

Impactos da silvicultura de eucalipto no aumento das taxas de turbidez das águas fluviais: o caso de mananciais de abastecimento público de Caeté/MG

André Augusto Rodrigues Salgado
Doutorando em Geologia – DEGEO/UFOP

Antônio Pereira Magalhães Júnior
Professor Adjunto do Departamento de Geografia – IGC/UFMG

Resumo

O presente trabalho investiga a relação entre a silvicultura de eucalipto, a intensificação de processos erosivos superficiais e o aumento nas taxas de turbidez das águas fluviais em duas bacias hidrográficas no município de Caeté/MG que são ocupadas basicamente por esse tipo de atividade florestal. Para tanto, o estudo compara a qualidade das águas superficiais dessas bacias, notadamente no que se refere às taxas de turbidez, com períodos distintos da atividade florestal – plantio, crescimento e corte da floresta – ao longo de um período de cinco anos. Os resultados obtidos indicam que, na área investigada, durante o período de corte das árvores e o período imediatamente posterior a esse corte, as taxas médias de turbidez das águas monitoradas tendem a aumentar significativamente. Tal fato demonstra que essa atividade, da maneira como vem sendo desenvolvida na área investigada, tem contribuído para o assoreamento dos cursos fluviais locais.

Palavras-chave eucalipto; erosão; turbidez fluvial; Caeté.

Abstract

This paper investigates the relationship between the eucalyptus forestry and superficial erosive processes in two rivers basins in Caeté/MG. The basic methodology is the comparison between the quality of the superficial waters of these basins, especially in regard to the rates of clay transport in the rivers waters, with different periods of the forestry activity – planting, growth and cut of the forest – along a period of five years. The obtained results indicate that, in the investigated area, during the period of cut of the trees and the period immediately subsequent to this cut, the medium rates of the clay transport in the monitored waters tend to increase significantly. Such fact demonstrates that this activity, in the way it has been developed in the investigated area, has been contributing to the growth of sediments of the local fluvial courses.

Keywords *eucalyptus; erosion; fluvial turbidity; Caeté.*

geosalgado@yahoo.com.br

magalhaesufmg@yahoo.com.br

Introdução

Nas últimas décadas as águas ou os recursos hídricos têm atraído a atenção de políticos, especialistas e da sociedade civil em nível global, devido ao desequilíbrio na relação entre oferta e demandas para o atendimento aos diversos usos. A noção de escassez tornou-se globalizada, mesmo em países com abundância hídrica. A disponibilidade quantitativa não significa disponibilidade qualitativa de água (escassez relativa). Alguns pesquisadores consideram os recursos hídricos como os recursos estratégicos do século XXI (PÔSSA, 1994), já que a água é um recurso vital, insubstituível e necessário para as atividades econômicas e, por conseqüência, para a sustentação dos modelos de desenvolvimento e modos de produção.

No entanto, a sociedade moderna tem elevado de forma descontrolada suas demandas hídricas, ao mesmo tempo em que degrada rápida e intensamente a qualidade das águas superficiais e subterrâneas. Como conseqüência, não são raros os locais, regiões e países em que as necessidades humanas superam a oferta e a capacidade de renovação dos estoques hídricos (LAMBERT, 1996). A noção da água como um bem renovável e infinito tem sido, nesse contexto, substituída pela noção da água como um bem finito em quantidade e qualidade, ainda que os volumes de água do ciclo hidrológico não sejam alterados em nível global.

Mesmo considerando as diferenças no tratamento da questão hídrica em níveis político, econômico e social no planeta, bem como as diferenças de disponibilidade hídrica, as águas constituem-se em uma preocupação global, até em áreas caracterizadas por condições climáticas tropicais úmidas, como Minas Gerais. Mesmo sob clima tropical úmido, séculos de apropriação indevida dos recursos hídricos refletiram-se em degradação e rarefação de água para o atendimento das demandas crescentes. Na atual realidade de busca de soluções preventivas para os problemas de poluição hídrica e utilização racional da água torna-se importante o planejamento do uso e da ocupação do solo, bem como o estudo dos impactos das atividades humanas sobre o meio.

Entre as atividades potencialmente degradadoras dos recursos hídricos está a silvicultura de eucalipto. O Brasil é um dos países com maiores extensões de eucalipto plantado. O eucalipto possui a peculiaridade de provocar calorosos debates e discussões a respeito de seus impactos sobre a biodiversidade e a disponibilidade hídrica (consumo de água durante o processo de crescimento). Porém, os questionamentos sobre os seus impactos na qualidade das águas são menos freqüentes, e suas relações com taxas de erosão acelerada, subestimadas.

Este trabalho objetivou analisar as relações entre a silvicultura do eucalipto e seus impactos na alteração dos processos erosivos superficiais e nos níveis de turbidez das águas de trechos fluviais, adotando o estudo de caso de dois mananciais para abastecimento público de água da sede do município de Caeté, Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais. Foram enfocadas as áreas de contribuição hídrica desses mananciais, correspondendo às microbacias dos altos cursos do ribeirão Bonito e do córrego Santo Antônio. O parâmetro adotado para a verificação dessas relações, a turbidez das águas, tem relação direta com o processo de erosão superficial nas encostas e o conseqüente

assoreamento dos cursos d'água. Foi analisado o período entre 1995 e 1999. Os estudos locais iniciaram-se em 1998, por meio de convênios entre o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de Caeté e o Instituto de Geociências (IGC) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). As pesquisas podem fornecer subsídios para ações dos órgãos públicos do município no que se refere à proteção dos recursos hídricos superficiais locais, visto terem estes se tornado escassos em quantidade e qualidade nas últimas décadas.

Caracterização ambiental do município de Caeté/MG

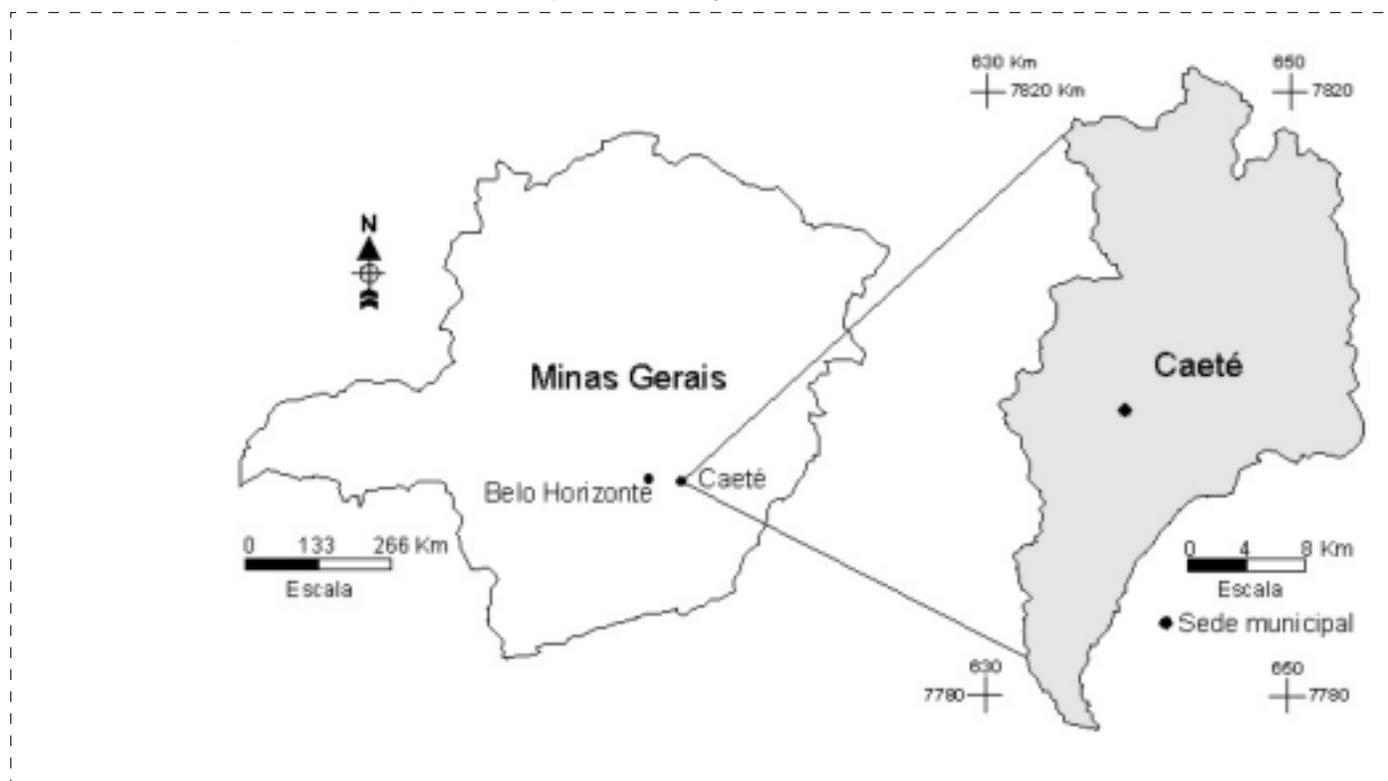
Caeté é um dos municípios que compõem a Região Metropolitana de Belo Horizonte/MG (Fig. 1). Localiza-se no extremo leste dessa região, a 56 km da capital, a esta ligando-se por rodovia pavimentada. Situa-se na borda norte do Quadrilátero Ferrífero, apresentando as três principais séries litológicas do domínio: (i) embasamento granítico gnáissico; (ii) série Rio das Velhas (predomínio de xistos); e (iii) série Minas (predomínio de quartzitos, itabiritos e filitos). Seu relevo é extremamente movimentado, constituindo basicamente uma depressão de relevo ondulado com altitudes médias de 900 metros, cercada por duas serras alongadas no sentido leste/oeste: (i) Serra do Gandarela, ao sul, localmente denominada Serra do Gongo Soco, com cristas alcançando mais de 1.500 metros; e (ii) Serra da Piedade, ao norte, onde se localiza o ponto culminante do município – Pico da Serra da Piedade, com 1.746 metros de altitude. As zonas mais elevadas do município estão moldadas sobre as rochas da série Minas, enquanto o embasamento cristalino aflora nas áreas rebaixadas, notadamente na porção central do município, onde se localiza sua sede.

O clima local pode ser caracterizado como tropical semi-úmido afetado pela altitude, com verões úmidos e invernos secos. As temperaturas médias anuais ficam em torno de 20°C nas partes menos elevadas do município, sendo que, nessas mesmas áreas, as médias mensais nunca são inferiores a 12°C. A pluviosidade média anual é de 1.287 mm (SAAE, 1997), e a insolação é de 2.400 horas anuais junto à Serra da Piedade, limite norte do município (BUENO, 1992).

Caeté/MG está completamente inserida na alta bacia do Rio das Velhas. De modo geral, seus cursos fluviais possuem suas cabeceiras nas serras do Gandarela ou da Piedade e escoam em direção ao interior da depressão localizada na porção central do município. Dentre esses cursos fluviais dois se destacam: o ribeirão Vermelho, a leste, e o rio Caeté, a oeste. O primeiro nasce na Serra do Gandarela e tem por afluente principal o ribeirão Bonito. Segue na direção noroeste, contornando a Serra da Piedade, e deságua no Rio das Velhas, em área externa ao Quadrilátero Ferrífero. Já o rio Caeté, que também nasce na Serra do Gandarela, segue na direção oeste. Esse curso fluvial, ao deixar o município de Caeté, é rebatizado com o nome de rio Sabará e constitui-se como o principal afluente do Rio das Velhas no interior do Quadrilátero Ferrífero.

A vegetação local original varia de acordo com a altitude, sendo possível delimitar na área investigada três compartimentos fitogeográficos: (i) ambiente florestal nas áreas deprimidas; (ii) ambiente de transição de médias altitudes, caracterizado por florestas de candeias; e (iii) campo rupestre do topo da serra, especialmente junto às crostas lateríticas

Figura 1 Mapa de localização de Caeté/MG



que constituem o substrato da Serra da Piedade (BRAGA; GRANDI, 1992). A fauna é composta por animais típicos da mata tropical úmida e do cerrado, como tatus, pacas, tamanduás e, embora raros, até queixadas, lobos-guarás, suçuaranas e onças-pintadas.

Entretanto, a atividade antrópica alterou e removeu de forma significativa a vegetação original. Caeté constitui um dos municípios mais antigos de Minas Gerais – foi declarada vila em 1714 – e é uma das cidades do ciclo histórico do ouro. Essa ocupação antiga fez com que, principalmente na área deprimida do município, a vegetação florestal fosse desmatada para a ocupação do núcleo urbano e para as atividades de mineração e agropecuária. Mais recentemente, a partir dos anos 70, a silvicultura de eucalipto proliferou no município.

Caracterização das bacias hidrográficas investigadas

A presente pesquisa investigou trechos de duas bacias hidrográficas que, juntas, são responsáveis, segundo o SAAE (1997), por cerca de 75% do sistema público de abastecimento de água de Caeté (Fig. 2): (i) alta bacia do ribeirão Ribeiro Bonito; e (ii) alta bacia do córrego Santo Antônio. Essas duas bacias têm a qualidade de suas águas monitorada pelo SAAE e possuem a silvicultura de eucalipto como um dos principais tipos de uso e ocupação do solo (Fig. 3 e 4). Tal fato permite relacionar a dinâmica da atividade florestal com as taxas de turbidez das águas monitoradas.

Figura 2 Mapa de localização das bacias hidrográficas estudadas em Caeté/MG

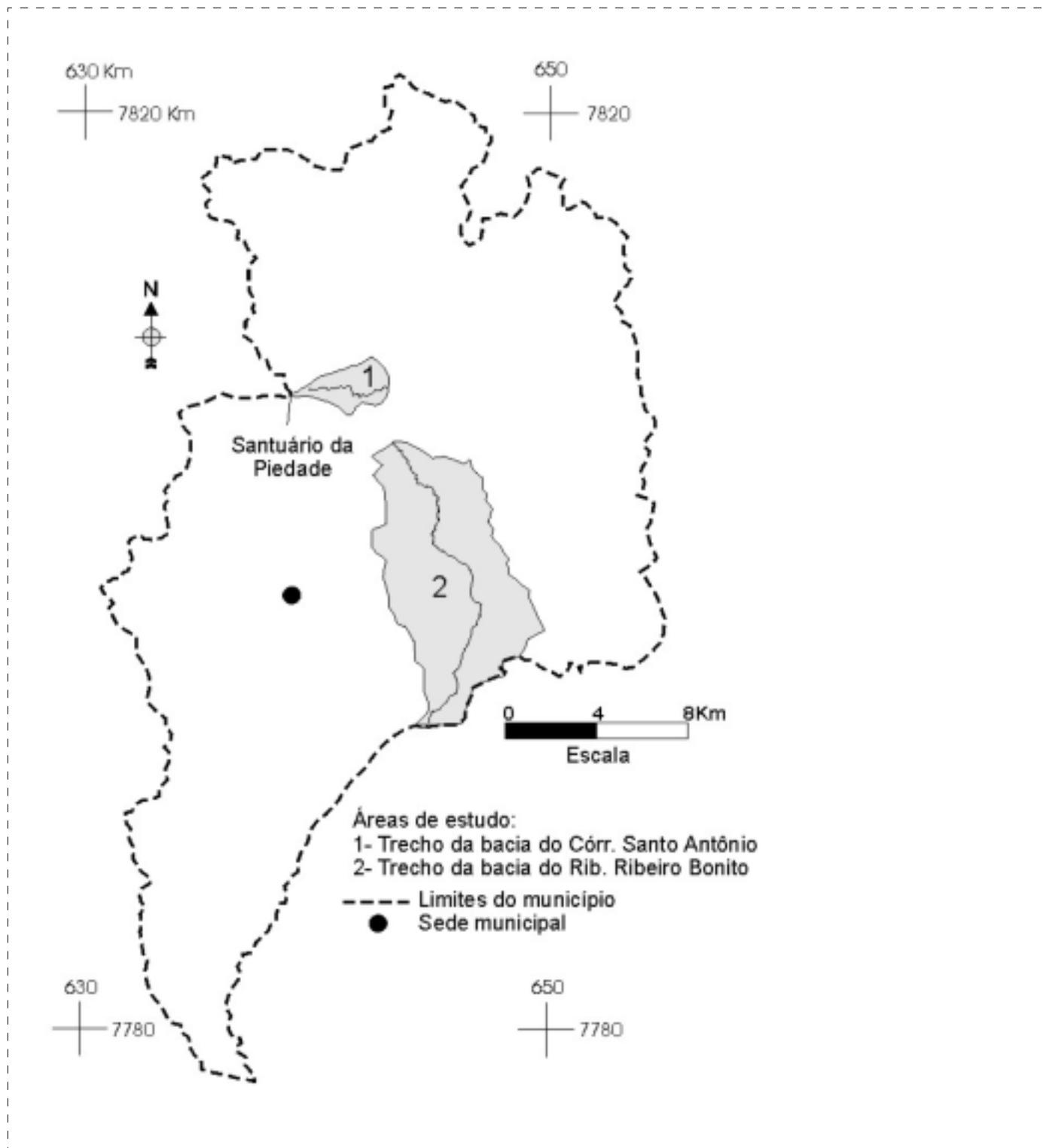
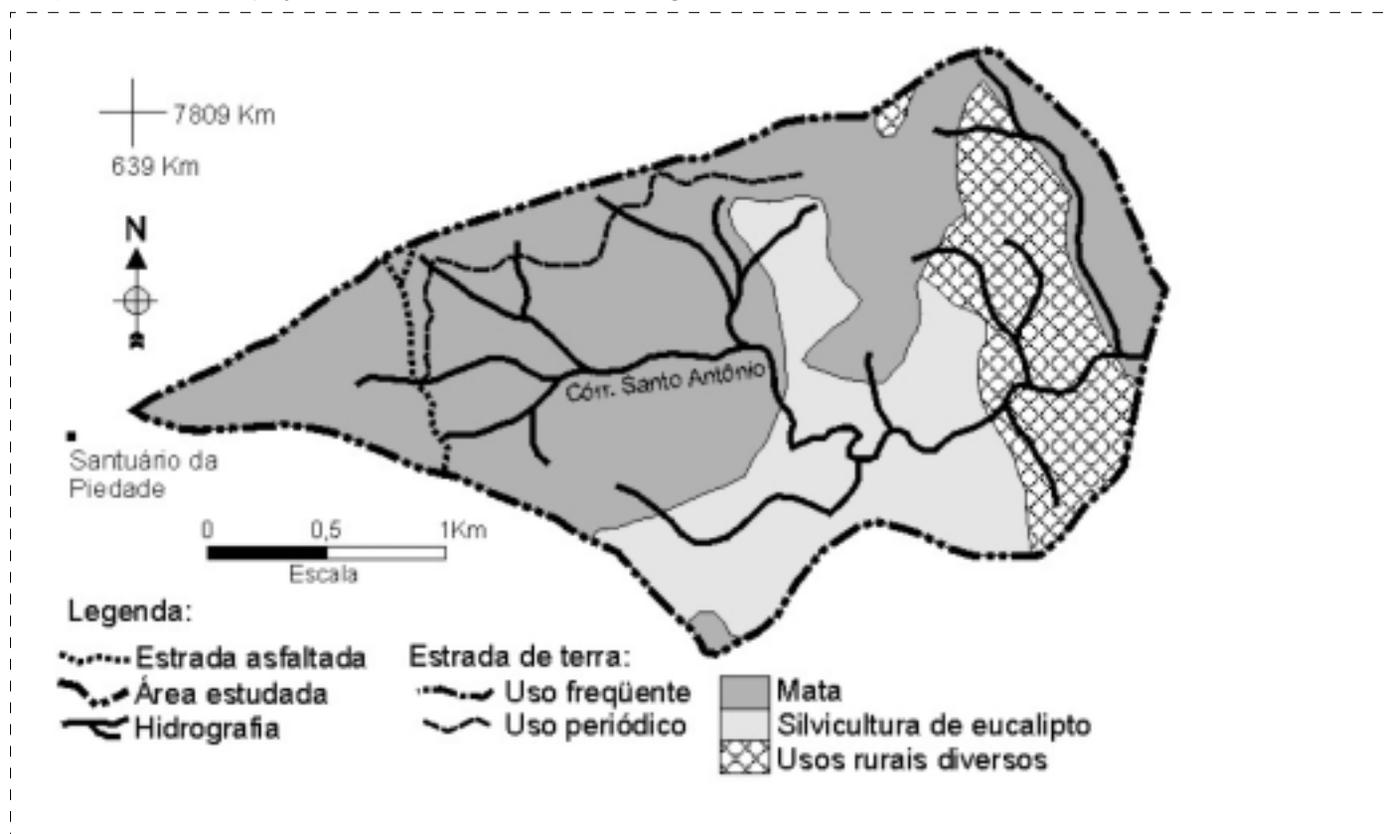


Figura 4 Uso e ocupação do solo da bacia do alto córrego Santo Antônio



A alta bacia do ribeirão Bonito possui uma área de 51,57 km² e apresenta-se como o principal manancial do município em volume de água. Entretanto, constitui-se também no manancial com pior qualidade da água (SAAE, 1997; SALGADO; VALADÃO, 2002). Localiza-se a sudeste da sede municipal, possuindo suas nascentes junto à Serra do Gongo Soco e fluindo para o interior da área deprimida. É afluente do ribeirão Vermelho que, por sua vez, deságua no Rio das Velhas. A sua vegetação original foi quase que completamente substituída (ALVES, 2001). A bacia é marcada por florestas de eucalipto, pastagens, um pequeno núcleo urbano com 280 moradores (povoado de Rancho Novo) e áreas dedicadas à horticultura (Fig. 3).

Já a alta bacia do córrego Santo Antônio possui apenas 5,31 km², localizando-se inteiramente nas escarpas da Serra da Piedade (SALGADO *et al.*, 2004). Possui os cursos fluviais com a melhor qualidade das águas dentre as bacias estudadas (SAAE, 1997; SALGADO; VALADÃO, 2003). Sua área está ocupada, na porção mais a montante, por vegetação nativa – campos rupestres, matas de candeias e formações florestais heterogêneas – e, no baixo curso, por eucaliptais (Fig. 4).

No que concerne à silvicultura de eucalipto vale ressaltar que, nas duas bacias investigadas, as florestas homogêneas a ela dedicadas se estendem até a beira dos cursos fluviais.

Tal fato se deve à sua antigüidade, sendo elas anteriores às leis ambientais mais rigorosas que hoje em dia protegem a mata ciliar. Entretanto, o método de corte prevê a permanência dos eucaliptais nas áreas de mata ciliar, ou seja, atualmente, no período de corte da madeira, embora as vertentes tenham sua cobertura vegetal completamente retirada, as áreas de mata ciliar são preservadas, mesmo que não sejam compostas por espécies nativas e sim, por eucaliptais.

Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos da presente pesquisa basearam-se na análise integrada de: (i) taxas de turbidez da água dos principais canais fluviais que drenam as bacias investigadas; (ii) índices pluviométricos do período estudado; e (iii) períodos de produção de madeira dos eucaliptais – plantio, crescimento e corte das árvores.

As taxas de turbidez foram obtidas junto ao SAAE, que possui em seus registros um histórico, com medições de hora em hora, de mais de dez anos de dados para cada um dos sistemas fluviais monitorados. As duas bacias foram analisadas em conjunto, visto que os dados de turbidez foram coletados na Estação de Tratamento de Água (ETA) Vila das Flores, que não distingue a origem das águas captadas. Essa ETA responde por 75% da produção de água tratada do município e é nela que o SAAE monitora a qualidade da água bruta captada no município. Para a síntese dos dados, as taxas de turbidez foram apresentadas sob forma de médias mensais, as quais foram relacionadas às médias mensais de pluviosidade da Estação Meteorológica do Aeroporto da Pampulha, em Belo Horizonte, estação mais próxima da área investigada. O SAAE também forneceu informações sobre os períodos de produção dos eucaliptais presentes nas áreas estudadas.

O período escolhido para a pesquisa foi janeiro de 1995 a dezembro de 1999, período este em que as áreas estudadas sofreram, à exceção do corte do eucalipto, pequena interferência antrópica. Anteriormente a 1995, a bacia do ribeirão Ribeiro Bonito foi palco de obras junto à rede ferroviária que a atravessa, em seu extremo sul; e, após 1999, as bacias da Serra da Piedade – Dantas e Enjeitado – sofreram interferência antrópica significativa em função da construção de uma nova estrada de acesso ao Santuário de Nossa Senhora da Piedade.

Resultados

Os resultados obtidos indicam uma clara relação entre a dinâmica de produção dos eucaliptais e a taxa de turbidez das águas investigadas. Nas áreas em questão o período de corte da madeira ocorreu entre março de 1994 e outubro de 1995, período que corresponde quase inteiramente aos meses de estiagem. A quase ausência de focos de erosão em sulcos na área estudada confirma o fato de a turbidez das águas resultar de erosão laminar acelerada, cuja ocorrência difusa e, muitas vezes, pouco visível não deixa de ser potencialmente grave em termos de perdas de solo, desequilíbrio da dinâmica hidrológica e assoreamento de canais fluviais.

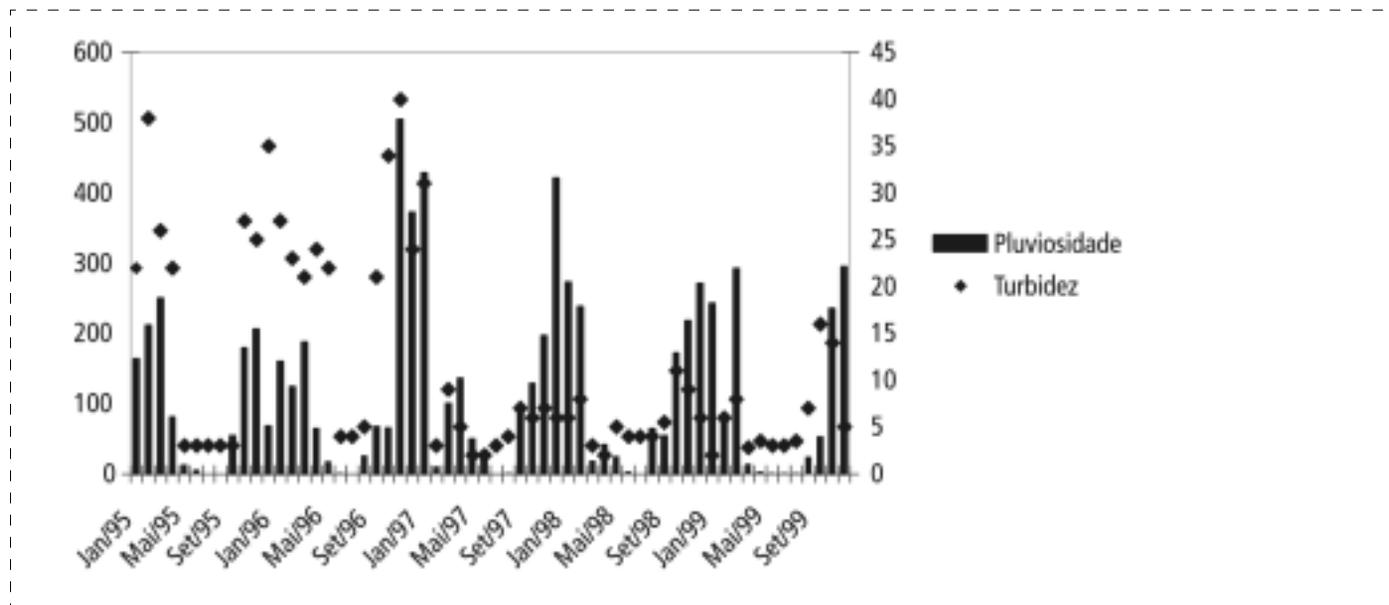
Entre 1995 e 1997, as taxas de turbidez apresentaram-se altas, principalmente durante os meses mais chuvosos (Fig. 5). Esse fato demonstra que, durante o período subsequente

ao corte da madeira, a quantidade de sedimentos a alcançar os cursos fluviais permaneceu elevada. Essas taxas, que se reduziram após janeiro de 1997, permaneceram baixas no verão de 1998 e 1999, mesmo diante da alta pluviosidade dos meses mais chuvosos (Fig. 5). Logo, analisando as taxas de turbidez das águas investigadas, é possível, temporariamente, verificar dois comportamentos denudatórios diferentes nas bacias estudadas (Fig. 5): (i) elevada erosão laminar entre janeiro de 1995 e julho de 1997; (ii) baixas taxas de erosão após julho de 1997.

Os dados apresentados permitem ilustrar a forte relação entre a intensidade da pluviosidade e a erosão laminar nas áreas estudadas. Focos de erosão acelerada em sulcos são raramente observados. Durante os meses úmidos do ano, a quantidade de sedimentos carreados para os cursos fluviais é significativa, aumentando-lhes claramente a turbidez (Fig. 5). Quando retirada a cobertura florestal, os solos ficam expostos aos processos erosivos, inclusive em florestas comerciais de espécies como o eucalipto. No entanto, como essa espécie é de rápido crescimento, a erosão acelerada continua tendo um papel importante na remoção de sedimentos durante cerca de dois anos após o corte da madeira. O período subsequente é caracterizado por baixas taxas de erosão laminar. Porém, como os eucaliptais são cortados em períodos de seis ou sete anos, pode-se afirmar que as áreas ocupadas com silvicultura de eucalipto em Caeté possuem um ciclo de dois anos de intensa erosão laminar, seguidos por ciclos de cerca de quatro anos de taxas equilibradas de erosão.

Naqueles dois anos de erosão intensa, os cursos d'água podem sofrer impactos na dinâmica hidrológica derivados do aumento da carga sedimentar que podem tornar-se irreversíveis a partir de um certo tempo. A erosão laminar remove principalmente sedi-

Figura 5 Gráfico de relação entre turbidez e pluviosidade para janeiro de 1995 a dezembro de 1999



mentos finos (textura areia, silte e argila), os quais são transportados fundamentalmente em suspensão. Entretanto, o aumento de sólidos em suspensão aumenta também a turbulência das águas e a ruptura do equilíbrio das células hídras convectivas que fazem parte da dinâmica própria dos canais. Por outro lado, parte da carga sedimentar em suspensão passa, sob condições de baixa energia, a ser depositada e a contribuir para a formação e o crescimento de barras de canal que marcarão o processo de assoreamento. Na realidade brasileira atual, diversos cursos d'água vêm sofrendo processos de assoreamento que têm levado a mudanças nos padrões fluviais. Canais tipicamente meandran-tes passam, com a intensidade dos impactos, a apresentar padrão e comportamento hidrológicos que tendem ao entrelaçado, inclusive na região estudada (MAGALHÃES JÚNIOR, 1994).

Considerações finais

Os resultados comprovaram que o eucalipto, na forma em que é cultivado e explorado em Caeté, contribui diretamente para a aceleração de processos erosivos nas encostas (erosão laminar) e para a degradação da qualidade da água naquele município.

As florestas homogêneas de eucalipto, apesar de sua importância econômica, precisam ser monitoradas a fim de se controlar a perda de solos por erosão acelerada. Muitas vezes vistas como eficientes coberturas vegetais, fato derivado de sua homogeneidade e densidade de cobertura, as florestas de eucalipto nem sempre apresentam adequada proteção do solo, pois as taxas de erosão variam durante os ciclos de plantio e crescimento. A manutenção apenas da mata ciliar no período de corte da madeira mostra-se ineficiente para o controle dos processos erosivos na área investigada.

A remoção da cobertura vegetal e da cobertura morta (liteira) tem efeitos diretos na erosão laminar e mesmo no surgimento de sulcos erosivos que podem levar ao aumento da turbidez e ao assoreamento de cursos d'água. Deve-se ponderar, entretanto, que fora do período de corte do eucalipto no município, a silvicultura tem sido a atividade econômica menos impactante sobre os cursos d'água locais, considerando-se os processos de poluição e assoreamento (SALGADO; VALADÃO, 2002, 2003; SALGADO; VALADÃO; NEEF, 2003). Tal fato indica que essa atividade econômica, desde que feita com técnicas adequadas como, por exemplo, a preservação parcial da floresta no período de corte, constitui, em termos de erosão de solos nas condições investigadas, uma alternativa econômica para o município.

Como ficou claro nos objetivos do trabalho, não se pretendeu abordar outros possíveis impactos ambientais derivados da silvicultura do eucalipto, mas os estudos realizados podem contribuir para a integração de informações no sentido de alertar o poder público e a sociedade civil sobre a necessidade de reflexão e ponderação no fomento e desenvolvimento de atividades econômicas, cujos impactos ambientais não podem ser analisados isoladamente. Questões relativas aos eucaliptais, como a redução da biodiversidade e o desequilíbrio na dinâmica hidrológica de encostas, têm sido significativamente discutidas no meio acadêmico/científico, mas estudos sobre seus impactos no desequilíbrio das taxas de erosão ainda são raros.

artigo recebido **abril/2006**
artigo aprovado **julho/2006**

Agradecimentos

Ao SAAE de Caeté, em especial aos seus diretores Bernardo Mourão Vorcaro e Benedito Eufrásio de Castro e à técnica-química Raimunda Cecília dos Reis.

À Profa. Dra. Magda Luzimar de Abreu e ao Aeroporto da Pampulha pelos dados pluviométricos.

Ao mestrando Alexandre Abreu pela confecção dos mapas.

Referências

- ALVES, E. E. *Análise dos impactos ambientais gerados pelo uso e ocupação do solo na qualidade dos recursos hídricos das bacias dos ribeirões Juca Vieira e Ribeiro Bonito*. 2001. 54 p. Monografia (Graduação em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.
- BRAGA, P. I. S.; GRANDI, T. S. M. Botânica da Serra da Piedade. In: CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais. *Serra da Piedade*. Belo Horizonte: CEMIG, 1992. p. 98-111.
- BUENO, M. E. T. Geografia da Serra da Piedade. In: CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais. *Serra da Piedade*. Belo Horizonte: CEMIG, 1992. p. 56-75.
- LAMBERT, R. *Geographie du cycle de l'eau*. Paris: Presses Universitaires du Mirail, 1996. 435 p.
- MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Impactos ambientais em sistemas fluviais: a mudança no padrão de sedimentação do Rio das Velhas na Região de Belo Horizonte – MG. *Caderno de Filosofia e Ciências Humanas*, Belo Horizonte, n. 3, p. 39-47, 1994.
- PÔSSA, J. A água já é o recurso estratégico nº 1. *Revista do Legislativo*, Belo Horizonte, n. 7, p. 5-11, 1994.
- SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Caeté. *Relatório técnico anual*. Caeté: SAAE, 1997. 65 p.
- SALGADO, A. A. R.; VALADÃO, R. C. *Diagnóstico ambiental, zoneamento ecológico-econômico e plano de manejo ambiental da APA do ribeirão Ribeiro Bonito*: relatório técnico. Belo Horizonte: IGC/UFMG, 2002. 67 p.
- SALGADO, A. A. R.; VALADÃO, R. C. *Diagnóstico ambiental, zoneamento ecológico-econômico e plano de manejo ambiental da APA do ribeirão Ribeiro Bonito*: relatório técnico. Belo Horizonte: IGC/UFMG, 2003. 38 p.
- SALGADO, A. A. R.; VALADÃO, R. C.; NEEF, H. Zoneamento ambiental e plano de manejo da bacia do ribeirão Ribeiro Bonito, Caeté/MG. *Revista Geo UERJ*, Rio de Janeiro, 2003. Edição especial.
- SALGADO, A. A. R. *et al.* Relação entre uso e ocupação do solo e qualidade das águas superficiais de bacias hidrográficas na Serra da Piedade/MG. *Revista 7 Faces*, Itabira, n. 5, 2004. No prelo.