

Regionalização de vazões na bacia hidrográfica do rio Mourão, Paraná

RESUMO

Pauline Gottstein
paulinegottstein@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

Eudes José Arantes
eudesarantes@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

OBJETIVO: A regionalização permite ajustar um modelo de regressão entre os dados de vazão obtidos nas estações fluviométricas e as características físicas da bacia para prever a vazão em locais sem dados hidrológicos. Com isso, a regionalização tem grande importância no planejamento e na gestão de recursos hídricos, gerando subsídios para estudos em bacias hidrográficas. Portanto, o objetivo deste estudo foi regionalizar as vazões com 50% (Q_{50}) e 95% (Q_{95}) de permanência no tempo, na bacia hidrográfica do rio Mourão, Paraná, utilizando ferramentas de geoprocessamento e o programa Solver. **MÉTODOS:** Foram utilizadas três estações fluviométricas disponíveis no sistema Hidroweb pela Agência Nacional de Águas (ANA), considerando que estas apresentassem, no mínimo, mais de cinco anos com dados completos. Para obtenção das equações de estimativa de vazões Q_{50} e Q_{95} , foram consideradas as características físicas das áreas de interesse, relacionando as áreas de drenagem e as declividades médias. Posteriormente, realizou-se a correlação da vazão real com a vazão regionalizada, permitindo a determinação do valor de R^2 . **RESULTADOS:** Os resultados sinalizaram que a metodologia utilizada mostrou-se adequada, visto que as vazões reais e estimadas apresentaram correlação satisfatórias. **CONCLUSÕES:** Concluiu-se que o método utilizando dados de declividade média apresentou resultados adequados, visto que as vazões reais e regionalizadas apresentaram correlações satisfatórias e, portanto, passíveis de aplicação na bacia em estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de Recursos Hídricos. Estimativa de vazões. Geoprocessamento.

INTRODUÇÃO

A regionalização de vazões tem por objetivo a transferência de informações de um local onde há dados para outro sem dados ou com pouca informação. Ela se baseia na similaridade espacial e na homogeneidade hidrológica entre esses locais, levando-se em conta variáveis e parâmetros que permitam essa transferência (OLIVEIRA, 2013).

Nos estudos de regionalização, devem ser consideradas as características das bacias que mais interferem na distribuição espacial da vazão e que sejam facilmente mensuráveis, permitindo, assim, a regionalização permite ajustar um modelo de regressão entre os dados de vazão obtidos nas estações fluviométricas e as características físicas da bacia, sendo o modelo gerado utilizado para prever a vazão em locais sem dados hidrológicos (BAENA et al., 2004; OLIVEIRA, 2008).

Com isso, a regionalização de vazões tem grande importância no planejamento e na gestão de recursos hídricos, pois gera subsídios para estudos de previsão de riscos de enchentes, disponibilidade hídrica para usos, como geração hidráulica, de energia e de abastecimento, bem como em estudos de concessão de outorga de uso da água (TUCCI, 2002; OLIVEIRA, 2013).

Portanto, o objetivo deste estudo foi regionalizar as vazões com 50% (Q_{50}) e 95% (Q_{95}) de permanência no tempo, na bacia hidrográfica do rio Mourão, Paraná, utilizando ferramentas de geoprocessamento e o programa Solver.

MÉTODOS

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do rio Mourão, que compõe o sistema hidrográfico da bacia do rio Ivaí, com uma área total de drenagem de 1658,93 km², abrangendo os municípios de Engenheiro Beltrão, Quinta do Sol, Peabiru, Mamborê, Luiziana e Campo Mourão. De acordo com Leli, Stevaux e Nóbrega (2010), o rio contribui com uma vazão média de 32,6 m³/s para a bacia do rio Ivaí.

A bacia hidrográfica do rio Mourão apresenta relevante importância para a região, visto que contribui com o abastecimento de água da população urbana e rural, além da geração de energia elétrica. Devido aos seus aspectos físicos, apresenta potencial hidrodinâmico à exploração hidrelétrica, possuindo a Usina Hidrelétrica Mourão I e a Pequena Central Hidrelétrica Salto Natal instaladas no rio principal da bacia.

Para o presente estudo, foram selecionadas três estações fluviométricas inseridas na área de estudo e obtidos os dados de vazão diários disponíveis no sistema Hidroweb da Agência Nacional de Águas (ANA). Esses dados foram utilizados como base para identificação da probabilidade de ocorrência de vazões e consequente geração de curvas de permanência. Com base nas curvas de permanência das três estações, identificaram-se as vazões com 50% e 95% de permanência no tempo – Q_{50} e Q_{95} respectivamente.

Para delimitação da área da bacia e geração de planos de informação auxiliares, como a declividade da área de estudo e as curvas de nível, gerou-se um modelo numérico de terreno (MNT) com auxílio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), a partir das imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) da área de estudo, resolução espacial de 30 metros, obtidas da base de dados da Pesquisa Geológica dos Estados Unidos (UNITED STATES

GEOLOGICAL SURVEY, 2016), que gerou a base de apoio para obtenção de dados necessários ao presente estudo.

Visando o cálculo das declividades médias, a declividade da área de estudo foi recortada de acordo com as áreas de drenagem de cada estação, sendo estas delimitadas com o auxílio das curvas de nível extraídas do MNT.

Por fim, para geração das equações de estimativa de vazão, os coeficientes “a, b, c” que a compõe foram obtidos através da realização dos mínimos quadrados (x) para cada estação, que faz com que a vazão regionalizada de Q_{50} e Q_{95} seja mais próxima do real. Utilizou-se o programa Solver para minimizar o valor da somatória dos mínimos quadrados tendendo a zero, variando os valores de a, b e c para minimizar a diferença. Além dos coeficientes, a Equação 1 relaciona a área de drenagem (A) com a declividade média (I) dessa área.

$$Q = aA^b I^c \quad (1)$$

Posteriormente, realizou-se a correlação da vazão real com a vazão regionalizada (estimada), permitindo a determinação do valor de R^2 . O valor de R^2 varia entre 0 e 1, indicando quanto o modelo consegue explicar os valores observados, portanto, trata-se de uma medida descritiva da qualidade do ajuste obtido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista a metodologia utilizada, foram utilizadas as séries históricas de vazão de três estações fluviométricas distribuídas na bacia do rio Mourão, com dados disponibilizados pelo sistema Hidroweb da Agência Nacional de Águas (ANA) (Tabela 1).

Tabela 1 – Dados das Estações Fluviométricas disponibilizadas no sistema Hidroweb

Código da Estação	Nome da Estação	Altitude (m)	Latitude / Longitude
64671000	SALTO NATAL	617	-24:1:59/-52:16:0
64671950	CAMPO MOURÃO ETA SANEPAR	620	-24:3:55/-52:24:59
64673000	QUINTA DO SOL	315	-23:49:25/-52:10:43

Fonte: Agência Nacional de Águas (2017).

As estações Salto Natal e Quinta do Sol apresentaram uma série histórica com 37 anos, já a estação ETA Sanepar apresentou 6 anos de dados diários de vazão, o que permitiu a geração das curvas de permanência. A Figura 1 retrata os gráficos obtidos através da relação da vazão com a sua probabilidade de ocorrência, para cada estação.

Com base nas curvas de permanência das estações foi possível identificar as vazões reais Q_{50} e Q_{95} para cada estação, já os dados físicos da bacia como declividade média e área de drenagem, foram obtidos com o auxílio do Sistema de Informações Geográficas QGIS 2.14.12 (Tabela 2).

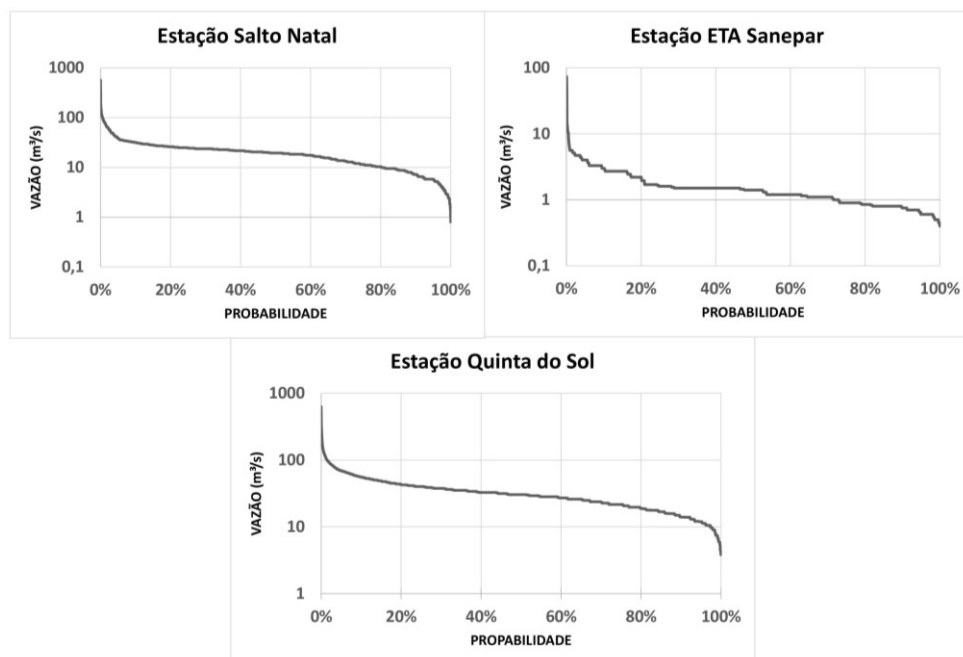


Figura 1 – Curvas de permanência obtidas para as três estações fluviométricas em estudo
 Fonte: Autoria própria.

Tabela 2 – Dados de vazões, área de drenagem e declividades médias obtidas para as três estações fluviométricas em estudo

Estação / Código	Vazão Q ₉₅ real (m ³ /s)	Vazão Q ₅₀ real (m ³ /s)	Área de Drenagem (km ²)	Declividade média (%)
Salto Natal / 64671000	5,75	19,44	850,82	9,55
ETA Sanepar / 64671950	0,60	1,40	76,42	8,13
Quinta do Sol / 64673000	12	30,48	1543,88	9,03

Fonte: Autoria própria.

Através da utilização dos mínimos quadrados na Equação 1, com auxílio do programa Solver, foram obtidos os coeficientes “a, b, c”, o que permitiu a formulação das Equações 2 e 3 de estimativa de vazões Q₅₀ e Q₉₅, respectivamente, para a bacia hidrográfica do rio Mourão.

$$Q_{50(\text{regionalizada})} = 0,85997 A^{1,00497} I^{0,06066} \quad (2)$$

$$Q_{95(\text{regionalizada})} = 0,84872 A^{1,00376} I^{0,07011} \quad (3)$$

Correlacionando os valores de vazões reais com os valores regionalizados pelas equações Q₅₀ e Q₉₅, obteve-se como resultado uma correlação e valor de R² de 0,9999 para ambas as vazões.

A partir dos resultados obtidos em relação a regionalização de vazão, observou-se que utilizando a área de drenagem e a declividade média para o cálculo, os valores de R² foram satisfatoriamente próximos de 1.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o método utilizando dados de declividade média apresentou resultados adequados, visto que as vazões reais e regionalizadas (estimadas) apresentaram correlações satisfatórias e, portanto, passíveis de aplicação na bacia em estudo. Através das equações obtidas pode se transferir os dados de vazão para outros pontos dentro desta bacia hidrográfica, com métodos de baixo custo de aplicação.

Nesse contexto, os modelos de regionalização de vazão são ferramentas promissoras para auxiliar na solução da escassez de dados de vazão na região em estudo, podendo dar suporte ao planejamento e à gestão dos recursos hídricos. Os métodos empregados nesse estudo também podem ser aplicados em outras regiões que sofram com a falta de monitoramento hidrológico.

Regionalization of flows in the Mourão river basin, Paraná

ABSTRACT

OBJECTIVE: The regionalization allows adjusting a regression model between the flow data obtained in the fluviometric stations and the physical characteristics of the basin to predict the flow in places without hydrological data. With this, regionalization has great importance in the planning and management of water resources, generating subsidies for studies in hydrographic basins. Therefore, the objective of this study was to regionalize the flows with 50% (Q_{50}) and 95% (Q_{95}) permanence in time, in the Mourão river basin, Paraná, using geoprocessing tools and the Solver program. **METHODS:** Three fluviometric stations were used in the Hidroweb system by the National Water Agency (ANA), considering that they had at least five years of complete data. In order to obtain the flow estimation equations Q_{50} and Q_{95} , the physical characteristics of the areas of interest were considered, relating the drainage areas and the mean slopes. Subsequently, the correlation of the real flow with the regionalized flow was made, allowing the determination of the R^2 value. **RESULTS:** The results indicated that the methodology used was adequate, considering the real and estimated flows had a satisfactory correlation. **CONCLUSIONS:** Concluded that the method using mean slope data presented adequate results, considering the real and regionalized flows had satisfactory correlations and, therefore, applicable in the studied basin.

KEYWORDS: Water Resources Management. Flows Estimation. Geoprocessing.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR pelos subsídios recebidos para a implementação desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

BAENA, L. G. N.; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; CALIJURI, M. L. Espacialização da $Q_{7,10}$, Q_{90} e Q_{95} visando à gestão dos recursos hídricos: estudo de caso para a bacia do rio Paraíba do Sul. **Revista Engenharia na Agricultura**. v. 12. n. 1, p. 24-31. 2004.

LELI, I. T.; STEVAUX, J. C.; NÓBREGA, M. T. Dinâmica espacial da hidrologia da bacia do rio Ivaí. **Boletim de Geografia**, v. 28, n. 2, p. 41-47. 2010. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/10373>>. Acesso em: 04 dez. 2016.

OLIVEIRA, F. A. **Procedimentos para aprimorar a regionalização de vazões: estudo de caso da bacia do Rio Grande**. 2008. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

OLIVEIRA, V. A. **Regionalização de vazões nas regiões das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos GD1 e GD2, Minas Gerais**. 2013. 99 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2013.

TUCCI, C. E. M. **Regionalização de vazões**. Porto Alegre: Ed. Universidade UFRGS, 2002.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Earth Explorer**. 2016. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 14 nov. 2016.

Recebido: 31 ago. 2017.

Aprovado: 02 set. 2017.

Como citar:

GOTTSTEIN, P. ARANTES, E. J. Regionalização de vazões na bacia hidrográfica do rio Mourão, Paraná. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 22., 2017, Londrina. **Anais eletrônicos...** Londrina: UTFPR, 2017. Disponível em: <<https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2017/index>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Pauline Gottstein

Avenida do Bosque, número 357, Bairro Jardim Araucária, Campo Mourão, Paraná, Brasil.

Direito autoral:

Este resumo expandido está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

