

COEFICIENTE DE DEPLEÇÃO COMO INDICADOR DE REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES EM NASCENTES NA REGIÃO SERRA DA MANTIQUEIRA, MG.

ANDRÉ FERREIRA RODRIGUES¹, GUSTAVO ALVES PEREIRA², ALISSON SOUZA OLIVEIRA³, CARLOS ROGÉRIO DE MELLO⁴.

¹Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, bolsista de Iniciação Científica, Departamento de Engenharia Agrícola, UFLA, Lavras-MG (35) 99828-5332, afrodrigues09@gmail.com.

²Graduando em Engenharia Agrícola, bolsista de Iniciação Científica, Departamento de Engenharia Agrícola, UFLA, Lavras-MG.

³Pós-doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Departamento de Engenharia Agrícola, UFLA, Lavras-MG.

⁴Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFLA, Lavras-MG.

Apresentado no XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016 24 a 28 de junho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: Em uma nascente é desejável que se tenha água em quantidade e qualidade compatíveis com o uso e que esta apresente pouca variação ao longo do tempo. Neste contexto, avaliou-se o comportamento da vazão no período de depleção do escoamento base em nascentes de uma bacia hidrográfica na Serra da Mantiqueira (L1 e L3 - pastagem) em associação à área de recarga, ao relevo, à cobertura vegetal e aos atributos físico-hídricos do solo. Para tanto, realizou-se a modelagem da vazão no período de depleção (Abril a Setembro) segundo o modelo de Maillet. Embora a L3 apresente atributos físico-hídricos do solo qualitativamente superiores em termo de infiltração (VTP = 57%; $\mu = 34\%$; $k_0 = 1,1$ m/dia e MO = 5,8%) em relação a L1 (VTP = 52%; $\mu = 31\%$; $k_0 = 0,4$ m/dia e MO = 3,6%), esta apresentou o maior valor do coeficiente de depleção, $\alpha = 0,0216 \text{ dia}^{-1}$ enquanto a L1, $\alpha = 0,0112$. Estes valores indicam menor regularização da vazão na L3, fato comprovado pela relação Q_t/Q_{t_0} , cujo valor foi de 0,008, ou seja, a vazão no final corresponde a 0,8% da vazão inicial. Já para nascente L1 esta relação foi de 0,139 ou 13,9% da vazão inicial, mostrando uma menor flutuação da vazão e conseqüentemente, maior regularização. Não se identificou relação entre uso e tipo de solo.

PALAVRAS-CHAVE: Regime de escoamento, Coeficiente de depleção, Sazonalidade.

COEFFICIENT OF DEPLETION AS FLOW INDICATOR IN SPRINGS OF THE MANTIQUEIRA RANGE REGION, MG.

ABSTRACT: In a spring, it is desirable to have water in quantity and quality to attend the intended use and, in addition, to present small variation over time. In this context, the recession flow behavior was evaluated in two springs belongs to Manriqueira Range region (L1 and L3 – pasture) in association with recharge area, topography, vegetation cover and soil-water-physical properties. For that, it was carried out the modeling of flow in the depletion period (April to September) according to Maillet model. Although the L3 spring present soil-water attributes with better quality from infiltration point of view (VTP = 57%; $\mu = 34\%$; $k_0 = 1.1$ m / day and MO = 5.8%) compared to L1 (VTP = 52% , $\mu = 31\%$; $k_0 = 0.4$ m / day and MO = 3.6%), it has presented the highest value of the coefficient of depletion ($\alpha = 0.0216 \text{ dia}^{-1}$), while L1, $\alpha = 0.0112$. These values indicate that L3 has less regulation flow capacity, which was demonstrated by the ratio Q_t / Q_{t_0} , whose value was 0.008. This means that, flow rate at the end of recession period corresponded to 0.8% of the initial flow. For L1 spring, this ratio was 0.139 or 13,9% of the initial flow, showing a smaller fluctuation in flow rate and consequently greater regulation. Not logged relationship between use and soil type

KEY-WORDS: Flow regime, Depletion coefficient, Seasonality.

INTRODUÇÃO: A quantidade e a qualidade da água em uma nascente são influenciadas principalmente pelo uso do solo, cobertura vegetal e relevo, o que influenciará seus atributos físico-hídricos, sendo estes, intimamente relacionados ao processo de infiltração, recarga e consequentemente, no regime de escoamento (PINHEIRO, et al. 2011; PINTO et al. 2004). Schuler (2003), estudando a influência de diferentes tipos de cobertura vegetal em microbacias no estado do Pará, observou redução na condutividade hidráulica e na porosidade do solo sob pastagem, em relação à floresta, proporcionando aumento do escoamento superficial e redução da infiltração. Segundo Menezes et al. (2009) em se tratando de nascentes, além da produção de água em quantidade e qualidade, é desejável que esta apresente pouca variação ao longo do ano. Neste contexto, a identificação dos aspectos críticos associados à manutenção da água, são condições básicas para o sucesso do planejamento da conservação e geração de escoamento. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o coeficiente de depleção como indicador de regularização da vazão, em duas nascentes inseridas na região da Serra da Mantiqueira – MG, associado à área de recarga, ao relevo, à cobertura vegetal, e aos atributos físico-hídricos do solo.

MATERIAIS E MÉTODOS: As nascentes estudadas denominadas, L1 e L3 situam-se na bacia do Ribeirão Lavrinha, localizada no município de Bocaina de Minas - MG, entre as coordenadas UTM 554105 e 557145 de longitude W e 7553647 e 7552021 de latitude S, altitudes entre as 1144 e 1739 m com área de drenagem de 6,87 km². Yanagi (2008) classificou preliminarmente o seu clima, como ArB'2a', sendo que a temperatura média no mês mais quente e no mês mais frio são 19°C e 11°C, respectivamente, com ocorrência de geadas. A área de recarga da nascente L1 apresenta o Cambissolo CX A fraco forte ondulado, com área de recarga/drenagem 7,24 ha, com a predominância do relevo fortemente ondulado (67,2% da área) com declividade média de 28,7%. Com relação ao uso do solo predominante esta apresenta 92,9% de sua área com pastagem, 6,9% de samambaia e 0,2% de mata nativa (Silva, 2009). Os atributos físico-hídricos Volume Total de Poros (VTP = 52%), Porosidade drenável ($\mu = 31\%$), Condutividade hidráulica ($K_0 = 0,4$ m/dia) e Matéria Orgânica (3,6%) (Junqueira Júnior, 2006). Já nascente L3 apresenta o Cambissolo CX A moderado forte ondulado, e uma área de recarga/drenagem de 0,87 ha, com predominância de relevo fortemente ondulado (29,9% da área) apresentando uma declividade média de 38,7% (Silva (2009). O uso do solo é pastagem em 99% de sua área e 1% de mata nativa. Os atributos físico-hídricos Volume Total de Poros (VTP = 57%), Porosidade drenável ($\mu = 34\%$), Condutividade hidráulica ($K_0 = 1,1$ m/dia) e Matéria Orgânica (5,8%) (Junqueira Júnior, 2006). Para monitoramento da vazão e caracterização do regime de escoamento, a vazão foi quantificada utilizando-se de medidor de vazão modelo WSC Flume, com frequência aproximadamente quinzenal, no período entre outubro de 2009 e outubro de 2010, sendo que, sempre, a vazão medida correspondeu ao escoamento de base, ou seja, não houve contribuição do escoamento superficial direto. Para cada nascente no período de abril a setembro (início e fim do período de seca), foi estimada a equação de decaimento das vazões, Equação (01) conforme Modelo de Maillet (CASTANY, 1967), ajustando-se os coeficientes com o emprego da ferramenta SOLVER – Excell[®] e opção, método de Newton Raphson, e para verificar a qualidade do ajuste o coeficiente de determinação (R^2).

$$Q_t = Q_{t_0} \cdot \exp[-\alpha \cdot (t - t_0)] \quad (01)$$

em que Q é a vazão (L³T⁻¹) da nascente; α é o coeficiente de recessão (T⁻¹), representa a taxa de decaimento da vazão com o tempo, t_0 é o dia Juliano correspondente ao início do período

de depleção do escoamento subterrâneo e t é o dia Juliano para o qual se deseja estimar a vazão, sendo que $t \geq t_0$.

RESULTADOS E DISCUSSÕES: Devido à predominância da cobertura vegetal na forma de pastagem nas áreas de recarga das nascentes, nada se pôde concluir sobre este aspecto. Embora a área de recarga da nascente L1 apresente os atributos físico-hídricos do solo menos favoráveis ao processo de infiltração em relação à área de recarga da nascente L3, o fato de apresentar o maior porte da área, ou seja, maior reservatório e a menor declividade média, fatores que se integram para o aumento do tempo de oportunidade para que ocorra a infiltração, e conseqüentemente a recarga do aquífero superficial, esta, apresentou os maiores valores para os indicadores do regime de escoamento. A Tabela 1 e a Figura 1 apresentam a relação entre Q_t/Q_{t_0} e informações sobre as hidrográficas de depleção das vazões e respectivas equações para cada nascente. Com relação à vazão no início do período de recessão (Q_{t_0}) que reflete a influencia do período de recarga que o antecede, constata-se que os valores guardam relação direta com as áreas de recarga, quanto maior a área, maior a vazão. Em relação ao coeficiente de decaimento da vazão com o tempo (α), o comportamento segue a mesma lógica, porém em sentido inverso. Neste caso o porte da área é também uma indicação do porte do reservatório a ser drenado pela nascente, e quanto maior ele for, maior será sua inércia, e, portanto, menores variações ao longo do tempo. Esta consideração se confirma ao analisar os valores da relação Q_t/Q_{t_0} cujo maior valor ocorrido na nascente L1 (0,139) significa que ao final do período de depleção a vazão é aproximadamente 14% da inicial, e está vinculado ao menor valor de α (0,0112 dia⁻¹), ou seja, maior regularização da vazão. Opostamente a relação Q_t/Q_{t_0} apresenta seu menor valor para a nascente L3 (0,008) mostrando que ao final do período a vazão é apenas 0,8% da inicial, representando uma acentuada exaustão do volume do reservatório, e está vinculado ao maior valor de α (0,0216 dia⁻¹).

TABELA 1 Parâmetros característicos do período de depleção.

Nascentes	α (dia ⁻¹)	$Q_{t_0(20/03)}$	$Q_{t(16/10)}$	(Q_t/Q_{t_0})
L1	0,0112	2,16	0,30	0,139
L3	0,0216	0,12	0,001	0,008

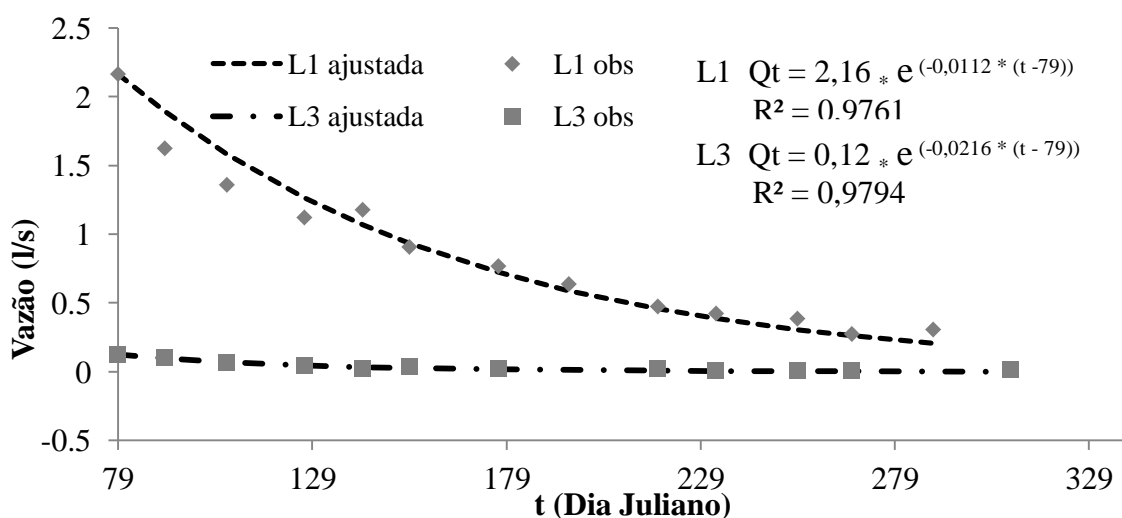


FIGURA 1 Curva de depleção das vazões das nascentes L1 e L3.

CONCLUSÕES: O Cambissolo CX A fraco forte ondulado associado ao porte da área de recarga/drenagem e à menor declividade média, ocorridos na área da nascente L1, influenciou positivamente os indicadores do regime de escoamento. O porte da área de recarga guarda relação inversa com o coeficiente de depleção (α), ou seja, quanto maior o porte da área menor o coeficiente e consequentemente, maior o grau de regularização da vazão, fato o corrido na área da nascente L1.

AGRADECIMENTOS: Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo financiamento do projeto de pesquisa e concessão da bolsa de estudos essencial para o desenvolvimento do trabalho.

REFERENCIAS

- PINHEIRO, R. C., TONELLO, K. C., VALENTE, R. O. A. V., MINGOTI, R., SANTOS, I. P. Ocupação e caracterização hidrológica da microbacia do Córrego Ipaneminha, Sorocaba-Sp. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 3, p. 234-245, julho/set. 2011.
- PINTO, V.A.P.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; FERREIRA, E. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba. n.65, p.197-206, jun. 2004.
- MENEZES, M. D.; JUNQUEIRA JÚNIOR, J. A.; MELLO, C. R.; SILVA, A. M.; CURI, N.; MARQUES, J. J. Dinâmica hidrológica de duas nascentes, associada ao uso do solo, características pedológicas e atributos físico-hídricos na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Lavrinha – Serra da Mantiqueira (MG). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 82, p. 175-184, jun. 2009.
- SCHULER, A.E. **Fluxos hidrológicos em microbacias com floresta e pastagem na Amazônia Oriental, Paragominas, Pará**. 2003. 119p. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- JUNQUEIRA JÚNIOR, J. A. **Escoamento de nascentes associado à variabilidade espacial de atributos físicos e uso do solo em uma bacia hidrográfica de cabeceira do Rio Grande, MG**. 2006. 84 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- SILVA, L. A. **Regime de escoamento e recarga subterrânea de nascentes na região do Alto Rio Grande, MG**, 2009. 134p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- YANAGI, S. M. N. Estruturação do banco de dados, análises e caracterização climática da região do Alto Rio Grande, MG. Lavras: **Relatório de Atividades apresentado à FAPEMIG**, 2008. 103p.