

## AVALIAÇÃO HIDROLÓGICA DAS PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO NO RIBEIRÃO DAS POSSES, EXTREMA-MG

HUGO DE CARVALHO RICARDO<sup>1</sup>, SÉRGIO NASCIMENTO DUARTE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mestrando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Depto de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, (19) 3447-6021, hugoricardo31@usp.br.

<sup>2</sup> Engo Agrônomo, Professor Associado, Depto. de Engenharia de Biossistemas, LEB-ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

Apresentado no  
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019  
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

**RESUMO:** A queda de qualidade e escassez de recursos têm impulsionado a aplicação de diferentes metodologias para a conservação hídrica, entre as quais o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é um instrumento econômico que garante o fornecimento e serviços ambientais aos usuários e recompensa os “provedores”, incentivando a proteção e o uso sustentável dos recursos naturais. No Brasil a principal referência das iniciativas de PSA é o Projeto Conservador das Águas (PCA). Acredita-se que as ações conservacionistas promovidas pelo projeto, entre elas a recuperação de áreas degradadas por atividades agrícolas, possam contribuir para promover aumentos significativos no volume de água presente nos mananciais da região. Neste contexto, o objetivo do estudo é analisar o comportamento da série histórica de dados fluviométricos da microbacia de Ribeirão das PosSES. Os parâmetros utilizados para a caracterização hidrológica são o Índice de Escoamento de Base (BFI) e Flashiness. A tendência de evolução entre os parâmetros foi determinada por intermédio do teste de Mann Kendall. Assim, após as análises realizadas, o estudo demonstrou uma melhoria em potencial nos indicadores hídricos da microbacia Ribeirão das PosSES.

**PALAVRAS-CHAVE:** Projeto Conservador das Águas; monitoramento hídrico; BFI.

### HYDROLOGICAL EVALUATION OF SOIL CONSERVATION PRACTICES IN RIBEIRÃO DAS POSSES, EXTREMA-MG

**ABSTRACT:** The fall in quality and scarcity of resources, have driven the application of different methodologies in water conservation, among of them the payment for environmental services (PSA). The payment for environmental services (PSA) is an economic tool that ensures the provision of environmental services to users and rewards the "providers", encouraging the protection and sustainable use of natural resources. In Brazil the main PSA reference is the Conservator Water Project (PCA). It is believed that the conservation actions promoted, among of them the recovery of degraded areas by agricultural activities, can contribute to promote significant volume water increases in the area. In this context, the objective of the study is to analyze the historical fluviometric series data the behavior of “Ribeirão das PosSES” watershed. The parameters used for the hydrological characterization are the Baseline Flow Index (BFI) and Flashiness. The trend of hydrological parameters evolution will be determined by means of the Mann Kendall test. Thus, after the analyzes carried out, the study proved the potential improvement of water indicators related to Ribeirão das PosSES microbasin.

**KEYWORDS:** Projeto Conservador das Águas; water monitoring; BFI

**INTRODUÇÃO:** O crescimento econômico e populacional, que têm ocorrido em detrimento de práticas conservacionistas, são apontados como os principais agentes responsáveis pela complexa crise relacionada aos recursos hídricos que o planeta enfrenta. Além do aumento da demanda de água para diversos setores usuários (irrigação, indústrias, abastecimento público), grande parte deste crescimento ocorre concomitante a degradação do solo, recurso intimamente ligado as questões hídricas. Detentor de um dos patrimônios hídricos mais importantes do planeta, o Brasil possui cerca de 12% da água disponível para consumo do mundo, e ainda assim milhões de pessoas não tem acesso digno à água, sendo cada vez mais comuns práticas de racionamento da mesma (BICUDO, 2015). A escassez de água manifesta-se mesmo em regiões como a zona metropolitana de São Paulo, e teve seu auge durante a “crise hídrica” de 2014 (CIRILO, 2015). Responsável por cerca de 50% do abastecimento total da zona metropolitana de São Paulo, o sistema Cantareira é alimentado pelo rio Jaguari, cuja as nascentes pertencem a região do extremo sul de Minas Gerais. A expansão pecuária da região, promoveu a remoção da cobertura florestal, para a implementação de pastagens, modificando assim as condições de infiltração, escoamento e recarga hídrica dos cursos d’água. Acredita-se que o manejo adequado dos cursos d’água passa pelo desenvolvimento de práticas de restauração ambiental e conservação do solo, como as realizadas pelo Programa Conservador das Águas (PCA), uma das iniciativas pioneiras de compensação financeira, que utiliza pagamentos por serviços ambientais (PSA), no País. Estas práticas têm importância crucial para a manutenção do escoamento de base, que é primordial na perenização dos rios, cuja existência está vinculada a condições satisfatórias para a produção de água nas nascentes (LIMA, 2010). Assim, recuperação de áreas de recarga degradadas do Sistema Cantareira, e a possibilidade de análise dos impactos de uma ação de restauração em larga escala, promovidas pelo PCA, impulsionam o interesse da comunidade científica para o estudo da influência de práticas conservacionistas nos recursos hídricos. Neste contexto, o objetivo do estudo foi analisar o comportamento da série histórica de dados fluviométricos da microbacia de Ribeirão das Posses, a partir da influência das práticas conservacionistas promovidas pelo PCA no comportamento hidrológico quantitativo da microbacia de Ribeirão das Posses. O estudo também contribuiu para o entendimento da relação entre escassez hídrica e os diferentes uso e ocupação do solo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A área de realização do estudo é a microbacia do Ribeirão das Posses, que está localizada no município de Extrema, extremo sul de Minas Gerais. A microbacia tem relevo variando entre 938 e 1739 m, com aproximadamente 12 km<sup>2</sup> divididos em 100 propriedades rurais; possui como atividades econômicas principais: agricultura de subsistência, pecuária de corte e leite, e chácaras de veraneio. Com precipitação média anual de 1477 mm.ano<sup>-1</sup>, a bacia foi selecionada para o estudo em razão de ser pioneira nas ações conservacionistas propostas pelo PCA. Os dados de precipitação e vazão foram obtidos pelo site HIDROWEB da Agência Nacional de Águas (ANA); estes são referentes ao córrego do Ribeirão das Posses. A estações têm como entidade responsável a ANA, sendo sua operação realizada pela Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM). Todas as estações fluviométricas (2) e pluviométricas (5) foram georreferenciadas em Sistema de Informação Geográfica (SIG), ArcGIS 10.2.2. É importante destacar que devido a mínima distância das estações pluviométricas de SITIO BELA VISTA e RECANTO DO RATINHO para as zonas limites da microbacia, estas foram utilizadas no desenvolvimento do trabalho.

O limite da bacia hidrográfica foi determinado por meio do citado SIG, em conjunto com o pacote Arc Hydro tools, e de um Modelo Digital de Elevação (MDE). O MDE referente a área de estudo foi construído por meio da união de imagens SRTM (4), que são disponibilizadas pelo United States Geological Survey (USGS) no endereço <http://gdex.cr.usgs.gov/gdex/>, e o preenchimento de falha dos dados de vazão foi constituído pelo método indireto, tendo como base o desenvolvimento de equações de regressão por meio dos dados diários de precipitação e

vazão do ano correspondente a falha. O método utilizado na separação do escoamento de base para as análises hidrológicas da região, foi o filtro digital recursivo, desenvolvido por Lyne e Hollick (1979). Utilizado em análises de sinais e processamento, o filtro também tem ampla aplicação na separação do deflúvio (Q) em escoamento de base (Qb) e escoamento direto (Qd) (RODRIGUES, 2017), tendo sua equação a seguinte forma:

$$Qd(i) = \alpha Qd(i-1) + (Q(i) - Q(i-1)) \frac{(1+\alpha)}{2} \quad (1)$$

Em que:

Qd (i) - escoamento direto (mm) no momento “i”; Q (i) - deflúvio diário (mm) no momento “i”;  $\alpha$  é o parâmetro de filtro com valor de 0,925 (NATHAN; MCMAHON, 1990).

$$Qb = Q - Qd \quad (2)$$

Em que:

Qb - escoamento base (mm);

Q - deflúvio ou escoamento total (mm); e

Qd - escoamento direto (mm).

Para a comparação dos resultados ao longo do período analisado, os valores médios diários de escoamento de base, deflúvio e precipitação, foram integrados no tempo, obtendo-se assim valores anuais, sendo estes valores anuais utilizados nos cálculos do índice de escoamento de base (BFI) e Flashiness.

$$BFI = \frac{Qb}{Q} \quad (3)$$

Em que:

BFI - Índice de escoamento de base;

O Flashiness (F), que é a velocidade com que a vazão aumenta ou diminui em relação a ocorrência de eventos de chuva, foi obtido por meio da razão entre o somatório anual das diferenças dos valores de vazão atuais e anteriores, e os valores atuais, de cada ano em questão.

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n |Qi - Qi-1|}{\sum_{i=1}^n Qi}$$

Em que:

F - Flashiness;

Q - Defluvio (mm);

Por fim, por meio do software Microsoft Excel 2016, com o auxílio do pacote XLSTAT para a realização do teste de Mann-Kendall, foi possível observar a variação dos parâmetros hidrológicos ao longo dos anos, e verificando assim seu comportamento associado as práticas conservacionistas adotadas na microbacia Ribeirão das Posses.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Figura 1 (A e B) é representado o comportamento dos parâmetros hidrológicos da microbacia do Ribeirão das posses, Índice de escoamento de base (BFI) e Flashiness, entres os anos de 2009 e 2015. O comportamento dos valores de BFI na figura 1, demonstram uma tendência de crescimento, ao longo dos anos de implementação de atividade de restauração e conservação florestal da região do Ribeirão das Posses. O valor do Flashiness demonstra uma tendencia de diminuição ao longo dos anos analisados. No caso do BFI a tendência da equação de regressão linear proposta, indica a possibilidade de contribuição da cobertura florestal conservada e restaurada da região no processo de recarga fluvial realizado por águas subterrâneas que garantem a perenidade do córrego da região.

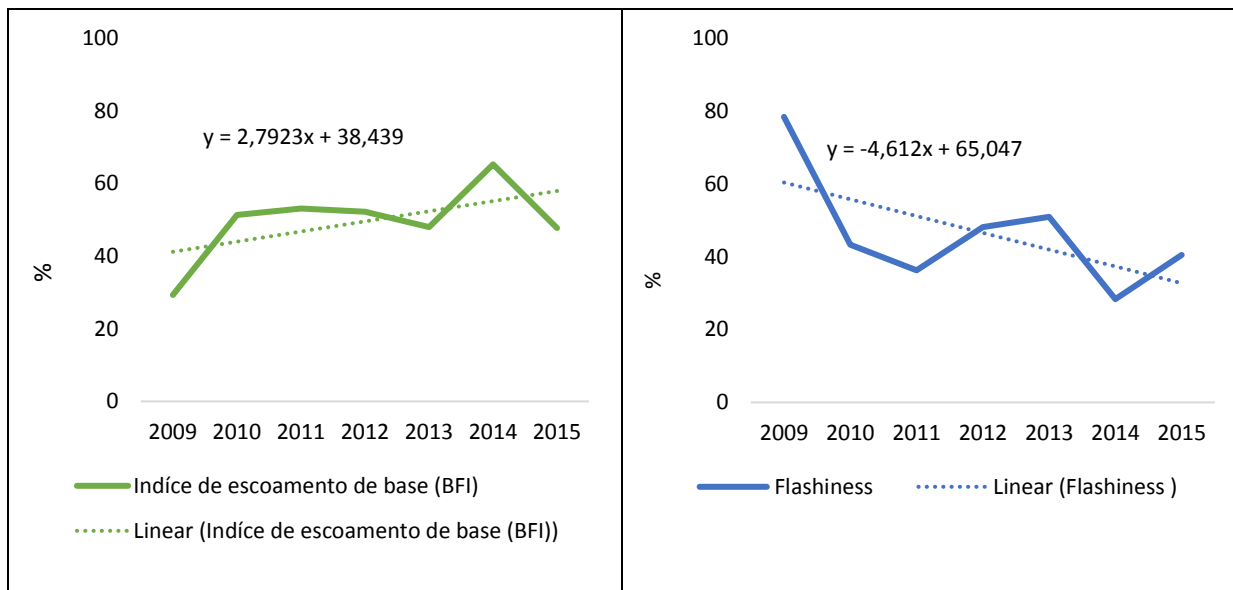


FIGURA 1. Valores anuais do BFI e Flashiness para o intervalo entre os anos de 2009 e 2015.

Sobre o ponto de vista do Flashiness, a potencial diminuição da velocidade de variação da vazão da microbacia analisada, indica uma menor probabilidade de fenômenos como a inundação da microbacia em questão.

**CONCLUSÕES:** A aplicação do teste de Mann-Kendall não indicou diferença significativa para os anos analisados em ambos os parâmetros. Apesar disso, os valores apresentados pelas regressões lineares indicam tendência de melhoria dos indicadores hidrológicos ao longo dos anos analisados. Desta forma, é importante a realização de estudos posteriores que possam avaliar a evolução dos indicadores hidrológicos nos anos subsequentes aos anos avaliados neste trabalho.

#### REFERÊNCIAS:

- BICUDO, C.E.M.; TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTUHL, M.C.B., orgs. B 583 a **Águas do Brasil: análises estratégicas** / Carlos E.de M. Bicudo; José G. Tundisi; Marcos C. Barnsley Scheuenstuhl – São Paulo, Instituto de Botânica, p. 224, 2010.
- CIRILO, J. A. **Crise hídrica: Desafios e superação**. Revista USP, Brasil, n. 106, p.45-58, sep.2015. ISSN2316-9036.
- LIMA, Walter de Paula; ZÁKIA, Maria José Brito. **Indicadores hidrológicos em áreas florestais**. Série Técnica IPEF, v.12, n.31, 1998. p.53-64.
- LYNE, V.; HOLLICK, M. **Stochastic time-variable rainfall-runoff modelling**. In: Institute of Engineers Australia National Conference. Canberra: Institute of Engineers Australia, 1979. p. 89–92.
- RODRIGUES, C. B. **Efeitos do manejo de florestas plantadas de *Eucalyptus* sobre os recursos hídricos superficiais na escala de microbacias hidrográficas**. 2017. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2017.
- WHATELY, M. **Cantareira 2006: Um olhar sobre o maior manancial de água da Região Metropolitana de São Paulo**/ Marussia Whately, Pilar Cunha. – São Paulo: Instituto Socioambiental, 2007.
- ZOLIN, C.A. **Análise e otimização de projetos de pagamentos por serviços ambientais (PSA) utilizando sistemas de informações geográficas (SIG): O caso de município de Extrema, MG**. 2010. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.