



## **RECARGA DO LENÇOL FREÁTICO EM NASCENTES EM AMBIENTES DISTINTOS NA REGIÃO DO ALTO RIO GRANDE**

Alisson Souza de Oliveira<sup>1</sup>

Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques<sup>2</sup>

Fernando Nunes de Oliveira<sup>3</sup>

### **Recursos Hídricos e Qualidade da Água**

#### *Resumo*

O monitoramento de aquíferos é praticado há décadas e intensificou-se nos últimos anos devido aos problemas crescentes da contaminação dos aquíferos, da superexploração e de suas consequências ambientais. Diante disto, neste trabalho objetivou-se estimar a recarga direta do aquífero utilizando-se o método de flutuação das superfícies livres (*Water Table Fluctuation - WTF*), para tanto, o método utiliza dados de monitoramento da variação do nível do aquífero e a porosidade drenável (*Sy*) do solo. O balanço hídrico subterrâneo assume a recarga direta estimada pelo método WTF como sendo a entrada de água no sistema e as saídas como sendo o escoamento de base e a recarga profunda. A nascente L1 apresentou maior recarga direta, mesmo possuindo condições de solo, atributos físico-hídricos e relevo desfavoráveis ao processo de recarga do aquífero, já a nascente M1, onde todos os fatores são favoráveis, a recarga foi 30,8% menor, fato atribuído a grande discrepância entre o volume precipitado entre as áreas de recarga. A nascente L1 apresentou maior capacidade de regularização, consequência da maior participação do deflúvio base na precipitação. Nada se pode inferir sobre a influência do uso do solo devido às áreas de recargas apresentarem características semelhantes.

**Palavras-chave:** Nascentes; Recarga de aquífero; Método WTF.

---

<sup>1</sup>Prof. Dr. Universidade Vale do Rio Verde – Mestrado Profissional em Sustentabilidade em Recursos Hídricos, [alissonso@hotmail.com](mailto:alissonso@hotmail.com).

<sup>2</sup>Prof. Dr. Universidade Vale do Rio Verde – Mestrado Profissional em Sustentabilidade em Recursos Hídricos, [roeflorestal@hotmail.com](mailto:roeflorestal@hotmail.com).

<sup>3</sup>Discente do programa de Mestrado Profissional em Sustentabilidade em Recursos Hídricos, da Universidade Vale do Rio Verde, [fernnuol@gmail.com](mailto:fernnuol@gmail.com).



## INTRODUÇÃO

O Brasil ainda apresenta uma deficiência séria no conhecimento do potencial hídrico de seus aquíferos, seu estágio de exploração e a qualidade das suas águas. Os estudos regionais são poucos e encontram-se defasados. Assim, o estudo das águas subterrâneas é extremamente importante, não somente pela carência de conhecimentos científicos a respeito das águas subterrâneas no Brasil, como também pelo uso, que na maioria das vezes é feito de forma incorreta e desmedida, o que de certa forma pode prejudicar o acesso a este bem pelas futuras gerações.

Diante da importância dos recursos hídricos, objetivou-se neste trabalho realizar a estimativa da recarga subterrânea direta pelo método da Flutuação da Superfície Livre (*Water Table Fluctuation* - WTF) e a realização de um balanço hídrico na zona não saturada do solo na área de recarga de uma nascente na região da Serra da Mantiqueira.

## METODOLOGIA

A nascente denominada L1 (coordenada UTM 554198,119 L, 7553658,845 S) situa-se na bacia do Ribeirão Lavrinha na Serra da Mantiqueira, que se localiza no município de Bocaina de Minas – MG. Possui uma área de 7,24 ha dos quais 92,9% está ocupado com pastagem, sendo os demais 6,9% correspondendo à samambaia silvestre e 0,2% de mata nativa. Predominância do relevo fortemente ondulado em 67,2% de sua área, sendo os demais 19,5; 10,9; 1,6; 0,7 e 0,1% para relevo ondulado, montanhoso, suavemente ondulado, plano e fortemente montanhoso (Silva, 2009). Declividade média de 28,7% (Silva, 2009). Domínio do Cambissolo CX A fraco forte ondulado, com a Condutividade hidráulica ( $k_0$ ) = 0,4 m/dia, a Matéria orgânica (MO) = 3,6% e o Volume total de poros (VTP) = 52% (JUNQUEIRA JÚNIOR, 2006).

A nascente M1 (coordenada UTM 551328,373 m L, 7650657,297 m S) situa-se na bacia do Ribeirão Marcela nos Campos das Vertentes, município de Nazareno, MG. Possui área de 26,4 ha sendo ocupada por pastagem em 66,7% da área, 22,4% de milho, 7,8% rodovia BR 265, 2,9% por várzea onde se inicia a drenagem do aquífero formando um tributário e 0,2% por mata nativa rala e esparsa (Silva, 2009). Declividade média de

12,1%, com 65,6% da área de recarga com relevo ondulado, 22,0% relevo fortemente ondulado; 9,5% suavemente ondulado; 2,1% montanhoso e 0,7% relevo plano (SILVA, 2009). Aproximadamente 75% de sua área é Latossolo Vermelho Amarelo e pequena participação do Latossolo Vermelho distroférico típico e os 25% restantes o Cambissolo. Condutividade hidráulica ( $k_0$ ) = 0,6 m/dia, Matéria orgânica (MO) = 2,5% e o Volume total de poros (VTP) = 54% (GOMES, 2005).

A estimativa da recarga do aquífero foi feita pelo método WTF (*Water Table Fluctuation*), sendo a recarga direta estimada pela análise da variação do nível do aquífero. A partir dos níveis do aquífero é possível determinar as variações do nível d'água subterrâneo ( $\Delta h$ ) a serem consideradas no cálculo da recarga pela Equação 1:

$$R_d = S_y \cdot \frac{dh}{dt} = S_y \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t} \quad (1)$$

em que  $R_d$  é a recarga (mm),  $S_y$  é a porosidade drenável;  $\Delta h$  é a variação do nível do aquífero (mm) que foi identificado graficamente com o auxílio do software AutoCAD®, e o  $\Delta t$  é o intervalo em dias entre o pico de subida e o ponto mais baixo da curva de recessão em cada evento de recarga.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de recarga da nascente L1 apresentou uma variação do nível d'água ( $\Delta h$ ) de 2956 mm/ano, já a área de recarga da nascente M1 a variação de nível d'água foi de 1823 mm/ano. A porosidade drenável ( $S_y$ ) estimada foi de  $S_y = 0,105$  e  $S_y = 0,125$  respectivamente para as áreas de recarga das nascentes, L1 e M1. A variação de armazenamento ( $\Delta S$ ) para a área de recarga da nascente L1 foi de -64,1 mm/ano e para a área de recarga da nascente M1 foi -17,4 mm/ano. O valor negativo da variação do armazenamento indica uma deficiência de 54,05 e 17,4 mm em lâmina de água equivalente respectivamente nas áreas de recarga das nascentes L1 e M1. A recarga direta ( $R_d$ ) foi estimada em 310,4 mm para a área de recarga da nascente L1 correspondendo a 12,5% do total precipitado no período, 2485 mm. Já para a área de recarga da nascente M1 a recarga direta foi de 214,8 mm correspondendo a 11% do total precipitado, 1955 mm. Conforme já mencionado, a área de recarga da nascente L1 apresenta menor porte,



ou seja, menor capacidade de armazenamento de água, maior declividade média e menores valores dos atributos físico-hídricos do solo, superando apenas a MO quando comparada a área de recarga da nascente M1. Além de apresentar os menores valores dos atributos físico-hídricos diretamente relacionados com o processo de infiltração de água no solo e conseqüentemente, recarga do aquífero, ocorre em sua área de recarga a predominância do Cambissolo CX A fraco forte ondulado que segundo alguns autores apresenta baixo potencial de recarga do aquífero (MENEZES et al., 2009). Mesmo sendo considerado um solo que apresenta baixo potencial de recarga do aquífero, a recarga direta estimada foi 30,8% maior do que a recarga direta estimada para a nascente M1, cujos atributos físico-hídricos são mais favoráveis à recarga do aquífero, além de apresentar em sua área de recarga o predomínio do Latossolo Vermelho Amarelo, que é um solo mais intemperizado, estruturado sendo que estas qualidades contribuiriam para um maior potencial de recarga, o que não foi observado. Portanto, o Cambissolo associado aos elevados índices pluviométricos promoveu maior recarga do aquífero. Com relação à cobertura vegetal a área de recarga das nascentes não se observou relação direta da cobertura vegetal na recarga, pois ambas apresentam grande área com pastagem, e mesma porcentagem de mata, porém, na área de recarga da nascente M1 ocorre o cultivo do milho em 22,4% de sua área, promovendo maior evapotranspiração o que provavelmente pode afetar a recarga do aquífero. A estimativa da recarga profunda pode ser verificada na Tabela 1, onde pode ser visualizado que a nascente L1 tem maior capacidade de regularização natural da vazão, pois o deflúvio base anual ( $q_b$ ) representa 20,72% do total precipitado, enquanto a nascente M1 apresenta o percentual de apenas 12,50%.

**Tabela 1.** Componentes do balanço hídrico na zona saturada do solo.

Componentes do balanço	Nascente L1	Nascente M1
<b>Recarga Direta (<math>R_d</math>) (mm/ano)</b>	310,4	214,8
<b><math>\Delta S</math> (mm/ano)</b>	-64,1	-17,4
<b>Deflúvio base anual (<math>q_b</math>) (mm/ano)</b>	514,9	244,4
<b>Recarga Profunda (<math>R_p</math>) (mm/ano)</b>	-140,5	-12,2

Ainda analisando a Tabela 1 observa-se que a recarga profunda (aquela que

efetivamente pode recarregar o aquífero) foi estimada em 140,5 mm/ano na área de recarga da nascente L1 e de apenas 12,2 mm/ano para a área de recarga da nascente M1.

## CONCLUSÕES

A nascente L1 apresentou maior recarga direta, mesmo possuindo condições de solo, atributos físico-hídricos e relevo desfavoráveis ao processo de recarga do aquífero, já a nascente M1, onde todos os fatores são favoráveis, a recarga foi 30,8% menor, fato atribuído a grande discrepância entre o volume precipitado entre as áreas de recarga. A nascente L1 apresentou maior capacidade de regularização, consequência da maior participação do deflúvio base na precipitação. Nada se pode inferir sobre a influência do uso do solo devido às áreas de recargas apresentarem características semelhantes.

## REFERÊNCIAS

GOMES, N. M. **Variabilidade espacial de atributos físico-hídricos do solo da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Marcela na Região do Alto Rio Grande, MG.** 2005. 124 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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, 2006.

MENEZES, M. D.; JUNQUEIRA JÚNIOR, J. A.; MELLO, C. R.; SILVA, A. M.; CURTI, 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.

SILVA, L. A. **Regime de escoamento e recarga subterrânea de nascentes na região do Alto Rio Grande, MG,** 2009. 134 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

WENDLAND, E.; BARRETO, C.; GOMES, L. H. Water balance in the Guarani aquifer outcrop zone based on hydrogeologic monitoring. **Journal of Hydrology**, Wellington, v. 342, p. 261–269, 2007.