

# COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DE DUAS NASCENTES ASSOCIADAS AO USO DO SOLO NUMA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DE CABECEIRA

José Alves Junqueira Júnior.<sup>1</sup>; Carlos Rogério de Mello<sup>2</sup>; Antônio Marciano da Silva<sup>3</sup>.

**RESUMO:** A água é um componente essencial à vida, foco de várias pesquisas quanto ao uso, qualidade e recarga subterrânea. Estudos sobre a caracterização de solos em áreas de recarga, podem indicar a qualidade do uso da terra pelo homem. Neste trabalho monitorou-se o comportamento hidrológico de duas nascentes, associando-o ao uso atual do solo e à variabilidade espacial dos seus atributos físicos-hídricos nas áreas de recarga das mesmas. Para tanto, foram selecionadas duas nascentes em condições distintas de ocupação do solo e sob domínio da mesma unidade pedológica. A vazão foi mensurada pelos métodos direto e medidor flume, as áreas de recarga com aparelho GPS e a variabilidade espacial dos atributos mapeada por krigagem. O mapa de uso atual do solo foi gerado a partir de imagem de satélite Landsat de outubro de 2005. A geoestatística mostrou-se capaz de representar a realidade em termos de caracterização físico-hídrica nas áreas de recarga. A utilização de práticas que levam à diminuição da infiltração da água no solo, ou, que tendam a aumentar o escoamento superficial direto, podem diminuir a vazão das nascentes ou até mesmo comprometer a existência das mesmas.

**Abstract:** Water is essential for life, and it is known that some scientific research related to its use, quality and underground recharge have received special attention. Studies for physical-hydric characterization in springs recharge areas are very important, and they can indicate soil use quality. The purpose of this work was to monitor the hydrological behavior of two springs in headwater watershed representative of Serra da Mantiqueira region, associating to the current soil use and spatial variability of soil attributes in recharge areas of springs that belong to the watershed of Ribeirão Lavrinhas. Two springs in specific conditions of soil use in same soil pedologic unit had been selected. Flow base was monitored by direct and flume methods, recharge areas were determined with GPS device and spatial variability of soil attributes by kriging. Current soil use map was generated from Landsat satellite image of October, 2005. Geoestatistic analyses have demonstrated being able to represent soil attributes

---

<sup>1</sup> Prof. MSc. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso-Campus Juína – [junqueirajunior@yahoo.com.br](mailto:junqueirajunior@yahoo.com.br) – Av. Loderites Rosa Correia 326, módulo 3, Juína MT, 78320000.

<sup>2</sup> Prof. Adjunto da Universidade Federal de Lavras, Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. [crmello@ufla.br](mailto:crmello@ufla.br)

<sup>3</sup> Prof. Titular da Universidade Federal de Lavras, Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. [marciano@ufla.br](mailto:marciano@ufla.br)

characterization in recharge areas. Soil management practices which lead to reduction of soil water infiltration and to increase the surface runoff can reduce the springs flow base, compromising the perennial flow in that conservation units.

Palavras chave: Área de recarga, infiltração, nascente.

## 1 - INTRODUÇÃO

A degradação dos recursos naturais, principalmente solo e água, vêm crescendo de forma alarmante, atingindo níveis críticos que refletem no assoreamento dos cursos e espelhos d'água e na deterioração do meio ambiente. A água é um componente essencial à vida, sendo foco principal para várias propostas de uso, estudos e base para a caracterização e proteção dos ecossistemas. Além de servir a diversos usos, a água é indicador de qualidade do manejo da terra pelo homem.

O emprego deste recurso para diversas finalidades tem diminuído consideravelmente sua disponibilidade, gerando desafios para se lidar com a escassez em muitas regiões e países. Estudos sobre o uso e ocupação do solo em áreas de recarga de nascentes são cada vez mais necessários, haja vista que, atualmente, estudos referentes à dinâmica da água em áreas de recarga ainda são bastante escassos.

Com estas considerações, ressalta-se a importância de estudos científicos sobre controle ambiental, com aplicação aos estudos de regiões hidrológicas e maior conscientização e envolvimento da sociedade nos desafios referentes à gestão dos recursos hídricos.

Particularmente no caso de nascentes, há notório interesse na preservação e melhoria da qualidade, quantidade e uniformidade na produção de água. O manejo de terras em nível de bacias hidrográficas é uma forma mais eficiente de uso dos recursos de uma região, pois visa a preservação e melhoria da quantidade e qualidade da água.

Quando se trata de nascentes, ressalta-se que, além da quantidade, é desejável uma boa distribuição no tempo, ou seja, que a variação de vazão situe-se dentro de um mínimo adequado ao longo do ano. Isto quer dizer que a bacia não deve funcionar como um recipiente impermeável, com escoamento em curto espaço de tempo de toda a água recebida durante uma precipitação. A água deve ser absorvida em parte, por infiltração no solo, armazenada no lençol subterrâneo e drenada gradativamente, pelos cursos d'água, mantendo a vazão, inclusive e principalmente, durante os períodos de seca, o que é fundamental tanto para o uso econômico como para a manutenção do regime hídrico do corpo d'água principal.

Procurou-se com este estudo, analisar o comportamento hidrológico de duas nascentes, tendo-se como base os anos de 2004 e 2005, e associá-lo ao uso atual do solo por meio da variabilidade espacial de seus atributos físico-hídricos intimamente vinculados às condições de recarga das mesmas.

## **2 - MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 - Medição de vazão**

A vazão das nascentes foi mensurada pelos métodos direto e indireto. Para a nascente sob mata, a medição foi realizada com medidor flume, devido aos valores de suas vazões, enquanto que, para a nascente sob pastagem a medição foi realizada pelo método direto em três repetições empregando-se recipiente calibrado (Chevallier, 2001).

A seleção das nascentes se deu segundo dois critérios: estar sob domínio de uma mesma unidade pedológica; com diferente ocupação do solo nas áreas de recarga. Assim monitorou-se, uma nascente ao norte da sub-bacia, sob mata nativa (N1), e outra ao sul, sob pastagem (N2). Em ambas, as avaliações hidrológicas foram realizadas no período compreendido entre os meses de abril e outubro nos anos de 2004 e 2005.

### **2.2 - Quantificação das áreas de recarga das nascentes**

As áreas de recarga são fundamentais para definir a potencialidade hídrica da bacia hidrográfica, podendo ser a área acumulada de drenagem em área plana (projeção horizontal), acima da cota altimétrica da nascente e inclusa entre seus divisores de águas (divisores topográficos). Os limites das áreas de recarga foram levantados com GPS E-TREX VISTA, partindo-se da nascente e seguindo-se uma linha que se situa sobre os pontos divisores de água e fechando o polígono na mesma, sendo que a área foi estimada com auxílio do software AutoCAD.

### **2.3 - Quantificação da precipitação**

Foi mensurada por uma estação meteorológica digital instalada na sub-bacia do Ribeirão Lavrinhas de onde se obteve a série para o ano de 2005.

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 - Uso atual dos solos da sub-bacia

A caracterização do uso do solo nas áreas de ocupação foi prioridade para toda sub-bacia, sendo que os valores de ocupação do solo nas áreas de recarga serão apresentados na comparação entre as nascentes.

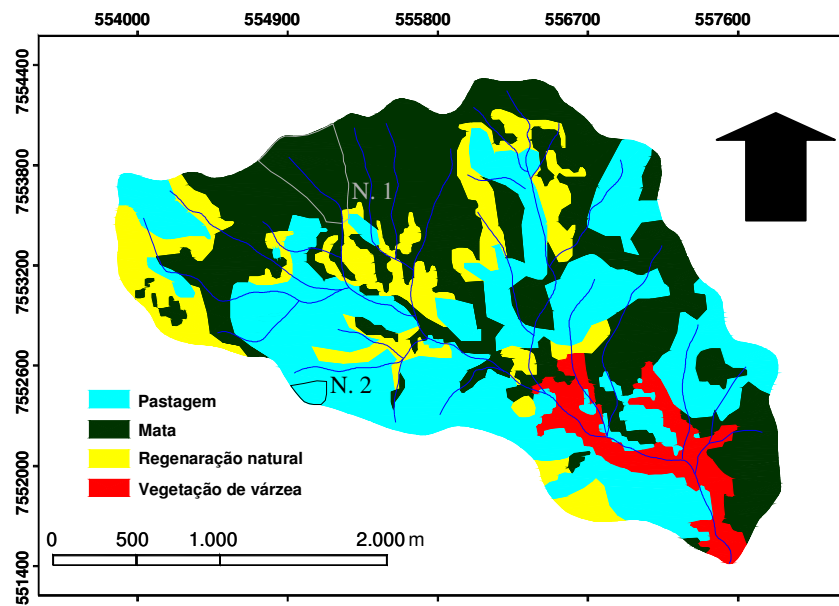
A classificação de imagem para a sub-bacia foi realizada com o auxílio do Software ArcGIS apresentando 4 classes: mata nativa, pastagem, regeneração natural e vegetação de várzea. Esta classificação possibilitou confrontar as áreas de recarga em consequência dos aspectos associados ao uso atual.

Na tabela 1 apresentam-se os resultados do uso atual do solo na sub-bacia hidrográfica. Verifica-se a predominância de ocupação por mata nativa e pastagem devido à pecuária leiteira, seguida da regeneração e por último a ocupação por várzea.

**TABELA 1.** Uso do atual solo na sub-bacia do Ribeirão Lavrinhas.

Uso atual	Área (ha)	Percentual (%)
Mata Nativa	284,8	41,5
Regeneração	90,9	13,2
Pastagem	277,8	40,4
Vegetação de várzea	33,5	4,9
Total	687	100

Na Figura 1 apresenta-se o mapeamento do uso atual do solo na sub-bacia gerado a partir da classificação da imagem e as áreas de recarga das nascentes monitoradas.



**FIGURA 1.** Uso atual do solo na sub-bacia hidrográfica com a localização das áreas de recarga das nascentes selecionadas.

As pastagens predominantes na sub-bacia geralmente são naturais e de baixa capacidade de suporte, ocorrendo também à presença de pastagens plantadas, estas, porém, em menor escala, uma vez que a região apresenta grande dificuldade de mecanização agrícola causada pelas declividades acentuadas e solos pouco profundos (Cambissolos). Por ser uma região bastante montanhosa e com grande variação de exposição à radiação solar, a preferência para a formação de pastagens é a face sul da bacia, onde a incidência de luz solar é maior.

Na face norte, a ocupação é predominantemente por mata, cuja formação florestal, classificada por Velloso et al. (1991), é composta de Floresta Ombrófila Densa Montana. Esta área possui camadas de vegetação claramente definidas, com as copas das árvores formando uma cobertura, atingindo em determinados locais cerca de 20 m de altura. Há presença de bambus, samambaias e líquens; tanto nas árvores mais altas como nas mais baixas encontram-se cipós, bromélias e orquídeas. No interior da mata o solo encontra-se protegido por serrapilheira, que chega a atingir até 0,5 m de espessura.

### **3.2 - Caracterização das áreas de recarga das nascentes**

#### **3.2.1 - Uso do solo das áreas de recarga das nascentes**

Na Tabela 2 apresentam-se as áreas de recarga e as percentagens de cada tipo de uso dos solos das nascentes estudadas. A nascente 1 apresenta maior área superficial de recarga e seu estado de preservação é privilegiado, sendo que mais de 95% de sua área de recarga está sob proteção de floresta de dossel bem verticalizado. De acordo com Castro et al. (1999), a floresta é importante para a estabilidade das vertentes formadoras de nascentes, aumentando a infiltração da água no solo e evitando a erosão.

**TABELA 2.** Características das nascentes e uso atual de suas áreas de recarga.

Características das nascentes	Nascentes	
	1 (N1)	2 (N2)
Área de recarga (ha)	17,88	2,21
% da sub-bacia	2,60	0,32
Altitude (m)	1426	1453
<b>Tipo de ocupação (%)</b>		
Mata (%)	95,1	0,0
Regeneração (%)	4,9	0,0
Pastagem (%)	0,0	100

Para Tabai (2002), as matas de topos de morros funcionam como verdadeiras esponjas, absorvendo grande parte da água das chuvas e liberando-a lentamente para o solo, propiciando a infiltração e a percolação no perfil. Desta forma, as florestas favorecem a recarga dos aquíferos. A presença da cobertura florestal propicia aumento no teor matéria orgânica e porosidade total do solo, e conseqüentemente, diminuição da Ds, como pode ser visto nas Figuras 3b, 3a e 2a, respectivamente. Logo, esta formação florestal pode ser considerada como fator importante para o suprimento de água para os aquíferos e conseqüentemente para ciclo anual da vazão da nascente.

A nascente 2 (pastagem) apresenta área de recarga consideravelmente menor que a nascente 1 (mata), o relevo apresenta-se com declividade maior que 45°, sendo que o uso atual do solo nas suas adjacências é totalmente de pasto não nativo, apresentando o menor índice de vegetação no seu entorno com pequenos arbustos que envolvem a nascente no raio de 5 metros. Na área de recarga não há presença alguma de um estado sussecional da vegetação e nem vegetação ciliar ao longo da linha de drenagem. O manejo da samambaia silvestre se faz presente em seu entorno e na vertente acima, além disso, apresenta indícios de queimadas regulares. A nascente tem alto grau de degradação, as áreas de

preservação permanente estão irregulares e o tributário é desviado da sua vertente original e segundo Pinto (2003), a mesma pode ser classificada como degradada.

Não foi constatada a adoção de práticas de manejo conservacionista, e nota-se que a nascente sofre diretamente as conseqüências do pastejo em sua área de recarga com indício de assoreamento. O pisoteio do gado promove a compactação do solo, aumentando a densidade do solo e diminuindo a condutividade hidráulica, como pode ser visto nas Figuras 2a e 2b, dificultando a recarga do aquífero e promovendo o escoamento superficial direto. Segundo relato de moradores desta sub-bacia, o volume de água da nascente 2 tem diminuído gradativamente ao longo dos anos chegando a quase desaparecer nos meses de seca.

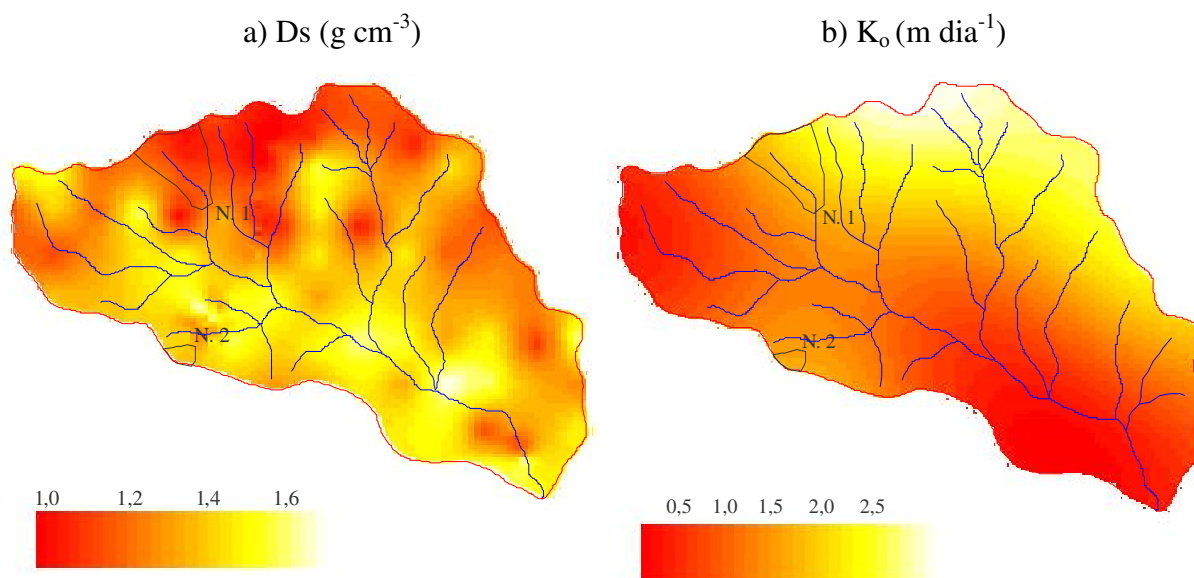
### **3.2.2 - Variabilidade espacial do solo nas áreas de recarga das nascentes**

Nas Figuras 2a e 2b são apresentados os mapas da variabilidade espacial da densidade e da condutividade hidráulica do solo com a delimitação das áreas de recarga das nascentes monitoradas na sub-bacia hidrográfica, obtidos por meio da krigagem. Confrontando estas figuras, observam-se menores valores de densidade e maiores valores de condutividade hidráulica no lado norte da sub-bacia, local onde se situa a nascente 1 com predominância de mata em sua área de recarga, o que confere ao solo boas condições de infiltração além de um alto teor de matéria orgânica, conforme Figura 3b, justificando sua baixa densidade. Verifica-se que a  $D_s$  na área de recarga da nascente 2 esta próxima de  $1,4 \text{ g cm}^{-3}$ , enquanto que para a nascente 1 esta próxima de  $1,0 \text{ g cm}^{-3}$ , comprovando o efeito do uso atual sobre este atributo, refletindo diretamente nos atributos volume total de poros, condutividade hidráulica, porosidade drenável e capacidade total de armazenamento, e conseqüentemente, na recarga dos aquíferos e em vazões específicas distintas.

As pressões aplicadas pelo pisoteio do gado na área de recarga da nascente 2 vem ocasionando modificações em alguns atributos, notadamente na densidade, causando perturbação nas condições de infiltração, restringindo o fluxo de água e comprometendo a recarga do aquífero. Este fato vem favorecer o escoamento superficial direto, promovendo gradativamente o assoreamento da nascente, conforme relatado por moradores locais e comprovado pela alta variação de sua vazão ao longo dos meses de observação. De acordo com Bertol et al. (2000), o manejo de animais sobre as pastagens implica em modificações nas propriedades físicas do solo a longo e médio prazo. Fernandez (1987) constatou que o excessivo tráfego de animais causa compactação e adensamento do solo, o que se traduz em altos valores da  $D_s$ , reduzindo a porosidade total como é apresentado pela Figura 3a.

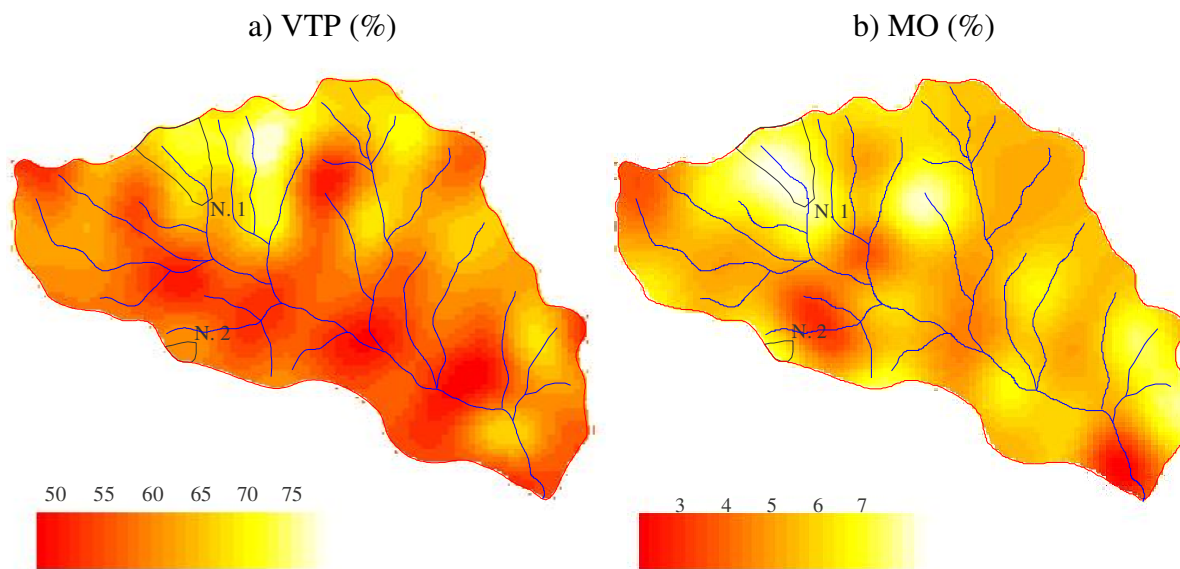
Uma vez que a  $D_s$  restringe o fluxo de água no solo comprometendo o abastecimento do aquífero, as pastagens presentes nesta encosta são pobres, pois o aumento da  $D_s$  também dificulta a penetração do sistema radicular e diminui a aeração do solo. Esta situação promove o aumento do escoamento superficial, principalmente no período em que se iniciam as chuvas, quando as pastagens se encontram em suas piores condições. Fato que explica a alta variação nas leituras de vazão da nascente monitorada sob pastagem, onde pequenas variações na precipitação causaram grande variação na vazão em curto prazo. Assim, o uso adequado do solo e práticas de conservação são de extrema importância para que se possa permitir a interceptação da água da chuva, reduzir a velocidade e o escoamento superficial, e aumentar a infiltração, possibilitando recarga do aquífero, que é responsável pela alimentação das nascentes.

Efeitos na porosidade podem se relacionar mais estreitamente à condutividade hidráulica, dependendo do arranjo, uniformidade e forma das partículas, afetando a capacidade de armazenamento para os solos da área de recarga. Outras propriedades como teor de MO e VTP podem influenciar a densidade dos solos. Desta forma, para um melhor entendimento do comportamento da dinâmica da água nas áreas de recarga das nascentes, também são apresentados os mapas de VTP, MO, “ $\mu$ ” e CTA.



**FIGURA 2.** Distribuição espacial da  $D_s$  ( $\text{g cm}^{-3}$ ) e da  $K_o$  ( $\text{m dia}^{-1}$ ) nas áreas de recarga das nascentes monitoradas.





**FIGURA 3.** Distribuição espacial do VTP (%) e da MO (%) nas áreas de recarga das nascentes monitoradas.

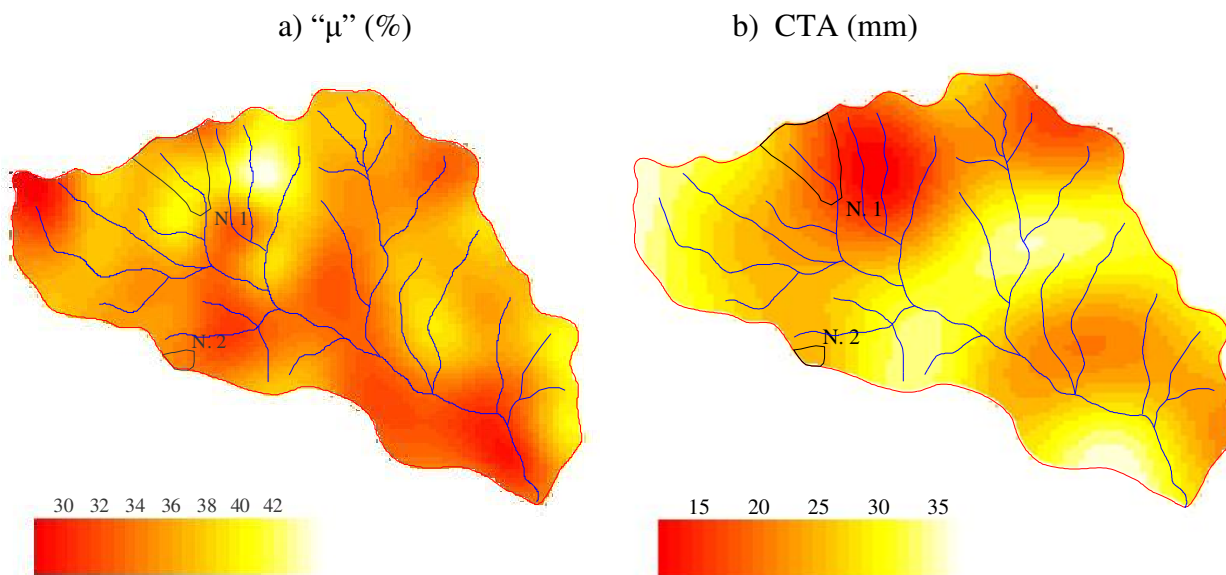
Analisando-se os mapas referentes ao VTP e MO (Figuras 3a e 3b), percebe-se diferença considerável na tonalidade das cores quando se compara as áreas de recarga das nascentes, com manchas indicativas de maiores percentuais destes dois atributos na região de recarga da nascente 1, ocupada por mata nativa. Diante desta situação, há condições favoráveis ao acúmulo de serrapilheira, o que foi constatado na campanha de campo, culminando com maior percentual de MO detectado pelas análises e mapeado pela krigagem, fato que promove a redução da  $D_s$ , aumento da VTP e “ $\mu$ ”, redução da CTA e aumento da condutividade hidráulica, possibilitando condições favoráveis à recarga.

O fato da sub-bacia ser ocupada, na sua maior parte por mata (41,5 %) e pastagem (40,4%) explica a alta variabilidade dos teores de matéria orgânica encontrados (3,0 a 8,0 %). A presença deste atributo é de suma importância, pois atenua o impacto das gotas de chuva, evitando a compactação e o salpicamento do solo, altera a distribuição de poros, facilita a infiltração e conseqüentemente cria condições favoráveis de recarga dos aquíferos (Moraes et al. 2003). Atributos como a densidade do solo e o teor de matéria orgânica herdam influência do manejo empregado no uso e ocupação das terras. Por isso, tais atributos podem ser considerados bons indicadores das condições de uso, ocupação e equilíbrio dos recursos presentes nas sub-bacias hidrográficas.

A distribuição espacial do atributo VTP ao longo da extensão geográfica da sub-bacia é apresentada pela Figura 3a. Assim como os demais atributos, este também se mostra com grande

variação, estando entre 50 a 75 (%). Fazendo-se associação da distribuição do VTP com  $D_s$ ,  $MO$ ,  $k_o$  e CTA, nota-se grande relação entre estes, principalmente nas áreas de recarga das duas nascentes monitoradas. Esta constatação reflete a interação do uso atual do solo nas áreas de recarga com o tipo de solo predominante, já que se trata da mesma unidade pedológica.

Na Figura 4a apresenta-se a distribuição espacial da porosidade drenável ( $\mu$ ) na sub-bacia, e por meio desta pode-se inferir importantes observações sobre os fluxos dinâmicos nas áreas de recarga das nascentes. Este atributo, assim como os demais, apresenta-se bem caracterizado na sub-bacia, com seus valores diminuindo no sentido norte-sul, verificando-se também neste sentido, aumento da  $D_s$  e redução da VTP. A combinação destes atributos é determinística do comportamento hidrológico analisado. Comparando-se as áreas de recarga das nascentes monitoradas nota-se grande diferença deste atributo, com seus valores próximos a 38 % para a nascente 1 e aproximadamente 32 % para nascente 2. Este fato vai ao encontro do que foi anteriormente descrito para os atributos  $D_s$  e VTP, de que na região da nascente 2 está havendo aumento da parcela do escoamento superficial direto. A Figura 4b representa a CTA nas áreas de recarga das nascentes monitoradas e reforçam os comentários sobre os demais atributos, pois apresenta armazenamento superior na área de recarga da nascente 2, comprometendo a recarga do aquífero responsável pela alimentação desta nascente.



**FIGURA 4.** Distribuição espacial da porosidade drenável “ $\mu$ ” (%) e da CTA (mm) nas áreas de recarga das nascentes monitoradas

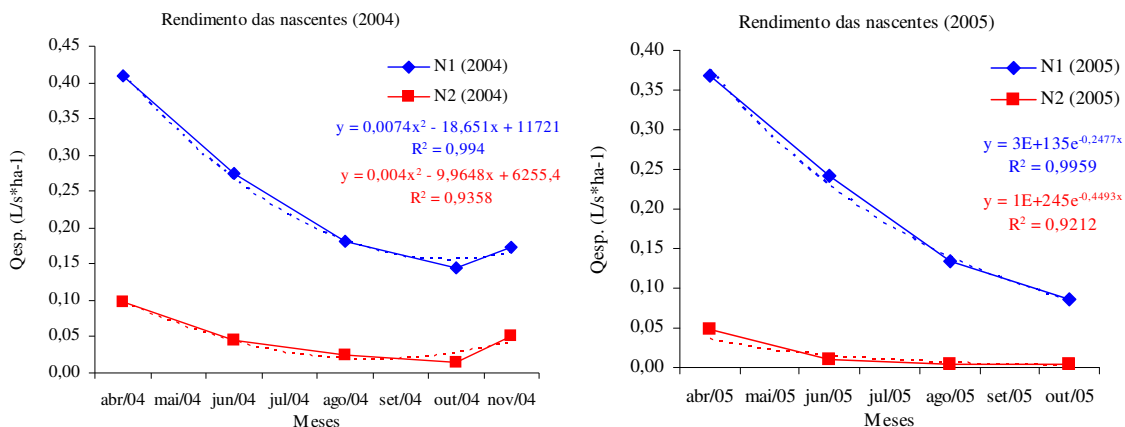
### 3.3 - Rendimento específico das nascentes

As diferenças nas áreas de recarga das nascentes podem refletir diretamente no rendimento hídrico das mesmas. Para se analisar a recarga dos aquíferos, deve-se conhecer as relações que envolvem a dinâmica deste sistema, como por exemplo, o tamanho e o tipo da área de recarga, vegetação predominante, práticas de manejo, tipo de solo e comportamento dos atributos físico-hídricos do meio poroso ao longo de seu perfil.

Baseando-se na série histórica de vazão para os anos de 2004 e 2005, apresentadas na Tabela 3, obteve-se o gráfico da vazão específica em função do tempo apresentado nas Figuras 5, e o gráfico da variação percentual em função do intervalo entre medições apresentado na Figura 6.

**TABELA 3.** Série histórica de vazão para as nascentes monitoradas.

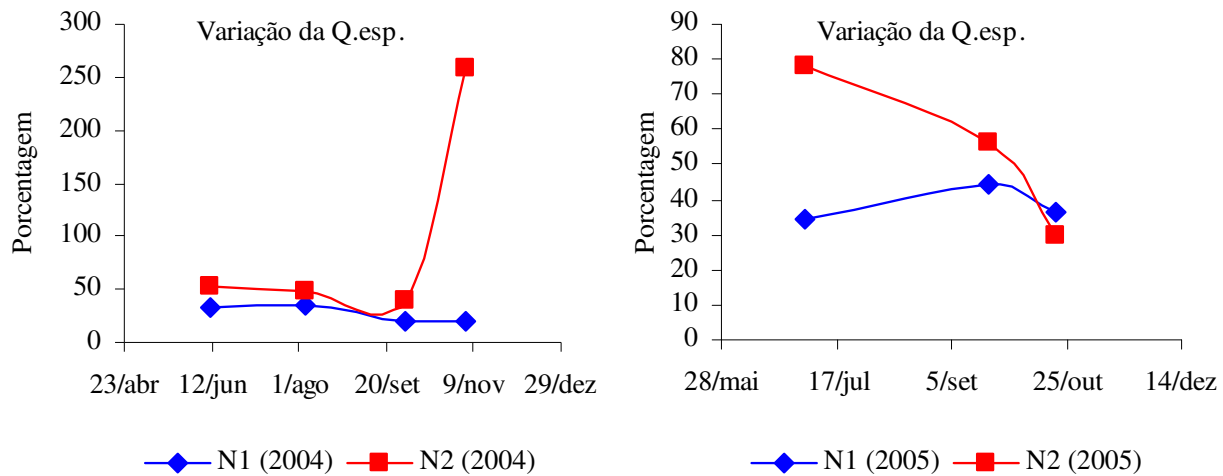
Vazão (L s <sup>-1</sup> )					
Ano 2004					
Nascente	10/abr	11/jun	5/ago	1/out	5/nov
Mata	7,3	4,92	3,237	2,579	3,098
Pastagem	0,214	0,101	0,053	0,032	0,113
Vazão (L s <sup>-1</sup> )					
Ano 2005					
Nascente	22/abr	3/jul	21/set	20/out	
Mata	6,563	4,324	2,411	1,532	
Pastagem	0,106	0,023	0,010	0,007	



**FIGURA 5.** Rendimento específico das nascentes nos anos de 2004 e 2005, respectivamente..

A análise dos dados permite constatar que a nascente 1 sob mata nativa, apresenta maior rendimento específico e menor variação deste ao longo do tempo, em ambos os anos monitorados, do que a nascente 1. Uma possível explicação pode se basear no tipo de cobertura, que conforme já discutido, influencia sobremaneira o processo de coleta das precipitações e sua distribuição. Neste caso a cobertura sob forma de mata, além de interceptar, retém grande parcela da precipitação dando maior tempo de oportunidade para o processo de infiltração e, portanto recarregando de umidade o perfil do solo e por conseqüência o lençol. Além do mais a área de coleta é muito superior cerca de 8 vezes, o que de certo modo permite presumir um aquífero com reservatório de maior porte e com maior capacidade de escoamento e com maior inércia, refletindo numa menor taxa de variação tanto na depleção quanto na ascensão.

Isto é fundamental tanto para o uso econômico da água como bebedouros ou irrigação como para a manutenção do regime hídrico do corpo d'água principal, garantindo a disponibilidade de água no período do ano em que realmente mais se precisa dela. Neste contexto é apresentada a Figura 3.7, que representa a variação mensal da vazão específica em termos percentuais.



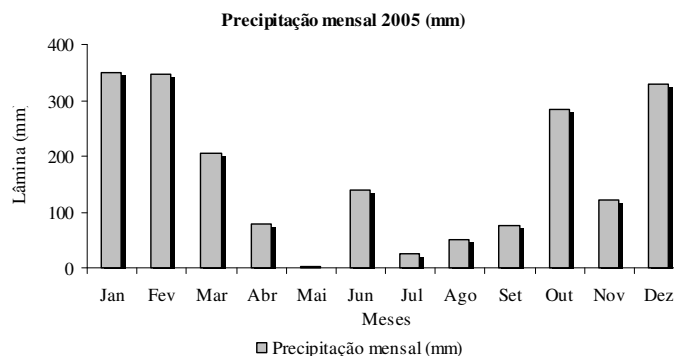
**FIGURA 6.** Variação percentual da vazão específica mínima nos dois anos de monitoramento.

Para a nascente 2, nota-se uma considerável variação do rendimento específico para os dois anos de monitoramento, chegando a apresentar entre os meses de outubro e novembro de 2004 uma variação de 260 %. Esta grande amplitude de variação pode ser atribuída às condições de infiltração, escoamento superficial e armazenamento de água em suas áreas de recarga, assim como, o estado da cobertura vegetal na área de recarga, uma vez que nesta época do ano (set/out) as pastagens se apresentam demasiadamente depauperadas deixando o solo exposto em muitos locais, apresentando início de erosão laminar.

Nota-se pela Figura 7, que no período compreendido entre os meses de abril e julho de 2005 a precipitação se apresentou com comportamento oscilatório, ora diminuindo, ora aumentando. Esta variação ocasionou também variação na vazão das nascentes. Porém, esta não foi tão pronunciada na nascente sob mata nativa, como foi apresentado na Figura 6, onde os percentuais de variação se situam entre 30 e 40%. A grande vantagem da mata seja natural ou reflorestada, reside na sua grande capacidade de retenção da água das chuvas pelas árvores e serrapilheira.

Algumas das características importantes observadas na mata nativa com vistas à otimização da recarga do aquífero e o conseqüente fluxo das nascentes podem ser as atenuações do impacto das gotas da chuva pelo dossel, e o sistema radicular bem desenvolvido, estabilizando o solo e mantendo-o com boas características de infiltração e recarga.

No período seco, porém, as árvores passam a consumir grandes quantidades de água do solo chegando até quase esgotá-lo. Castro et al. (2001) citam o exemplo das nascentes da comunidade rural de Paraíso, MG, que nos anos 60 eram responsáveis pelo abastecimento de água da cidade de Viçosa. Citam que as nascentes dessa região secaram à medida que houve a substituição de pastagens pelo aumento progressivo da regeneração natural de florestas secundárias, atribuindo à ocupação intensiva e sem controle das árvores nas partes baixas e na meia encosta aumentando a evapotranspiração localizada. Por outro lado, Lima (1986), aponta que para as nascentes, quando se estuda o efeito da floresta sobre a água subterrânea não é possível ter-se uma conclusão generalizada, uma vez que os fatores envolvidos na origem e na dinâmica da nascente são complexos e poucos são os trabalhos disponíveis abordando este assunto. Além disso, é fundamental considerar variabilidade espacial dos atributos do solo e suas influencias na dinâmica da água nas áreas de recarga.



**FIGURA 7.** Precipitação mensal para o ano de 2005 na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Lavrinhas.

#### 4 - CONCLUSÕES

- a) A utilização da geoestatística por meio das técnicas da krigagem mostrou-se capaz de representar a realidade em termos de variabilidade espacial dos atributos físico-hídricos nas áreas de recarga das nascentes monitoradas, sendo uma importante ferramenta no contexto ambiental.
- b) O comportamento dos valores dos atributos físicos e físico-hídricos mostrou coerência com o comportamento do rendimento específico das nascentes.
- c) O porte da área de recarga, o uso do solo e o estado de preservação das áreas de recarga das nascentes influenciaram no valor e no comportamento temporal do rendimento específico das mesmas.

#### 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTOL, I.; ALMEIDA, J. A. de.; ALMEIDA, E. X.; KURTZ, C. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem de capim-Elefante-Anão C.V. Mott. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 35, n. 5, p. 1047-1054, maio 2000.

CASTRO, P. S. Bacias de cabeceira: Verdadeiras caixa d'água da natureza. **Ação ambiental**. Viçosa. V. 1. n. 3. p. 9-11. dez./jan. 1999.

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.

CHEVALLIER, P. Aquisição e processamentos de dados. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001. p. 483-525.

FERNANDEZ, B.M. **Prática de Física do Solo**. Programa de Treinamento e Capacitação de Recursos Humanos em Agricultura Irrigada. Escola Superior de Agricultura de Mossoró - RN, 98p. 1987.

LIMA, W. de P. **Princípios de hidrologia vegetal para o manejo de bacias hidrográficas**. Apostila, ESALQ/USP, p242, mar/abr, 1986.

MORAES, J. M.; SCHULER, A. E.; GUANDIQUE, M. E. G.; MILDE, L. C.; GROPPPO, J. D.; MARTINELLI, A. L.; VICTORIA, R. L. Propriedades físicas dos solos na parametrização de um modelo hidrológico. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 61-70, jan./mar. 2003.

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.

TABAI, F. C. V. **Manual de Procedimentos técnicos de restauração florestal em áreas de preservação permanente**. Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios PCJ -, Piracicaba, 4p. 2002.

VELLOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. Classificação da vegetação brasileira, adaptado a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p.