

VEGETAÇÃO NATIVA REMANESCENTE COMO VARIÁVEL PREDITORA DA VAZÃO MÍNIMA DE REFERÊNCIA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

RAFAEL VINICIUS RODRIGUES¹, RICARDO SANTOS SILVA AMORIM², MARIA O'HEALY HUNTER³, EDUARDO MORGAN ULIANA⁴

¹ Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Me. em Recursos Hídricos, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia da UFMT, Cuiabá-MT, Fone: (65) 99226.0027, rafael.vinicius@live.com

² Engenheiro Agrônomo, Prof.º Dr. em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG

³ Física, Prof.ª Dra. em Recursos Naturais, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, UFMT, Cuiabá-MT

⁴ Engenheiro Ambiental, Prof.º Dr. em Engenharia Agrícola, Instituto de Ciências Agrárias e Ambiental, UFMT, SINOP-MT.

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: A vegetação tem papel fundamental no ciclo hidrológico, por isso espera-se que ela influencie na vazão de um rio. Assim, neste estudo objetivou-se a inclusão da vegetação nativa de remanescente na predição da vazão mínima de referência (Q_{95}) em bacias hidrográficas da região norte da bacia do Alto Rio Paraguai. Foram caracterizadas 13 bacias hidrográficas e agrupadas em duas Regiões Hidrológicamente Homogêneas (RHH) pelo Método Tradicional e foram testados modelos de regressão entre as características das bacias e a vazão de referência correspondente à 95% da série histórica. A verificação do desempenho das equações foi avaliada pelo erro médio absoluto, raiz do erro quadrático médio, viés, teste t ao nível de 5% de significância, coeficiente de Willmott e coeficiente de Nash-Sutcliffe (CNS). A vegetação nativa remanescente foi incluída como variável preditora somente na equação ajustada para a RHH1, em que houve maior variância dos dados e demonstrou ser menos antropizada. Todos os modelos apresentaram CNS excelentes, acima de 0,90.

PALAVRAS-CHAVE: cobertura do solo, disponibilidade hídrica, regionalização.

REMAINING NATIVE VEGETATION AS PREDICTOR VARIABLE OF THE MINIMUM REFERENCE RIVER FLOW IN WATERSHEDS

ABSTRACT: Vegetation has fundamental role in the hydrologic cycle, thus it is expected that it has an effect on the river flow. Thereby, this paper aimed the inclusion of remaining vegetation native vegetation on the prediction of minimum reference river flow in watersheds from the northern region of the High Paraguay River Basin. It was characterized 13 watersheds and clustered in two Hydrological Homogeneous Regions (HHR) by the Traditional Method and it was tested regression models between watershed feature and minimum reference flow corresponded to 95% of historical series data. The equations performance evaluation was tested by mean absolute error, root mean square error, bias, t test in 5% significance, Willmott coefficient and Nash-Sutcliffe efficiency coefficient (NSE). The remaining native vegetation was included as predictable variable only in the fitted equation to HHR1, in which got the most data range and showed to be less anthropized. All equations got excellent NSE coefficients, higher than 0,90.

KEYWORDS: soil coverage, water availability, regionalization.

INTRODUÇÃO: Devido ao notável crescimento populacional, áreas que anteriormente não necessitavam de monitoramento hídrico passaram a ter conflitos pelo uso da água por falta de embasamento técnico da disponibilidade hídrica local. Nesta perspectiva, uma solução alternativa para superar a carência de dados é a regionalização a partir de modelagem hidrológica (BAZZO et al., 2017), que é consagrada na literatura como sendo o processo de transferência de informações existentes em bacias hidrográficas para bacias com ausência de informação por meio de modelo com variáveis independentes (ZHANG e HAN, 2017). Há várias metodologias de regionalização hidrológica, dentre elas destaca-se o Método Tradicional. Este método foi sugerido pela Centrais Hidrelétricas Brasileiras e se consiste na determinação da vazão de referência a partir das características físicas e climáticas de bacias hidrográficas por meio de regressão (ELETROBRÁS, 1985). Quando os índices estatísticos obtidos da regressão atingem valores satisfatórios, considera-se uma Região Hidrológicamente Homogênea (RHH), caso contrário há a necessidade de subdivisão da área a ser espacializada as informações (BAZZO et al., 2017). Tanto a quantidade, quanto a qualidade da água em um manancial é influenciada por inúmeros fatores, dentre eles o uso e cobertura do solo (SILVA et al., 2017). Desta forma, este estudo teve como objetivo a inclusão da vegetação nativa de remanescente na predição da vazão mínima de referência (Q_{95}) em bacias hidrográficas da região norte da bacia do Alto Rio Paraguai.

MATERIAL E MÉTODOS: Foram delimitadas 13 bacias hidrográficas a partir do modelo digital de elevação do projeto TOPODATA, em escala de 1:250.000 com resolução espacial de 30 m na versão melhorada (VALERIANO, 2005), tendo como exutório estações fluviométricas cadastradas no portal Hidroweb (ANA, 2017). Como critério de seleção das estações foram consideradas aquelas que tivessem no mínimo 10 anos de dados consistidos de vazão diária sem falhas no período em comum compreendido entre 1995 a 2004. Para cada bacia, foram determinadas a vazão mínima de referência Q_{95} a partir dos dados das estações fluviométricas e área de drenagem e Fator de Forma (FF) a partir da delimitação das bacias hidrográficas (FIGURA 1). Além disso, foram utilizados dados de vegetação disponibilizados pelo MapBiomas com resolução espacial de 30 metros já classificada em usos e ocupações do solo (MAPBIOMAS, 2019). Foram consideradas como vegetação nativa remanescente (VN): formações florestais, savânicas, campestres e áreas úmidas. Então foram calculadas a porcentagem de vegetação no período analisado. Também foi determinada a precipitação média anual por meio de dados de estações pluviométricas utilizando interpolação espacial. Neste trabalho, foi utilizado o programa Quantum GIS 2.18 e o programa R na versão 3.5.1.

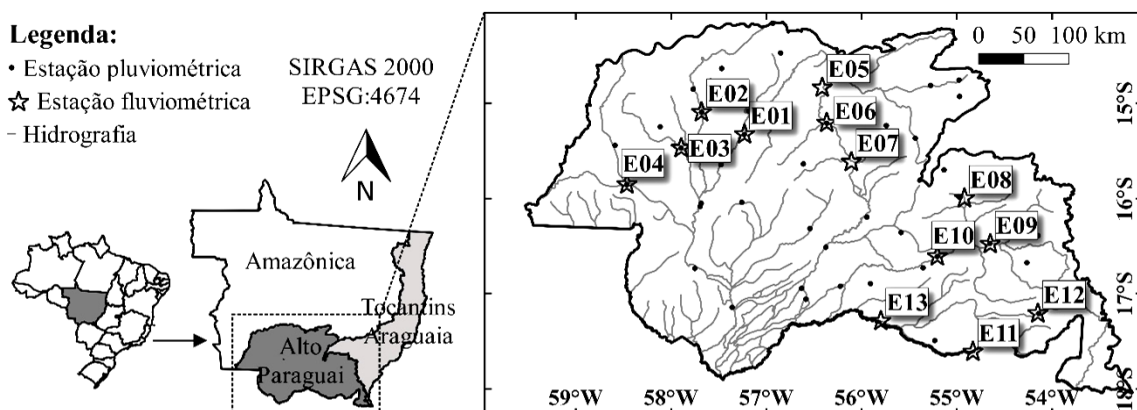


FIGURA 1. Área de estudo com as estações hidrométricas utilizadas. Fonte: Própria (2019).

Para a regionalização, foi selecionado o Método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), que tem como premissa a divisão em região hidrologicamente homogênea. Cada série de vazão teve seus valores adimensionalizados pela respectiva média, então foi construída a curva de permanência e aplicada a função logarítmica. Foi admitido que as bacias com comportamento hidrologicamente homogêneo possuem coeficientes angulares próximos. Dessa forma, elas foram divididas por análise de cluster pelo método de k-médias. Quando as equações de regressão entre as variáveis dependente e independentes de um grupo atingem coeficiente de determinação (r^2) superior a 0,90, ela é definida como uma Região Hidrologicamente Homogênea (RHH), caso contrário há a necessidade de subdivisão (BAZZO et al., 2017). Os modelos testados foram o linear, potencial, exponencial e logarítmico. A verificação do desempenho das equações de regionalização foi realizada pelos seguintes índices estatísticos: Erro Absoluto Médio, Raiz do Erro Quadrático Médio, viés, teste t de Student pareado ao nível de significância de 5%, coeficiente de Willmott e coeficiente de Nash-Sutcliffe.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: De acordo com Lamparter et al. (2018), a vegetação tem papel fundamental no ciclo hidrológico, pois ela está associada aos processos de transpiração, interceptação e infiltração da água pluvial. Nesse estudo a porcentagem de vegetação nativa remanescente foi praticamente a mesma nas bacias E08, E09, E10, E11, E12 e E13, que pode ser observada pela suavização da linha de tendência na FIGURA 2. Além disso, as bacias E05, E06 e E07 apresentaram cerca de 70% da área de drenagem coberta por vegetação nativa, indicando baixo índice de antropização. As bacias foram agrupadas em duas RHH: RHH1 (E01 - E07) e RHH2 (E08 - E13). Sendo que para a RHH1 o modelo de melhor ajuste foi o linear ($Q_{95} = -0,007 * A + 8,019 * VN - 0,193 * P$), enquanto que a RHH2 tanto o linear ($Q_{95} = 60,02 + 0,006 * A - 70,154 * FF$), quanto o potencial ($Q_{95} = 0,05 * A^{0,769} * FF^{-0,581}$) apresentaram bons ajustes. Em que, A corresponde à área em km^2 , FF é o fator de forma, VN é porcentagem de vegetação nativa remanescente média, P é a precipitação média em $mm \cdot ano^{-1}$. Destaca-se que foi possível incluir a componente vegetação nativa apenas na RHH1 e em simultaneidade com a precipitação. Isso valida a ideia que a vegetação tem papel fundamental na determinação da Q_{95} , pois a RHH2 é composta pelas bacias que tiveram pequena variação nos dados de vegetação, enquanto que na RHH1 há maior diversidade. Na avaliação de desempenho dos modelos, todos apresentaram coeficientes excelentes de acordo com Bazzo et al. (2017), sendo que a RHH1 teve coeficiente de Nash-Sutcliffe menor em relação aos demais. Quanto ao teste t de Student no nível de significância de 5%, os três modelos apresentaram como não significativos, ou seja, pode-se afirmar com 95% de certeza de que a média dos dados observados não diferem estatisticamente da média dos dados estimados. Apesar de não incluir a porcentagem de vegetação nativa remanescente, para a RHH2 tanto o modelo linear, quanto o potencial apresentaram bons resultados, sendo que o de melhor desempenho foi o linear, pois apresentou baixo EAM e REQM: $6,165 m^3 \cdot s^{-1}$ e $7,225 m^3 \cdot s^{-1}$, respectivamente.

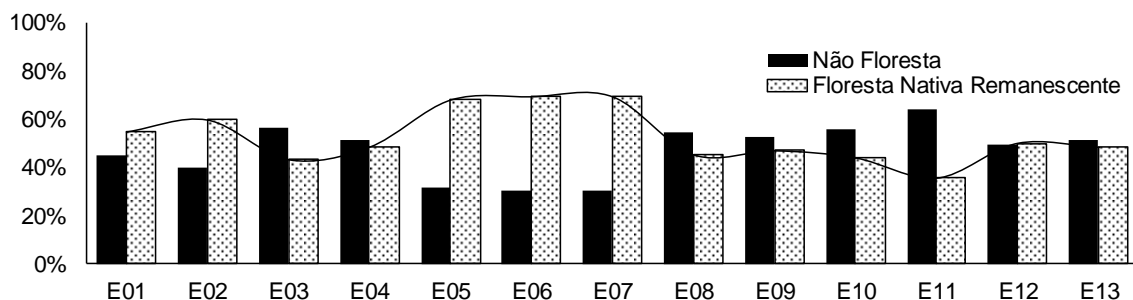


FIGURA 2. Dados de cobertura do solo nas bacias hidrográficas.

TABELA 1. Índices de desempenho dos modelos das RHHs.

RHH	Modelo	EAM	REQM	Viés	t	d	CNS
1	Linear	13,912	17,062	5,906	0,904 ^(ns)	0,929	0,939
2	Linear	6,165	7,225	-0,508	0,157 ^(ns)	0,995	0,999
	Potencial	25,081	31,707	-23,544	2,479 ^(ns)	0,892	0,962

EAM é o erro absoluto médio ($m^3 \cdot s^{-1}$); REQM é a raiz do erro quadrático médio ($m^3 \cdot s^{-1}$); t é o valor do teste de Student ao nível de significância de 5%; ns = não significativo; d é o coeficiente de Willmott; CNS é coeficiente de Nash-Sutcliffe.

CONCLUSÕES: A componente vegetação nativa remanescente pode ser incluída somente na RHH1, devido esta região ser menos antropizada do que a RHH2, evidenciando a importância da vegetação nos processos hidrológicos. E para que ela fosse inclusa no modelo, houve a necessidade de inclusão simultânea com a precipitação. Os três modelos definidos neste trabalho tiveram bons desempenho na determinação da vazão mínima de referência.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS: Modelos de referências:

ANA, Agência Nacional de Águas. **Hidroweb**. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>>. Acesso em: 1 jul. 2017.

BAZZO, K.R.; GUEDES, H.A.S.; CASTRO, A.S.; SIQUEIRA, T.M.; TEIXEIRA-GANDRA, C.F.A. Regionalização da vazão Q95: comparação de métodos para a bacia hidrográfica do Rio Taquari-Antas, RS. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 12, n. 5, p. 855–870, 2017.

ELETROBRÁS, Centrais Elétricas Brasileiras. **Metodologia para regionalização de vazões**. ed. Eletrobrás. Rio de Janeiro, 1985.

LAMPARTER, G.; NOBREGA, R.L.B.; KOVACS, K.; AMORIM, R.S.; GEROLD, G. Modelling hydrological impacts of agricultural expansion in two macro-catchments in Southern Amazonia. **Regional Environmental Change**, Berlin, v. 18, n. 1, p. 91–103, 2018.

MAPBIOMAS, Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil. **Google earth engine**. Disponível em: <<http://mapbiomas.org/>>. Acesso em: 2 jan. 2019.

SILVA, M.S.; BUENO, I.T.; ACERBI JUNIOR, F.W.; BORGES, L.A.C.; CALEGARIO, N. Avaliação da cobertura do solo como indicador de gestão de recursos hídricos: Um caso de estudo na sub-bacia do Córrego dos Bois, Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p. 445–452, 2017.

VALERIANO, M.M. **Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12 Anais... Goiânia: INPE, 2005, p. 3.595–3.602.

ZHANG, J.; HAN, D. Catchment Morphing (CM): a novel approach for runoff modelling in ungauged catchments. **Water Resources Research**, v. 53, n. 12, p. 10.899–10.907, 2017.