

Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG

Study of the springs of the Santa Cruz stream watershed, Lavras, MG

Lilian Vilela Andrade Pinto
Soraya Alvarenga Botelho
Antonio Claudio Davide
Elizabeth Ferreira

RESUMO: O objetivo deste estudo foi a caracterização das nascentes perenes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e de suas áreas de recarga. O banco de dados no SPRING foi composto por mapas temáticos da rede de drenagem, declividade, solos, mata nativa, uso da terra, áreas de preservação permanente (APP), uso conflitante e das áreas de recarga. As nascentes tiveram suas vazões mensuradas e foram classificadas quanto ao tipo de reservatório associado e ao estado de conservação da vegetação. Cerca de 50% das áreas de recarga das nascentes apresentaram declividade acima de 12%, apresentando áreas de relevo ondulado a montanhoso. Os tipos de solos predominantes nas áreas de recarga das nascentes são os B texturais e Latossolos. A pastagem representou o uso predominante sendo responsável por 78,45% dos 9,3% de uso conflitante presente nas áreas de recarga das nascentes. Foram localizadas 177 nascentes perenes, distribuídas em seis categorias: preservada pontual (10,17%), preservada difusa (4,52%), perturbada pontual (34,46%), perturbada difusa (25,99%), degradada pontual (8,46%) e degradada difusa (16,38%). As maiores áreas de recarga não mostraram correlação com as maiores vazões das nascentes.

PALAVRAS-CHAVE: Nascente, Bacia hidrográfica, Uso conflitante, Área de recarga, Vazão

ABSTRACT: The objective of this study was the characterization of the perennial springs of the Santa Cruz stream watershed, Lavras, MG and of their recharging areas. The data base in the SPRING was composed by thematic maps of the drainage network, slope, soil, native forest, land use, areas of permanent preservation (APP), of conflicted use and of the recharging areas. The springs had their flows measured and were classified according to the type of associated reservoir and to the state of conservation of the vegetation. About 50% of the springs recharging areas presented slope above 12%, with wavy to mountainous relief. The predominant types of soil in the recharging areas were B-textural and Latosol. Pasture was the predominant land use representing 78.45% of the conflictive use in the recharging areas. The total area under conflictive use in the recharging area was 9.3%. There were 177 perennial springs located and distributed in 6 categories: punctual preserved (10.17%), diffuse preserved (4.52%), punctual disturbed (34.46%), diffuse disturbed (25.99%), punctual degraded (8.46%) and diffuse degraded (16.38%). The largest recharging areas did not show correlation with the highest flow values.

KEYWORDS: Spring, Watershed, Conflictive use, Recharging area, Flow

INTRODUÇÃO

A água constitui o recurso natural mais importante por ser fundamental aos outros recursos (vegetais, animais e minerais), por ter influência

direta na manutenção da vida, saúde e bem-estar do homem e por garantir auto-suficiência econômica de uma região ou país.

A exploração desordenada dos recursos na-

turais, o uso inadequado dos solos, o desmatamento irracional e o uso indiscriminado de fertilizantes, corretivos e agrotóxicos vem provocando inúmeros problemas ambientais, principalmente em áreas de nascentes e ribeirinhas, alterando a qualidade e quantidade de água drenada pela bacia hidrográfica.

A água potável acessível é relativamente escassa e, sem dúvida, essa escassez será um dos principais problemas ambientais a serem enfrentados pela população mundial nas próximas décadas. Tal fato pode ser percebido conforme o Relatório das Organizações das Nações Unidas (ONU), que prevê que a água será um recurso escasso para este milênio e, daqui a 3 décadas, a carência de água vai afetar 2/3 da população mundial, o equivalente a 5,5 bilhões de pessoas (Almeida et al., 2000).

A quantidade e qualidade de água das nascentes de uma bacia hidrográfica podem ser alteradas por diversos fatores, destacando-se a declividade, o tipo de solo e o uso da terra, principalmente das áreas de recarga, pois influenciam no armazenamento da água subterrânea e no regime da nascente e dos cursos d'água. Assim, faz-se necessário o estudo das interações dos recursos e das ações antrópicas na bacia hidrográfica, uma vez que, segundo Pereira (1973), citado por Lima (1986), a conservação da água não pode ser conseguida independentemente da conservação dos outros recursos naturais.

Deste modo, a caracterização do meio físico das bacias hidrográficas em especial as áreas de recarga das nascentes, com o intuito de levantar as áreas críticas visando a manutenção da água, são condições básicas para o sucesso do planejamento da conservação e produção de água.

Dentro deste contexto, o objetivo deste estudo foi realizar a caracterização das nascentes perenes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz e de suas áreas de recarga.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz foi selecionada para este estudo por ser representativa do município de Lavras e região, por

apresentar pequena influência urbana nas nascentes e por permitir fácil acesso para os trabalhos de campo. Suas coordenadas geográficas são 21° 09'39" e 21° 20'14" de latitude sul e 44° 51'36" e 45° 00'00" de longitude oeste de Greenwich. O município de Lavras apresenta clima do tipo Cwa, conforme a classificação climática de Köppen, temperatura média anual em torno de 19,3°C, precipitação anual normal de 1.530mm, evaporação total do ano igual a 1.343mm e umidade relativa média anual de 76% (Brasil, 1992). A formação florestal característica da região é a floresta estacional semidecidual montana (Veloso et al., 1991).

Informações das nascentes obtidas no campo

Foi considerado nascente cada início dos tributários do Ribeirão Santa Cruz, o que resultou, pela carta do IBGE, escala 1:50.000, em 192 nascentes na bacia hidrográfica em estudo. A rede de drenagem das cartas topográficas foi digitalizada no SPRING, o que permitiu a obtenção das coordenadas planas de cada nascente, que receberam um número para controle. Com as coordenadas de cada nascente foi possível localizá-las no campo por meio de um receptor GPS, modelo Garmin – 3 Plus. Durante o trabalho de campo, 38 nascentes não presentes nas cartas foram encontradas e georreferenciadas, para posterior atualização da rede de drenagem.

As nascentes foram classificadas, de acordo com o tipo de reservatório a que estão associadas, ou seja, como os lençóis freáticos dão origem às nascentes (Castro, 2001), em pontuais ou difusas. Como nascentes pontuais foram classificadas todas aquelas que apresentaram a ocorrência do fluxo d'água em um único ponto do terreno, localizadas, geralmente, em grotas e no alto das serras. As nascentes foram consideradas difusas quando não havia um único ponto de vazão definido no terreno, ou seja, apresentava vários olhos d'água. A maioria das nascentes desta categoria ocorre nos brejos, voçorocas e matas planas em baixas altitudes.

Para avaliar o grau de conservação das nascentes, a vegetação no seu entorno foi caracterizada em 4 quadrantes e medida com uma trena até

um raio de 50 metros. A vegetação acima (R1), abaixo (R2), à direita (R3) e à esquerda (R4) da nascente foi medida. As margens direita e esquerda da nascente foram orientadas pelo sentido do escoamento do leito do curso principal. As nascentes foram classificadas em três categorias de conservação:

- ✓ preservadas, quando apresentavam pelo menos 50 metros de vegetação natural no seu entorno medidas a partir do olho d'água em nascentes pontuais ou a partir do olho d'água principal em nascentes difusas;
- ✓ perturbadas, quando não apresentavam 50 metros de vegetação natural no seu entorno, mas apresentavam bom estado de conservação, apesar de estarem ocupadas em parte por pastagem e/ou agricultura;
- ✓ degradadas, quando se encontravam com alto grau de perturbação, muito pouco vegetada, solo compactado, presença de gado, com erosões e voçorocas.

As aferições hidrológicas foram realizadas em 2001 no mês de outubro, mês que apresenta, historicamente, as menores vazões, representando, portanto, a vazão mínima das nascentes na bacia hidrográfica no ano hidrológico. As vazões foram quantificadas a partir de medições realizadas nas nascentes pelo processo direto, aplicável nos casos de pequenas vazões, como fontes e riachos. Este processo consistiu em três medições diretas do volume de água contido num recipiente de 20 litros, armazenado em 20 segundos contabilizados com o auxílio de um cronômetro digital. A vazão das nascentes foi obtida pela fórmula:

$$\bar{Q} = \frac{\sum \left(\frac{\text{Vol}}{t} \right)}{3}$$

em que:

\bar{Q} = vazão média da nascente (l/s)

Vol = volume de água (l)

t = tempo (s)

Em situações onde não foi possível coletar a água por um recipiente, foram utilizados medidores de vazão sob regime crítico modelo WSC Flume (Bernardo, 1989), os quais foram instalados em nível com o solo. Após um período de

estabilização da água sobre a calha, foi realizada a aferição da vazão, no ponto marcado da calha, com o auxílio de uma régua.

O cálculo das vazões, a partir das calhas, seguiu as seguintes fórmulas:

Calha pequena

$$Q = 0,0056 \times H^{2,53}$$

Calha grande

$$Q = 0,00976 \times H^{2,307}$$

em que:

Q = vazão (l/s)

H = altura mensurada na régua em cm

Para verificar a existência de correlação entre a vazão e o tamanho das áreas de recarga das nascentes, as vazões mensuradas em todas as nascentes foram correlacionadas, com o tamanho de suas respectivas áreas de recarga, pelo teste t Student, utilizando-se o intervalo de confiança de 95% de probabilidade.

Levantamento fisiográfico das áreas de recarga das nascentes perenes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG

O mapa das áreas de recarga das nascentes perenes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz foi obtido a partir de 17 fotos aéreas verticais da folha do fotoíndice SF 23-X-C-I, ano de 1979, escala aproximada de 1 : 25000 e formato 23 x 23cm. As fotografias foram interpretadas com o auxílio de um estereoscópio de bolso. Primeiramente, foram desenhadas as linhas de drenagem da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz em acetatos. Para melhorar a precisão interpretativa das fotografias e evitar distorções geométricas das bordas das mesmas, seguiu-se a metodologia proposta por Rocha (1985), que consiste em delimitar a área útil da mesma. Assim, cada acetato desenhado teve retângulo útil de 180cm² (10cm para a porção útil longitudinal e 18cm para porção útil lateral). As nascentes existentes na bacia hidrográfica foram localizadas nas drenagens dos acetatos e, sob estereoscopia, foram delimitadas as áreas de recarga (áreas que drenam água do divisor natural até a nascente) de todas as nascentes permanentes. Em seguida, os acetatos foram

georreferenciados e os polígonos referentes às áreas de recarga foram digitalizados no SPRING, permitindo a confecção do mapa cadastral das áreas de recarga. A partir do mapa cadastral das áreas de recarga das nascentes foi possível calcular a área das mesmas para cada nascente. A partir da função tabulação cruzada do SPRING foi realizado o cruzamento das informações obtidas para a bacia hidrográfica (declividade, solos, uso da terra, uso conflitante da terra) dentro das áreas de recarga.

A partir das curvas de nível da área e pelos pontos cotados presentes nas cartas do IBGE, folha de Lavras e Itumirim, escala 1:50.000, ano de 1975, foi reproduzida a superfície do terreno utilizando a triangulação de Delauney (Modelo TIN) como interpolador das isolinhas. Em seguida, foi gerada uma matriz em uma categoria MNT, com malha de 0,25cm x 0,25cm, a partir da função “geração de grade retangular”. Esta matriz foi a base para a confecção automatizada do mapa de declividade em uma categoria temática. O mapa de declividade é o resultado do fatiamento da declividade e para a definição das fatias foi escolhido o passo variável. As classes de declividade foram estabelecidas seguindo a metodologia de De Biase (1993), elucidada na Tabela 1.

Tabela 1

Correlação entre classes de declividade e relevo (De Biase, 1993).
(Correlation between classes of slope and relief (De Biase, 1993))

Classes de declividade (%)	Relevo
0-3	Várzea
3-6	Plano a suave ondulado
6-12	Suave-ondulado a ondulado
12-20	Ondulado a forte ondulado
20-40	Forte ondulado a montanhoso
>40	Montanhoso

O mapa de uso da terra foi gerado a partir da interpretação visual em meio digital de imagens de satélite LANDSAT7 – ETM+ de 26 de junho de 2000, com resolução espacial 25 x 25m. Foram utilizadas as bandas 3, 4 e 5, com os respectivos filtros B, G e R. Estas bandas passaram pela transformação IHS < > RGB, para que pudesse ser aproveitada a resolução de 12,5m da banda Pan. Para a individualização das principais

classes de uso na área foram utilizados os diferentes elementos de interpretação visual e também fichas de campo e fotos da área em estudo. As classes de uso definidas no referido trabalho foram: mata nativa (que correspondem aos fragmentos florestais e às matas ciliares primárias ou secundárias em avançado estágio de sucessão), capoeira (representada pelas áreas cobertas por vegetação em estágio inicial a médio de regeneração), eucalipto, café, culturas anuais, pastagem, campo limpo, aeroporto, água e solo exposto. Para a determinação da mata nativa utilizou-se a função “classificação”, por meio do treinamento supervisionado da imagem digital, com pontos de controle em matas nativas para validação da classificação. As áreas de mata nativa visitadas em campo foram identificadas na imagem e então amostradas, totalizando 50 amostras. Para a classificação supervisionada, utilizou-se o método da máxima verossimilhança.

O mapa de solos foi definido a partir do mapa de declividade e da rede de drenagem das cartas do IBGE. A matriz gerada pelas classes do mapa de declividade foi a base para a confecção automatizada geral desse mapa. A partir deste mapa geral foi feita a delimitação dos solos Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos que se encontravam em relevo plano próximo à rede de drenagem. As classes de solos foram definidas seguindo o modelo estabelecido por Andrade et al. (1998), que correlacionaram as classes de declividade e as classes de solos atualizadas pela Embrapa (1999), conforme Tabela 2.

Tabela 2

Correlação entre classes de declividade e classes de solo da região de Lavras, MG (Andrade et al., 1998).
(Correlation between classes of slope and classes of soil in the study area (Andrade et al., 1998))

Classes de declividade (%)	Classes de solos (Embrapa, 1999)
0-3 (Topo)	Latossolos
0-3 (Várzea)	Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos
3-12	Latossolos
12-20	Solos B texturais
20-45	Solos B texturais e Cambissolos
> 45	Cambissolos e Neossolos Litólicos

As APPs das nascentes e cursos d'água foram demarcadas automaticamente no SPRING pela aplicação da função mapa de distância aos arquivos matriciais dos cursos d'água e nascentes seguindo as distâncias estabelecidas pelo Código Florestal de 1965, sendo 50 metros de raio para as nascentes e 30 metros de largura para os cursos d'água com menos de 10 metros de largura. As APPs correspondentes às encostas com declividades superiores a 45° foram obtidas a partir do mapa de declividade. O mapa de declividade foi reclassificado pelo LEGAL para declividades superiores a 45°, obtendo-se o mapa final das APPs correspondentes às encostas.

Foram considerados como uso conflitante todos os usos os quais não eram de vegetação nativa presente nas APPs das nascentes, cursos d'água e encostas (Brasil, 2002a e Brasil, 2002b) e os usos que não eram culturas permanentes nas áreas de 20% a 45% de declividade (Bigarella e Mazuchowski, 1985). Para a identificação do uso conflitante da terra nas áreas de 20 a 45% de declividade, utilizou-se uma operação booleana cruzando os planos "declividade" versus "uso da terra" e para a obtenção do mapa de uso conflitante nas APPs cruzaram-se os planos "áreas de preservação permanente" versus "uso da terra". Para quantificar os tipos de uso conflitante foram cruzados os mapas de uso conflitante com o de uso da terra a partir da função tabulação cruzada do SPRING.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Informações das nascentes obtidas no campo

Verificou-se um número elevado de nascentes perenes na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, com abundância de água durante todo o ano. No entanto, o volume de água, segundo os proprietários, vem diminuindo. Este fato também

foi constatado por Carniel et al. (1994) na região sob influência do reservatório da hidrelétrica de Itutinga, Camargos, MG.

Na bacia hidrográfica em estudo, foram visitados 230 pontos onde poderia haver uma nascente. No entanto, no mês de outubro, que apresenta historicamente as menores vazões do ano, 53 dessas nascentes estavam secas. Os proprietários revelaram que algumas nascentes não drenam água há vários anos e outras são intermitentes com afloramento de água sazonal ocorrendo somente no período das águas. Fato importante verificado no campo foi a localização da maioria das nascentes que se encontraram deslocadas no relevo em relação às coordenadas indicadas pelas cartas do IBGE, em até 200 metros. Entretanto, deve-se salientar que no ano de 2001 a precipitação anual (1.258mm) foi inferior à média do município, 1.530mm/ano, podendo ter ocasionado o rebaixamento do lençol freático.

Das 177 nascentes perenes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, 44 (24,86%) encontravam-se degradadas, 107 perturbadas (60,45%) e apenas 26 (14,69%) encontravam-se preservadas (Tabela 3).

As principais perturbações encontradas nas nascentes foram: compactação do solo pelo gado e pelas práticas de preparo para o plantio de culturas agrícolas, presença de lixo, estrume, erosão, grandes voçorocas e desmatamento.

As nascentes pontuais representaram 53,11% das nascentes da bacia hidrográfica (Tabela 3) e encontraram-se, em sua maioria, nas classes de 12-20% e 20-40% de declividade (Tabela 4). Estas classes de declive ocupam, respectivamente, áreas de relevo ondulado a forte-ondulado e áreas de relevo forte ondulado a montanhoso. Estas características possibilitam o encontro da camada impermeável do solo com a encosta, dando origem a este tipo de nascente (Castro, 2001).

Tabela 3

Classificação das nascentes quanto ao grau de conservação e ao tipo de lençol a que estão associadas. (Classification of springs according to the conservation degree and to the freatic drainage type to which they are

Tipo	Classificação							
	Preservada		Perturbada		Degradada		Total	
	Qtde	%	Qtde	%	Qtde	%	Qtde	%
Difusa	8	4,52	46	25,99	29	16,38	83	46,89
Pontual	18	10,17	61	34,46	15	8,48	94	53,11
Total	26	14,69	107	60,45	44	24,86	177	100,00

A ocorrência de relevo forte ondulado a montanhoso, que causa dificuldades quanto à utilização de máquinas agrícolas, pode justificar a presença de 39% das nascentes preservadas pontuais na classe de 20-40% de declividade. Já grande parte das nascentes pontuais perturbadas (33%) e degradadas (47%) encontra-se em áreas com declive entre 12-20%. Esta declividade chega a oferecer dificuldades ao uso de máquinas agrícolas, mas não impede seu uso (Rostagno, 1999), possibilitando a utilização das áreas no entorno das nascentes para atividades agrícolas. Possivelmente, este fato determina os 87,91% do não cumprimento da legislação nas nascentes presentes nesta classe de declividade.

A maioria das nascentes difusa está presente nas classes de 6-12% e 12-20%, localizando-se nos brejos, voçorocas, matas planas de altitudes mais baixas e relevo mais suave, nas áreas de baixada ou ainda em grotas bem largas e planas, permitindo a elevação do nível do lençol e conseqüente encharcamento do solo, ou seja, a formação de vários pontos os quais drenam água.

Tabela 4

Presença das nascentes nas respectivas classes de declividade da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. (Presence of the springs in the respective classes of slope of the Santa Cruz stream watershed, Lavras, MG)

Classes de declividade (%)	Nascentes*						%
	Preservada		Perturbada		Degradada		
	Pontual	Difusa	Pontual	Difusa	Pontual	Difusa	
0-3	11	0	2	4	0	0	3
3-6	6	25	8	9	0	10	8
6-12	22	25	26	26	13	42	27
12-20	11	25	33	35	47	31	32
20-40	39	25	26	26	33	14	26
>40	11	0	5	0	7	3	4
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100

* % do número de nascentes

Tabela 5

Resumo das vazões médias dos diferentes tipos de nascentes em seus diferentes estados de conservação. (Summary of the average flows of different types of springs at different conservation states)

Tipo	Classificação			Total
	Preservada	Perturbada	Degradada	
	\bar{Q} (l/s)	\bar{Q} (l/s)	\bar{Q} (l/s)	
Difusa	0,099	0,210	0,176	0,187
Pontual	0,210	0,073	0,149	0,111
\bar{Q} (l/s)	0,176	0,131	0,167	

\bar{Q} = vazão média

Algumas nascentes tiveram vazão igual a zero e, mesmo assim, foram consideradas como perenes. Esta classificação ocorreu quando havia represas de acumulação logo abaixo da nascente e, pela época seca não havia vazão pelo seu vertedouro. Portanto não havia ponto para tomada da vazão.

De modo geral, não houve relação entre os maiores valores absolutos de vazão e o estado de conservação das nascentes. A nascente que apresentou a maior vazão (2,083l/s) encontrou-se em bom estado de conservação.

Analisando-se a Tabela 5, pode-se observar que as nascentes preservadas apresentaram, em média, os maiores valores de vazões, destacando-se as nascentes pontuais. Já nas nascentes perturbadas e degradadas, as maiores vazões médias ocorreram nas nascentes difusas.

As maiores vazões das nascentes preservadas, perturbadas e degradadas não mostraram correlação significativa pelo teste t Student ($\alpha/2 = 2,5\%$; $v = 176$) com as maiores áreas de recarga. Este fato pode estar associado à profundidade do lençol freático, à declividade, ao tipo de solo e ao uso da terra nestas áreas de recarga.

Caracterização física das áreas de recarga das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG

Com exceção das áreas de recarga das nascentes preservadas difusas e degradadas difusas, mais de 50% (Tabela 6) das áreas de recarga das nascentes estão localizadas em declives acima de 12%. Elas apresentam relevo ondulado a montanhoso, características que propiciam o escoamento superficial e a erosão (Rostagno, 1999) levando ao assoreamento das nascentes. Assim, o uso adequado da terra e práticas de conservação dos solos nestas áreas são de extrema importância para que possa permitir a interceptação da água da chuva, reduzir a quantidade e a velocidade do escoamento superficial, e aumentar a infiltração, possibilitando a recarga do lençol freático, que é responsável pela alimentação das nascentes.

Na Tabela 7 verifica-se que a maioria das áreas de recarga das nascentes pontuais encontra-se sobre os solos B texturais que correspondem, principalmente, aos Argissolos localizados na classe de 12-20% de declividade. Também são encontradas significativas percentagens de áreas de recarga das nascentes pontuais na classe dos B texturais e esporadicamente Cambissolos com declive variando de 20-45%. Silva (1991), realizando a caracterização de ambientes agrícolas de B texturais da região de Lavras, descreveu que nestes solos, com relevo ondulado a montanhoso, a taxa de infiltração e retenção de água pode ser considerada boa, mas apresenta restrições no horizonte B. Este pode ser um dos fatores que justificam a menor vazão média das nascentes pontuais em relação às nascentes difusas.

Tabela 6

Declividade nas áreas de recarga das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. (Slope in the recharging areas of the springs of the Santa Cruz stream watershed, Lavras, MG)

Classes de declividade	Área de recarga das nascentes*					
	Preservada		Perturbada		Degradada	
	Pontual	Difusa	Pontual	Difusa	Pontual	Difusa
0-3	1,52	7,25	2,15	3,13	3,23	7,37
3-6	2,23	16,43	6,80	8,29	9,42	20,15
6-12	14,74	30,71	27,21	27,14	30,40	32,01
12-20	25,90	24,29	31,15	32,67	32,43	26,07
20-40	39,04	19,15	25,32	26,59	21,45	13,38
>40	16,58	2,16	4,36	2,18	3,07	1,02
Total (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

* % da área

Tabela 7

Solos nas áreas de recarga das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. (Soils in the recharging areas of the springs of the Santa Cruz stream watershed, Lavras, MG)

Classes de Solos	Área de recarga das nascentes*					
	Preservada		Perturbada		Degradada	
	Pontual	Difusa	Pontual	Difusa	Pontual	Difusa
Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos	0	0	0,06	0,09	0	0,07
Latossolos (Várzea)	1,52	7,25	2,09	2,98	3,23	7,27
Latossolos (Topo)	16,97	47,15	34,01	34,80	39,82	52,18
Solos B texturais	38,49	32,20	44,37	44,41	42,22	32,3
Solos B texturais e esporadicamente Cambissolos	31,80	12,17	16,36	16,45	12,70	7,51
Cambissolos e Neossolos Litólicos	11,23	1,22	3,10	1,27	2,03	0,67
Total (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

* % da área

Já a maioria das áreas de recarga das nascentes preservadas difusas e degradadas difusas estão ocupadas pelos Latossolos que apresentam alta taxa de infiltração (Lima, 1987), têm boa capacidade de retenção de água, são profundos e acentuadamente drenados (Giarola, 1994). Estas características favorecem a recarga do lençol freático e conseqüente alimentação das nascentes. Quanto às áreas de recarga das nascentes perturbadas difusas, elas estão ocupadas, predominantemente, por solos B texturais, apresentando as restrições descritas para as áreas de recarga das nascentes pontuais.

O levantamento do uso da terra nas áreas de recarga é importante, porque não apenas a proteção da vegetação natural no entorno das nascentes assegura a conservação de sua perenidade e qualidade de suas águas. Seria adequado que as partes mais elevadas da paisagem, áreas de declive acentuado que facilitam o escoamento superficial, estivessem cobertas por vegetação nativa. Esta vegetação propicia uma maior infiltração da água das chuvas no solo e conseqüente recarga do lençol freático e alimentação das nascentes. Estas áreas são as áreas de recarga da bacia hidrográfica, ou seja, são as áreas que alimentam os lençóis, impedindo que toda água da chuva seja drenada pelo leito dos rios.

Na Tabela 8 verifica-se que o uso da terra predominante nas áreas de recarga das nascentes foi a pastagem, ocupando 49,72% da área total, seguido pelo cultivo agrícola (15,47%), mata nativa (12,46%) e campo limpo (11,43%). Observou-se que a presença de vegetação nativa (mata e campo limpo) nas áreas de recarga foi significativamente superior nas nascentes preservadas. Por outro lado, de modo geral, a ocupação das áreas de recarga com pastagem, cultivo agrícola e café aumentaram nas nascentes perturbadas e degradadas. Portanto, as nascentes preservadas, além de terem um raio de 50 metros de vegetação nativa, apresentaram em suas áreas de recarga a maior porcentagem de vegetação natural quando comparada com as perturbadas e degradadas, ajudando na conservação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica. Pode-se inferir que esta condição seja o motivo pelo qual as nascentes preservadas

apresentaram o maior valor médio das vazões. Atenção especial deve ser dada às áreas de recarga das nascentes degradadas, principalmente as pontuais, por apresentarem 46,58% de sua área de recarga ocupada por culturas agrícolas. Segundo Kondo (1998), solos sob condição de cultura anual na camada superficial de 0-3 cm são mais susceptíveis à compactação do que aqueles sob mata natural e pastagem. Esta camada superficial compactada, além de reduzir a infiltração da água da chuva que abasteceria os lençóis e asseguraria a perenidade das nascentes, promove a erosão, carregando partículas sólidas e fertilizantes para os cursos d'água e nascentes. Este fato é apresentado por Oliveira (1979), o qual, ao comparar áreas sob cultivo agrícola com pasto natural no município de Lavras, verificou que a área sob cultivo apresentou problemas quanto ao desenvolvimento do sistema radicular, bem como aeração e movimentação de água no perfil, tendo também uma maior predisposição à erosão em função da redução da macroporosidade.

As áreas de recarga das nascentes ocupam uma área de 1.404ha (16,14%) da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz dos quais 131ha (9,3%) apresentaram uso conflitante do ponto de vista técnico em áreas com declividade entre 20% a 45% e pela legislação (Tabela 9). Dentre os principais usos conflitantes destacaram-se a pastagem (78,45%), culturas agrícolas (15,94%), café (2,58%), eucalipto (1,87%) e solo exposto (0,48%).

As áreas das APP e as áreas com declividade entre 20% a 45% ocupam 508ha, o equivalente a 36,18% das áreas de recarga, dos quais 25,78% apresentaram algum tipo de uso conflitante. As áreas de recarga das nascentes preservadas são as que apresentaram o menor valor percentual de uso conflitante (4,12%), seguida pelas áreas de recarga das nascentes degradadas (9,89%) e perturbadas (10,29%) (Tabela 9).

Considerando que a ocupação principal das áreas de recarga é com atividades agropastoris e a importância destas atividades para a economia da região, é necessário um efetivo acompanhamento das práticas de conservação de solos utilizadas nas propriedades.

Tabela 8

Uso da terra nas áreas de recarga das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. (Land use in the recharging areas of the springs of the Santa Cruz stream watershed, Lavras, MG)

Uso da terra	Área de recarga das nascentes*						Área
	Preservada		Perturbada		Degradada		
	Pontual	Difusa	Pontual	Difusa	Pontual	Difusa	
Mata nativa	20,48	20,63	12,52	9,79	3,81	7,51	12,46
Capoeira	0	2,59	0,90	4,86	0,58	1,85	1,80
Cult. agrícola	0,39	16,78	2,59	14,12	46,58	12,33	15,47
Pastagem	31,03	54,79	40,06	63,98	42,47	65,98	49,72
Eucalipto	0	0	0,28	0,15	0,63	1,94	0,50
Água	0	0	0,01	0,11	0	0,19	0,05
Solo exposto	0	0	0,77	0,31	4,26	3,72	1,51
Aeroporto	0	0	0,00	1,80	0	0,93	0,46
Café	1,75	0,33	35,99	1,55	0,09	0,00	6,62
Campo limpo	46,34	4,89	6,89	3,33	1,57	5,55	11,43
Total (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,0

* % da área

Tabela 9

Uso conflitante da terra nas APP e áreas com 20% a 45% de declividade localizadas nas áreas de recarga das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG.

(Conflicted land use in APPs and areas with slope between 20% to 45% located in the recharging areas of the springs of the Santa Cruz stream watershed, Lavras, MG)

Categorias das nascentes	Área (ha)		Uso nas áreas das APP e de 20% a 45% de declive				Uso conflitante das áreas de recarga (%)
	Áreas de recarga	APP e 20 a 45% de declive	Adequado		Inadequado		
			ha	%	ha	%	
PrP	80	50	46	92	4	8	4,12
PrD	114	32	28	87	4	13	
PP	502	198	154	77	47	24	10,29
PD	324	125	87	70	38	30	
DP	120	41	25	61	16	39	9,89
DD	264	62	38	61	22	35	
Total	1404	508	377	74,22	131	25,78	-

PrP = preservada pontual; PrD = preservada difusa; PP = perturbada pontual; PD = perturbada difusa; DP = degradada pontual; DD = degradada difusa.

CONCLUSÕES

Das 177 nascentes perenes na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, 44 (24,86%) encontravam-se degradadas, 107 perturbadas (60,45%) e apenas 26 (14,69%) encontravam-se preservadas.

As áreas de recarga das nascentes ocupam uma área de 1.404ha da bacia hidrográfica, dos quais 9,3% estavam ocupados por algum tipo de uso conflitante.

As áreas das APP e as áreas com declividade entre 20% a 45% ocupam 36,18% das áreas de recarga das nascentes, dos quais 25,78% apresentavam algum tipo de uso conflitante.

As áreas de recarga das nascentes preservadas foram as que apresentaram o menor valor percentual de uso conflitante (4,12%), seguidas pelas áreas de recarga das nascentes degradadas (9,89%) e perturbadas (10,29%).

As maiores áreas de recarga não mostraram correlação com as maiores vazões das nascentes. No entanto, as áreas de recarga que apresentaram as menores áreas com uso conflitante tiveram as maiores vazões.

AUTORES E AGRADECIMENTOS

LILIAN VILELA ANDRADE PINTO é Engenheira Florestal, Doutoranda em Engenharia Florestal – UFLA – Universidade Federal de Lavras – Caixa Postal 37 - Lavras, MG – 37200-000 - E-mail: lilian.vilela@posgrad.ufla.br

SORAYA ALVARENGA BOTELHO é Professora do Departamento de Engenharia Florestal - UFLA – Universidade Federal de Lavras – Caixa Postal 37 - Lavras, MG – 37200-000 - E-mail: sbotelho@ufla.br

ANTONIO CLAUDIO DAVIDE é Professor do Departamento de Engenharia Florestal - UFLA – Universidade Federal de Lavras – Caixa Postal 37 - Lavras, MG – 37200-000 - E-mail: acdavide@ufla.br

ELIZABETH FERREIRA é Professora do Departamento de Engenharia - UFLA – Universidade Federal de Lavras – Caixa Postal 37 - Lavras, MG – 37200-000 - E-mail: beth@ufla.br

Os autores agradecem à CEMIG pelo financiamento do projeto de pesquisa “Estudo integrado da vegetação ciliar no entorno de nascentes de rios e reservatórios”, do qual este trabalho faz parte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, D. S.; DUARTE, A. J.; ARAÚJO, R. P. Projeto de recuperação de matas ciliares e nascentes da bacia do Rio dos Mangues. In: CONGRESSO DE EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6, 2000, Porto Seguro. **Anais**. Rio de Janeiro, 2000. p.575-576
- ANDRADE, H.; ALVES, H.M.R.; VIEIRA, T.G.C.; RESENDE, R.J.T.P.; ESTEVES, D.R.; ROSA, E.R. Diagnóstico ambiental do Município de Lavras com base em dados do meio físico: 3- estratificação em classes de declive. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, Poços de Caldas, 1998. **Anais**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. v.4, p.356-358.
- BERNARDO, S. Manual de irrigação. 5.ed. Viçosa: UFV/Imprensa Universitária, 1989. 596 p.
- BIGARELLA, J.J.; MAZUCHOWSKI, J.Z. Visão integrada da problemática da erosão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 3, Maringá, 1985. **Anais**. Curitiba: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia / Associação de Defesa e Educação Ambiental, 1985. 372p.

- BRASIL. CONGRESSO. SENADO. Resolução n.303 de 20 de mar. de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de Preservação Permanente. <http://www.mma.gov.br/conama/>. Acesso em: 07/09/2002a.
- BRASIL. LEIS, DECRETOS, ETC. Lei n.4.771 de 15 de set. de 1965: Institui o novo Código Florestal. <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Leis/L4771.htm>. Acesso em: 07/09/2002b.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. **Normais climatológicas 1961-1990**. Brasília: MARA, 1992. 84p.
- CARNIEL, T.; VALE, FR.; CURI, N.; SIQUEIRA, J.O. **Atividade agrícola e recursos naturais na região sob influência do reservatório da hidrelétrica de Itutinga/Camargos (MG)**. Belo Horizonte: CEMIG, 1994. 65p.
- CASTRO, PS. Recuperação e conservação de nascentes. **Série saneamento e meio ambiente**, n.26, p. 1-84, 2001.
- De BIASE, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista de geografia**, v.6, p.45-60, 1993.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.
- GIAROLA, N.F.B. **Levantamento pedológico, perdas de solo e aptidão agrícola das terras na região sob influência do Reservatório de Itutinga/Camargos (MG)**. Lavras, 1994. 226p. Tese (Mestrado). Escola Superior de Agricultura de Lavras
- KONDO, M.K. **Compressibilidade de três Latossolos sob diferentes usos**. Lavras, 1998. 95p. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Lavras
- LIMA, J.M. **Relação entre erosão, teor de ferro, parâmetros físicos e mineralógicos de solos da região de Lavras (MG)**. Lavras, 1987. 86p. Tese (Mestrado). Escola Superior de Agricultura de Lavras
- LIMA, W.P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1986. 242p. (Texto básico para a disciplina Manejo de Bacias Hidrográficas).
- OLIVEIRA, M. **Comportamento de características e propriedades físicas de um podzólico vermelho amarelo sob condições de pasto natural e cultivado na região de Lavras, Minas Gerais**. Lavras, 1979. 136p. Tese (Mestrado). Escola Superior de Agricultura de Lavras
- ROCHA, J.S.M. **Manual de interpretação de aerofotogramas**. 2.ed. Santa Maria: UFSM, 1985. 83p.
- ROSTAGNO, L.S.C. **Caracterização de uma paisagem na área de influência do Reservatório da Usina Hidrelétrica do Funil, Ijaci, MG**. Lavras, 1999. 66p. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Lavras
- SILVA, V.L.A. **Caracterização de ambientes agrícolas de podzólicos da região de Lavras (MG) e interpretação para uso e manejo**. Lavras, 1991. 63p. Tese (Mestrado). Escola Superior de Agricultura de Lavras
- VELOSO, 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. 123p.