

COEFICIENTE DE DEPLEÇÃO COMO INDICADOR DE REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES EM NASCENTES NA REGIÃO ALTO DO RIO GRANDE, MG

GUSTAVO ALVES PEREIRA¹, ANDRÉ FERREIRA RODRIGUES², ALISSON SOUZA DE OLIVEIRA³, CARLOS ROGÉRIO DE MELLO⁴.

¹Graduando em Engenharia Agrícola, bolsista de Iniciação Científica, Departamento de Engenharia Agrícola, UFLA, Lavras-MG (35) 99977-0573, gustavo.tiguto@gmail.com.

²Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, 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: Uma nascente é o ponto de afloramento do lençol freático, sendo de grande importância que esta tenha água em quantidade e qualidade. Neste contexto, avaliou-se o comportamento da vazão no período de depleção nas nascentes L2 e L4 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 mesma no período de depleção (Abril a Setembro) segundo Modelo de Maillet. A nascente L4 apresentou o menor coeficiente de depleção, ($L4 \alpha = 0,0069$ e $L2 \alpha = 0,0197$) o que significa maior capacidade de regularização da vazão. Fato comprovado quando se analisa a relação Q_t/Q_{t0} , onde a L4 apresenta um valor de 0,23, ou seja, a vazão no final do período de depleção corresponde a 23% da vazão no início desse período. Já para a L2 esta relação foi 0,016 ou 1,6%. Os melhores resultados na L4 se dão devido ao uso do solo (54,6% entre mata nativa e eucalipto); melhores valores dos atributos físico-hídricos e maior porte de área ($L1 = 5,14$ ha e $L2 = 2,43$ ha), conseqüentemente maior reservatório e inércia em drenagem, proporcionando uma vazão mais regularizada ao longo do tempo.

PALAVRAS-CHAVE: Regime de escoamento, Modelo de Maillet, Nascentes.

DEPLETION COEFFICIENT AS FLOW INDICATOR IN SPRINGS IN THE HIGH REGION OF RIO GRANDE, MG

ABSTRACT: A spring is the groundwater outcrop and it is desirable to have water in quality and quantity. In this context, this study has evaluated the flow behavior in the depletion period of L2 and L4 springs in association with the recharge area, the relief, the vegetation cover and water-physical soil properties. For that, it was carried out the modeling in the depletion period (April to September) according to Maillet. The L4 spring has shown the lowest depletion coefficient ($\alpha = 0.0069$ L4 and $L2 \alpha = 0.0197$) which means higher flow capacity regulation. It is proved when analyzed the ratio Q_t / Q_{t0} whose L4 value was 0.23, that is, the flow rate at the end of the recession period corresponds to 23% of the initial flow. On the other hand L2 ratio was 0.016 or 1.6%. The best results in L4 are due to land use (54.6% of native forest and eucalyptus), better soil-water attributes and larger area ($L1 = 5.14$ h and 2.43 h), consequently bigger drain reservoir, providing more regulated flow over time.

KEY-WORDS: Flow regime, Maillet model, Springs.

INTRODUÇÃO: Segundo Pinto (2003), nascente é ponto onde ocorre o afloramento do lençol freático superficial, também conhecida como mina, fio d'água ou olho d'água. Na maioria das vezes ocorrem nas chamadas bacias hidrográficas de cabeceira (ALVARENGA, 2004). A água que jorra de uma nascente pode formar grandes cursos d'água, fundamentais para o abastecimento urbano, agrícola, geração de energia, dentre outras funções, daí a grande importância em sua preservação e conservação, garantindo que não haverá redução na disponibilidade deste recurso para os diversos usos (Castro, 2001). Em uma nascente é desejável que se tenha água em abundância e que sua vazão apresente pouca variação ao longo do ano, para tanto, é de fundamental importância o manejo adequado de sua área de recarga/drenagem. 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. Diante do exposto, 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 denominadas L2 (coordenada UTM 553991,300 W, 7553541,172 S) e L4 (coordenada UTM 555503,214 W, 7552521,344 S) situam-se na bacia do Ribeirão Lavrinha, localizada no município de Bocaina de Minas - MG. Apresenta altitudes entre as 1144 e 1739 m e área de drenagem de 6,87 km². Yanagi (2008) classificou preliminarmente o seu clima, como ArB₂a', 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 L2 apresenta o Cambissolo CX A fraco forte ondulado, com área de recarga/drenagem 2,43 ha, com a predominância do relevo fortemente ondulado (57,3% da área) com declividade média de 33,9%. Com relação ao uso do solo predominante esta apresenta 67,1% de sua área com mata nativa e 32,9% de pastagem (Silva, 2009). Os atributos físico-hídricos Volume Total de Poros (VTP = 55%), Porosidade drenável ($\mu = 30\%$), Condutividade hidráulica ($K_0 = 0,3$ m/dia) e Matéria Orgânica (3,6%) (Junqueira Júnior, 2006). Já nascente L4 apresenta o Cambissolo CX A moderado forte ondulado, e uma área de recarga/drenagem de 5,14 ha, com predominância de relevo fortemente ondulado (62,0% da área) apresentando uma declividade média de 37,1% (Silva (2009). O uso do solo apresenta 45,4% de pastagem, 31,4% de mata nativa e 23,2% de eucalipto. Os atributos físico-hídricos Volume Total de Poros (VTP = 54%), Porosidade drenável ($\mu = 32\%$), Condutividade hidráulica ($K_0 = 1,05$ m/dia) e Matéria Orgânica (4,6%) (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: A área de recarga/drenagem da nascente L4 apresenta um relevo mais acidentado (62,0%) com a maior declividade média (37,1%) em relação à área de recarga/drenagem da nascente L2, fatos desfavoráveis ao processo de infiltração, recarga e consequentemente, geração de escoamento. Porém, o maior porte de sua área (5,14 ha) associado a maior área com vegetação de grande porte (mata nativa e eucalipto), contribuíram para que o solo apresentasse os melhores valores dos atributos físico-hídricos, favorecendo o processo de infiltração e geração de escoamento. Fato comprovado quando se analisa a vazão no início do período de recessão. Na Tabela 1 e a Figura 1 apresentam vazão no início do período de recessão, 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 L4 (0,230) significa que ao final do período de depleção a vazão é aproximadamente 23% da inicial, e está vinculado ao menor valor de α (0,0069 dia⁻¹), ou seja, maior regularização da vazão. Opostamente a relação Q_t/Q_{t_0} apresenta seu menor valor para a nascente L2 (0,016) mostrando que ao final do período a vazão é apenas 1,6% da inicial, representando uma acentuada exaustão do volume do reservatório, e está vinculado ao maior valor de α (0,0197 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})
L2	0,0197	1,01	0,016	0,016
L4	0,0069	2,74	0,63	0,23

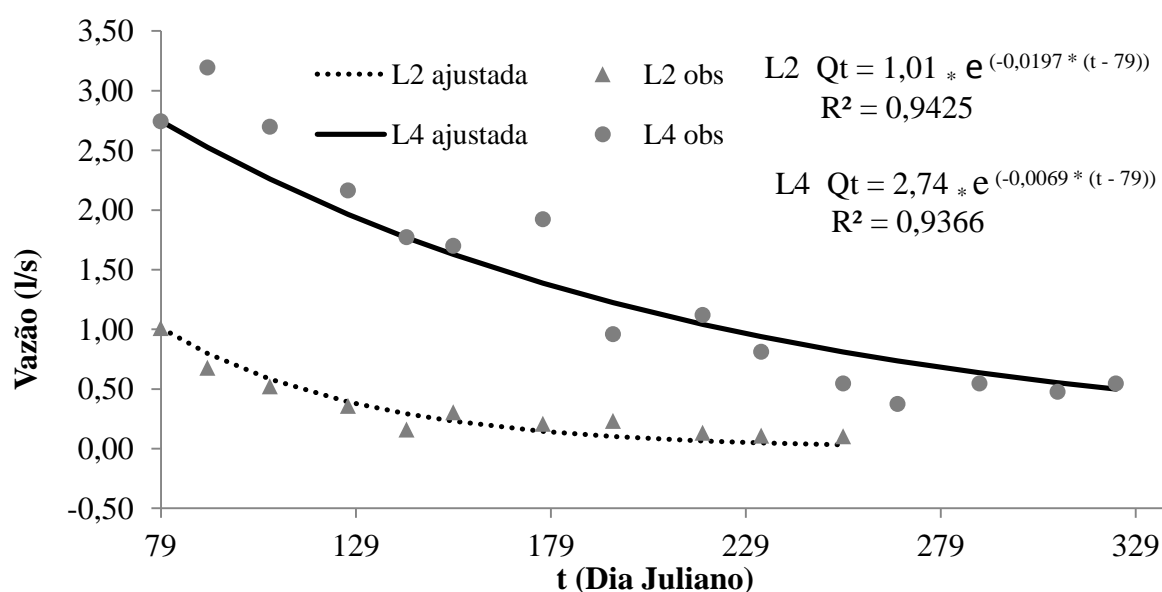


FIGURA 1 Curva de depleção das vazões das nascentes L2 e L4.

CONCLUSÕES: Foi evidenciado o efeito do porte da área de recarga/drenagem, dos atributos físico-hídricos do solo e da cobertura vegetal de grande porte nos indicadores do regime de escoamento das nascentes. O porte da área de recarga evidenciou sua influência positiva sobre os indicadores vazão no início do período de depleção e sobre o grau de regularização do regime de escoamento (nascente L4). A nascente sob a menor área de influência apresentou os piores valores para estes indicadores (nascente L2). 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 conseqüentemente, maior o grau de regularização da vazão, fato observado na área da nascente L4.

AGRADECIMENTOS: Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo financiamento do projeto de pesquisa e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG pela concessão da bolsa de estudos essencial para o desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, A.P. **Avaliação inicial da recuperação de mata ciliar em nascentes**. 2004. 175 p. Dissertação (Mestrado em Manejo Ambiental) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- CASTRO, P. S.; LOPES, J. D. S. Recuperação e conservação de nascentes. Centro de Produções Técnicas. Serie Saneamento e Meio-Ambiente, Manual nº 296. Viçosa, 84p., 2001.
- 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.
- PINTO, L. V. A. Caracterização física da sub-bacia do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG, e proposta de recuperação de suas nascentes. 2003. 165 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-UFLA, Lavras, MG.