$$Q_{95} = 0,00235 * A^{1,105} \quad \text{equação (2)}$$

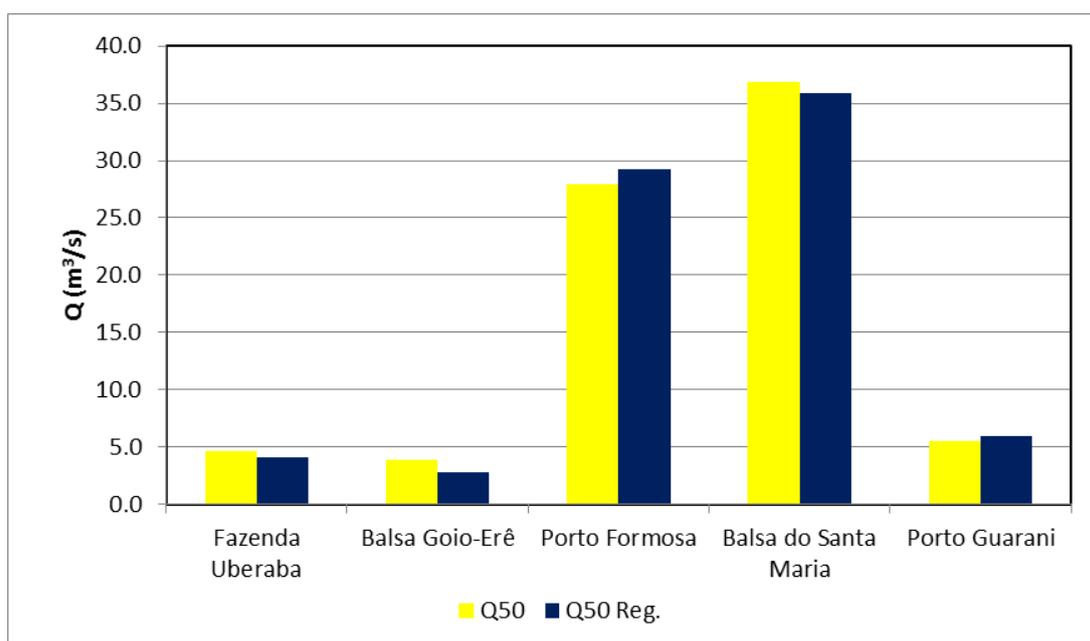
$$Q_{50} = 0,00531 * A^{1,117} \quad \text{Equação(3)}$$

Ao se comparar os resultados para cada estação fluviométrica, obteve-se valores muito próximos do calculado, porém para estações com menor área, os resultados de vazão real quando comparada com vazão regionalizada, tem-se uma diferença maior do que 20 por cento (Gráfico 1), como a Fazenda Uberaba, Balsa Goio-Erê, Porto Guarani.



**Gráfico 1: Comparação Q<sub>95</sub> real e Q<sub>95</sub> regionalizado da bacia do rio Piquiri.**

Já para o Q<sub>50</sub> a diferença não foi maior do que 13 por cento, sendo menor do que a do Q<sub>95</sub> (Gráfico 2). Para os valores de R<sup>2</sup>, de ambas as vazões regionalizadas, deram bem próximas de 1.



**Gráfico 2: Comparação Q<sub>50</sub> real e Q<sub>50</sub> regionalizado da bacia do rio Piquiri.**

As diferenças obtidas nos valores da vazão regionalizada da vazão real, pode se dar pela não consideração das outras características da bacia dentro do cálculo, como declividade, densidade de drenagem e outros fatores que podem ser estudados.

Outro fator que pode influenciar nos resultados, segundo Silva Junior et al. (2003), é o tamanho da bacia, pois bacias com menores portes tem-se sérias limitações à extrapolação dos resultados, o que gera incertezas na tomada de decisões em relação ao recurso hídrico, o que está mais evidente quando observa-se a regionalização do Q<sub>95</sub>.

Porém segundo Silveira e Tucci (1998), pequenas bacias hidrográficas, considera-se a partir da área de drenagem desta, que deve ser inferior a 100 km<sup>2</sup>, o que não é o caso do presente estudo, então sendo considerada grandes bacias hidrográficas contendo acima de 300 km<sup>2</sup>.

Outro fator que influencia muito no estudo, é o número de estações com dados suficientes para o estudo, que se comparado com o trabalho de Euclides et al. (2001) de regionalização do Alto São Francisco em Minas Gerais, pode-se notar que a quantidade de estações fluviométricas usadas por ele é muito maior, sendo no total de 33 estações fluviométricas para uma área de aproximadamente 51.000 km<sup>2</sup>.

Portanto, para o presente estudo, apenas a consideração da área, não é o suficiente, já que bacias com grandes áreas envolvem a integração da variabilidade temporal e espacial de um grande número de processos, para que assim possam-se avaliar outras modificações como no uso do solo (COLLISCHONN, 2001). Entretanto outro fator considerado deve ser a quantidade de estações usadas, pois quanto maior a quantidade, mais certeza dentro dos resultados.

## **CONCLUSÕES**

As equações obtidas com a aplicação do método foram satisfatórias, se levar em consideração o valor de R<sup>2</sup> foram próximas a 1, tendo acima de 95 por cento de aproximação. Porém deve-se atentar a diferença dos valores das vazões regionalizadas quando comparadas com os valores reais das vazões de cada estação, foi percebido um valor de 20 por cento de diferença entre estas para o Q<sub>95</sub>, já para o Q<sub>50</sub> a diferença foi um pouco menor, isso se dá pelo uso da área o que mostra que o tamanho dessa, pode influenciar nos resultados dentro do método e também o número de estações com amostras suficientes, que dentro da bacia do rio Piquiri é reduzido.

O uso de outras variáveis como declividade, precipitação e densidade de drenagem, dentro desse projeto se mostra necessário, já que a área das estações é grande, e tendo as outras características, essa diferença encontrada poderia ser minimizada. Quanto mais variáveis a ser utilizada no estudo, mais consegue se explorar e chegar mais próximo ao real.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. COLLISCHON, Walter; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Simulação Hidrológica de Grandes Bacias. 2001. 270 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <[https://www.lume.ufrgs.br/bitstream\\_id/3231/](https://www.lume.ufrgs.br/bitstream_id/3231/)>. Acesso em: 13 dez. 2016.
2. EUCLYDES, Humberto Paulo; FERREIRA, Paulo Afonso; RUBERT, Og Aragão Vieira; SANTOS, Ronaldo Medeiros dos. Regionalização hidrológica na bacia do Alto São Francisco a montante da barragem de Três Marias, Minas Gerais. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 6, n. 2, p. 81-105, 2001.
3. INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIAS E GEOCIÊNCIAS. Clima- Estado do Paraná. Curitiba: ITCG, 2008. Escala 1:2.000.000.
4. OKA-FIORI, Chisato; SANTOS, Leonardo J. C.; CANALI, Naldy E.; FIORI, Alberto P.; SILVEIRA, Caudinei T.; BRISKI, Sandro J.; FELIPE, Rogério da S.; SILVA, Julio M. F.; ROSS, Jurandir L. S. Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná. Curitiba: Mineropar, 2006. 63 p. Escala 1:250.000, modelos reduzidos 1:500.000.
5. PAROLIN, Mauro; RIBEIRO, Cecília Volkmer; LEANDRINI, Josimeire Aparecida. Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná- Campo Mourão: Editora da Fecilcam, 2010.xiv, 158 p.
6. SILVA, Donald C. da; VAINÉ, Maria E. E. Atlas Geológico do Paraná. Mineralogia do Paraná. Curitiba: Mineropar, 2001. Escala 1:650.000.
7. SILVA JUNIOR, O. B.; Bueno, E. O.; Tucci, C. E. M.; Castro, N. M. R. Extrapolação espacial na regionalização de vazão. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.8, p.21-37, jan./mar. 2003.

8. SILVEIRA, Geraldo Lopes da; TUCCI, Carlos E. M. Monitoramento em pequenas bacias para a estimativa de disponibilidade hídrica. *Revista Brasileira de recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 3, n 3, p 97-110, 1998.
9. TUCCI, Carlos. E. M. *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. 2. ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2001. p. 573-619.