

## SERVIÇOS AMBIENTAIS DE DRENAGENS PRESERVADAS: UMA ABORDAGEM NO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

*Maria Isabel Martins\*<sup>1</sup>; Isabelle T.C. e Silva<sup>1</sup>; Arthur dos S. Barbosa<sup>1</sup>; Catarina H. I. Siqueira<sup>1</sup>; Ana I. F. da Mata<sup>1</sup>; Hersília de A. Santos<sup>1</sup>*

**Resumo** – O sedimento tem um papel importante na manutenção dos ecossistemas aquáticos. Distúrbios no processo de transporte natural de sedimentos em rios podem provocar o assoreamento ou erosão de leitos, causando impactos ambientais, sociais e econômicos para a sociedade. O conhecimento sobre o comportamento hidrossedimentológico de uma bacia hidrográfica é fundamental para a adequada gestão de seus recursos hídricos. No presente estudo, buscou-se valorar os serviços ambientais prestados por pequenos rios, com enfoque no transporte de sedimentos. A partir de amostragens de sedimentos, em suspensão e depositados, bem como de informações geomorfológicas dos rios de primeira e segunda ordem foram calculadas as descargas sólidas dos trechos estudados. Esta análise permitiu concluir que o desassoreamento de áreas localizadas a jusante de um dos trechos, provocado por uma possível supressão da mata, teria custos superiores a R\$ 37,27 por dia na época de cheia e R\$ 0,17 por dia na época de seca.

**Palavras-Chave** – hidrossedimentologia, rios de primeira e segunda ordem, sedimentos em suspensão

## ENVIRONMENTAL SERVICES OF PRESERVED DRAINS: AN SEDIMENT TRANSPORT APPROACH

**Abstract**– The sediment has an important role in the maintenance of aquatic ecosystems. Disturbances in natural transport of sediment can cause siltation or erosion of river beds, causing environmental, social and economic impacts to society. The hydrosedimentological knowledge about a watershed's behavior is essential to a proper management of its water resources. In this study we assessed the environmental services provided by small rivers, focusing on sediment transport. Solid discharges were calculated from suspended sediment and deposited sediment's samples, as well as geomorphological information of first and second order rivers. This analysis allowed to conclude that desilting areas located in a one of the river's downstream, caused by a possible suppression of forest, would have cost more than R\$ 37.27 per day in the rainy season and R\$ 0.17 per day in the dry season.

**Keywords**- hydrosedimentology, stream of first and second order, suspended sediment

<sup>1</sup>CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS - Av. Amazonas, 7675. E-mail: misabel.martins@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

Define-se como sedimento a partícula de origem orgânica ou inorgânica originada do fragmento de rocha que pode ser transportado por fluido (Carvalho, 2008). Em regiões de clima tropical úmido, esta fragmentação se dá pelo impacto da gota de chuva no solo. Este fragmento, ao ser desagregado do solo, é carregado para um curso d'água, onde é transportado e, posteriormente, sofre deposição no delta de rios. O sedimento tem um papel importante na manutenção do ecossistema aquático, atuando no equilíbrio entre a erosão e a deposição que ocorre ao longo de seu

trajeto no rio (UNESCO, 2011). Distúrbios neste equilíbrio podem provocar o assoreamento ou erosão de leitos de rios, e podem ocorrer como consequência das mudanças climáticas e atividade antrópica, como desmatamento, urbanização, industrialização, causando impactos ambientais, sociais, e econômicos para a sociedade.

O conhecimento dos processos de transporte de sedimentos permite uma tomada de decisão mais consciente em relação a mitigação dos prejuízos ambientais e econômicos. Devido a grande extensão territorial e quantidade de bacias hidrográficas, o Brasil apresenta uma deficiência no estabelecimento de bases de dados hidrológicos e postos sedimentométricos. A análise dos processos de transporte e deposição de sedimentos envolve o monitoramento contínuo através de equipamentos e métodos custosos, incluindo operação de postos de medidas e o levantamento topobatimétrico (Carvalho, 2008). Com isto, informações hidrossedimentológicas de algumas regiões são desconhecidas.

A crescente divulgação e conscientização da sociedade com a situação ambiental atual mostra a necessidade de criação de novas formas de abordagem deste problema, como por exemplo o emprego do conceito de serviços ambientais. O pagamento por serviços ambientais (PSA) vem se tornando uma ferramenta interessante em iniciativas de controle da erosão e da sedimentação em pequenas bacias hidrográficas rurais, sendo aplicado em alguns programas de gerenciamento de recursos hídricos, como o Programa do Produtor de Água (Chaves *et al.*, 2004a,b). Entende-se por serviço ambiental os benefícios retirados da preservação de ecossistemas, como a captura de CO<sub>2</sub> por florestas, ou o retorno de chuva de seu ciclo.

No presente estudo, busca-se valorar os serviços ambientais prestados de pequenos rios, com enfoque no transporte de sedimentos. Devido a urbanização, rios urbanos são canalizados e suas áreas adjacentes impermeabilizadas. Consequentemente, nos períodos de chuva aumenta-se a velocidade da água sobre o solo, assim como o carreamento de sedimentos do solo para estes canais. Este sedimento é levado para rios e galerias, obstruindo-os. A remoção destes sedimentos demanda uma grande quantidade de recursos do governo.

Em Belo Horizonte, a demanda por espaços urbanos provoca a ocupação de regiões localizadas nas adjacências das principais drenagens da região, que são afluentes do rio das Velhas. O presente estudo foi desenvolvido numa região conhecida como Mata da Baleia, localizada dentro do perímetro urbano de Belo Horizonte e cujo estado de preservação ambiental é considerado bom pela legislação do município. Assim, através de procedimentos simples de medição sedimentológica em rios, está sendo avaliada a capacidade em retenção dos sedimentos nesta área.

## ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo é desenvolvido no Parque Estadual da Baleia na região Leste do município de Belo Horizonte - MG, criado pelo estado no Decreto nº 28.162, de 6 de junho de 1988, com administração no escritório do IEF (Instituto Estadual de Florestas). Conhecido como Mata da Baleia, o parque é uma das unidades de conservação da bacia do rio das Velhas. Ele está situado aos pés da Serra do Curral, e faz divisa com os Parques Municipal das Mangabeiras, Paredão Serra do Curral, Fort Lauderdale e com a Mata do Jambreiro, no município de Nova Lima. Juntos, estes parques formam um importante corredor de preservação ecológica para a região metropolitana de Belo Horizonte (Prado *et al.*, 2010).

O Parque possui aproximadamente 102 hectares, e alguns trechos podem alcançar altitudes superiores a 1.100 m. Possui grande diversidade animal e formação nativa de floresta estacional semidecidual e mata ciliar, campos e cerrado. A reserva abriga cinco nascentes, que originam córregos que posteriormente desaguarão no ribeirão Arrudas e, consequentemente, no rio das

Velhas (Prado et al, 2010). A região está situada na zona climática Cwa, segundo a classificação de Köppen, o que corresponde a um clima tropical de altitude com inverno seco e verão úmido e temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C, com temperatura média por volta de 21,5°C, com chuvas constantes durante o verão (Lopes, 2006).

O substrato do município de BH é formado essencialmente por rochas pré-cambrianas agrupadas em dois grandes domínios litoestruturais: o Complexo Belo Horizonte e o Quadrilátero Ferrífero, constituída por rochas metassedimentares (Silva et al., 1995). A litologia mais homogênea é os filitos, sendo estes de composição e com altos teores de quartzo, refletindo essas características nos perfis de intemperismo delas desenvolvido (Malheiros, 2005)

De acordo com a Lei municipal 7.166 de 27 de agosto de 1996, a região possui zoneamento ZPAM (Zona de Preservação Ambiental). Visando a preservação de rios e nascentes, e da fauna e flora natural, esta lei veta a ocupação do solo no parque. Porém, com a especulação imobiliária, discute-se a mudança de zoneamento da região para ZEIS (Zona de Especial Interesse Social), pretendendo destinar a área a construção de conjuntos habitacionais financiados pelo governo, como o Minha Casa Minha Vida e o PAC.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de campo para este estudo foi realizado em cinco trechos do córrego do Navio (FIG. 1), selecionados em rios de primeira e segunda ordem do Parque Estadual da Baleia. Durante quatro meses (novembro de 2012 a fevereiro de 2013) foram realizadas visitas de forma a monitorar os sedimentos em suspensão e depositados bem como a vazão nos pontos.



Figura 1 - Pontos amostrados na Região da Mata da Baleia (Belo Horizonte)

Para amostragem dos sedimentos em suspensão utilizou-se um amostrador simples conhecido como DH-75-Q (FIG. 2)(Carvalho, 2008). Em laboratório, são realizados ensaios de evaporação para determinação da concentração de SST (sólidos em suspensão totais) na amostra.



Figura 2 - Amostradores DH-75-P e DH-75-Q da esquerda para a direita, respectivamente.  
Fonte: (Subcommittee on Sedimentation, 1986)

A vazão foi monitorada por vertedores locais, por métodos de integração, que utilizam micromolinetes, ou métodos volumétricos. Medidas morfológicas da calha do rio foram realizadas nos pontos de coleta de sedimento em suspensão, tais como profundidade e largura. Os sedimentos depositados foram avaliados qualitativamente através da classificação proposta por Kaufmann (Kaufmann, 1999) (TAB. 1). As amostragens foram realizadas mensalmente entre novembro de 2012 e fevereiro de 2013.

Tabela 1 - Classificação do substrato

Legenda	Descrição	Granulometria
RS	Leito de pedra (Bedrock)	acima de 4000 mm
BL	Pedras (Boulders)	250 mm- 4000 mm
CB	Seixos (Cobbles)	64 mm – 250 mm
GC	Cascalho Grosso (Coarse Gravel)	16 mm – 64 mm
GF	Cascalho Fino (Fine Gravel)	2 mm – 16 mm
SA	Areia (Sand)	0,06 mm a 2 mm
FN	Silte e Argila	Menor que 0,06 mm

Os dados pluviométricos foram coletados durante os períodos de estudo, sendo analisada a chuva acumulada no período de 24 horas. Eles foram obtidos através do site do INMET da Estação Pluviométrica da Pampulha, de Belo Horizonte.

A quantificação da descarga sólida de cada ponto foi calculada segundo Carvalho (2008) (EQ. 1):

$$Q_{ss} = 0,0864 . q . C . l \quad (1)$$

Sendo:

$Q_{ss}$ - descarga sólida em suspensão ( $t.dia^{-1}$ )

$q$  - vazão ( $m^3.s^{-1}$ )

$C$  - Concentração do sedimento em suspensão ( $mg.L^{-1}$ )

$l$  - largura do ponto amostrado (m)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo dos meses, verificou-se o aumento das concentrações de sedimento em suspensão nos meses de dezembro e janeiro (Figura 3a). Estes foram os meses com maiores vazões (Figura 3b). As concentrações nos meses de novembro e fevereiro foram baixas comparadas com os demais.

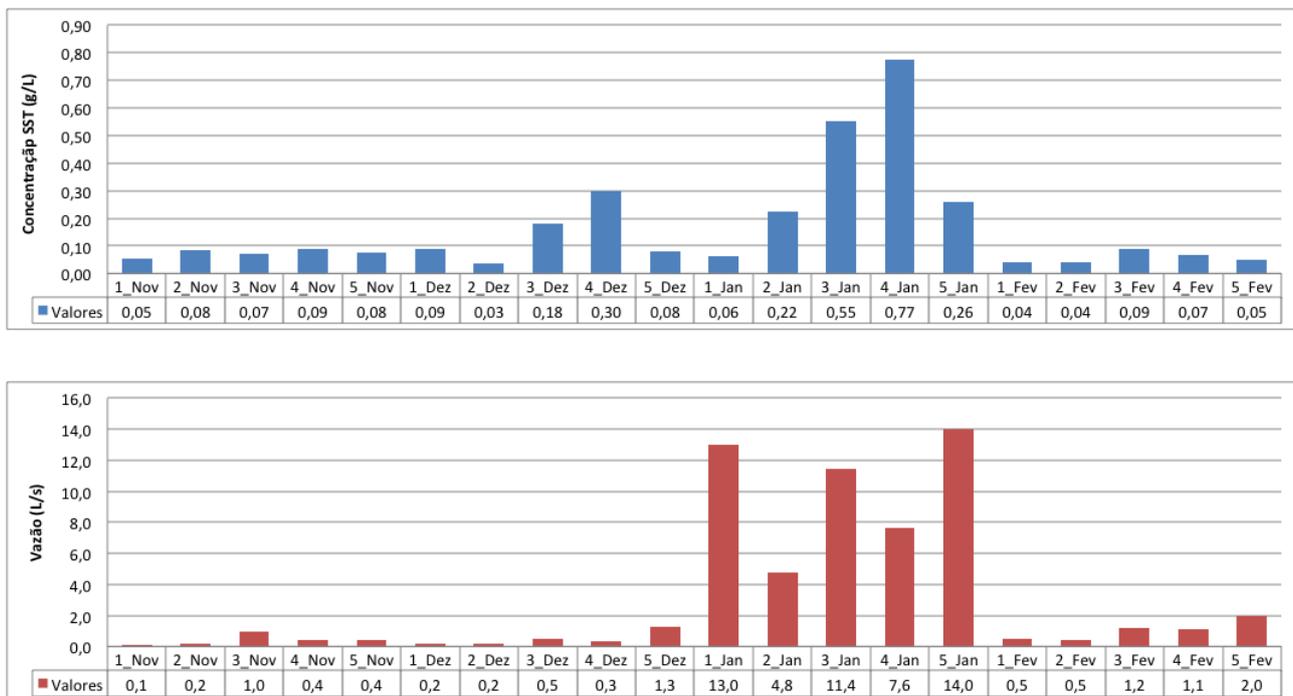


Figura 3 - (a) Concentração SST (g/L) e (b) vazão (L/s) nos cinco pontos de amostragem durante os 4 meses.

Apenas durante a coleta do mês de janeiro, ocorreu precipitação no dia da amostragem (Figura 4). A atividade pluvial foi intensa neste mês, com fortes chuvas que atingiram o acúmulo diário de até 111 mm. O mesmo não ocorreu em fevereiro, com 21 dias de estiagem (Figura 5).

Em regiões úmidas, a carga de sedimento origina com o processo fluvial iniciado pela precipitação ou o runoff da bacia (Campbell, 1977). Apesar de terem ocorrido algumas precipitações nos meses de novembro e dezembro, estas não foram suficientes para aumentar a concentração dos sedimentos em suspensão na região da Mata da Baleia. De acordo com Bryan & Campbell (1980), a chuva necessária para criar um runoff de sedimentos depende da litologia do local.

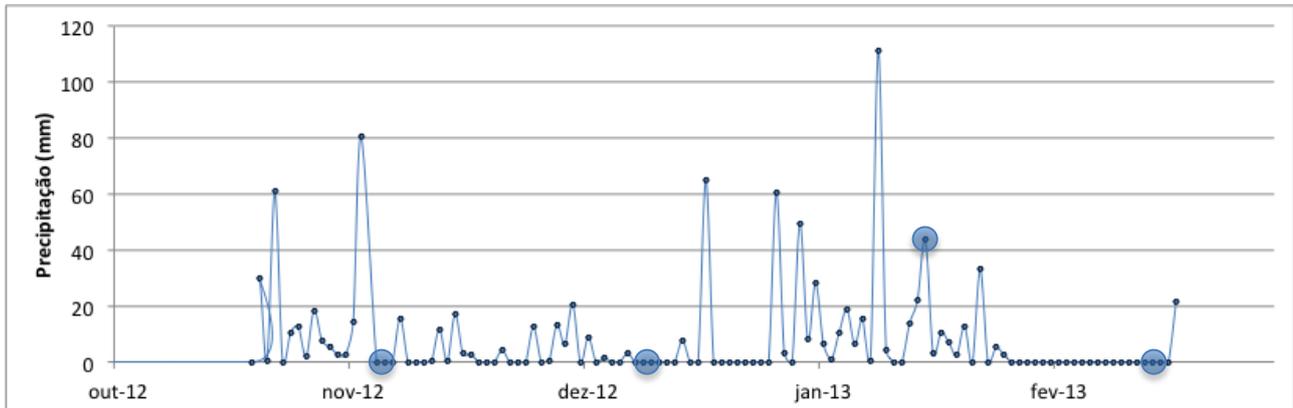


Figura 4 –Precipitação (mm) ao longo dos meses amostrados – bolas azuis indicam os dias da coleta

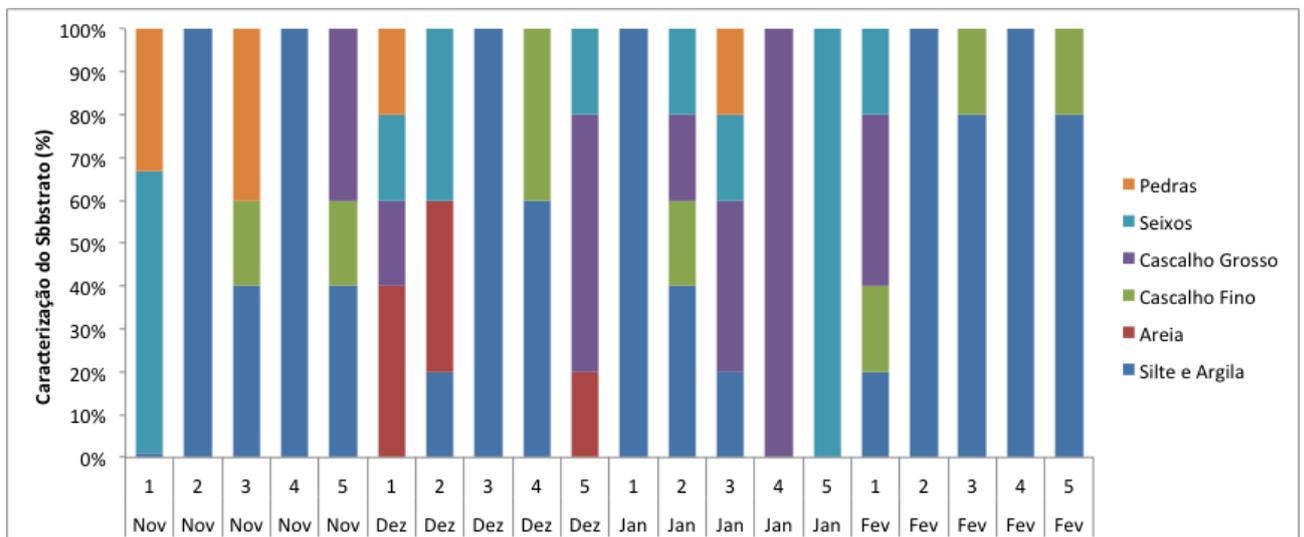


Figura 5– Composição granulométrica do substrato (C = Coleta; P = Trecho coletado)

A caracterização granulométrica do substrato depositado (FIG. 5) mostra que, após as chuvas mais intensas, a quantidade de sedimentos finos aumenta (mês de fevereiro).

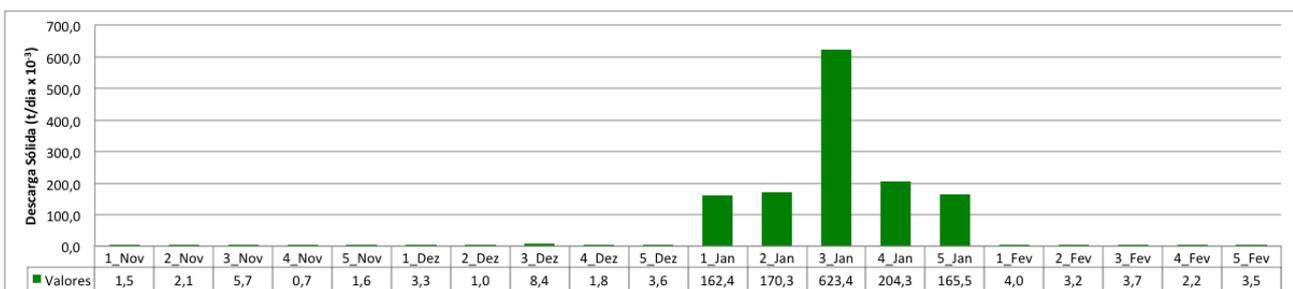


Figura 6 – Descarga Sólida (t/dia x 10<sup>-3</sup>) nos cinco pontos de amostragem durante os 4 meses.

Durante o mês mais chuvoso, janeiro, a descarga sólida total atinge valores entre 162,4 a 634,4 kilos por dia. As consequências da aceleração deste processo podem prejudicar o próprio ecossistema, como por exemplo, com perda de habitats físicos para espécies de peixes e invertebrados, bem como causar prejuízos econômicos nas principais drenagens de Belo Horizonte.

Estima-se que para desassorear 800 mil metros cúbicos de sedimento da Lagoa da Pampulha serão necessários serviços da ordem de R\$ 110 milhões (CMBH, 2013). Supondo que a massa

específica úmida do sedimento deste trecho da Mata da Baleia seja aproximadamente 2.300 Kg/m<sup>3</sup>, tem-se que o custo de desassoreamento de 1 Kg de sedimento é igual a R\$ 0,059. Portanto, o custo de desassoreamento de trechos, localizados a jusante do ponto 3 seria de R\$ 37,27 (622,4 kg/dia em janeiro x R\$ 0,059) por dia nos meses mais chuvosos e R\$ 0,68 por dia na época de seca (11,38 kg/dia em novembro x R\$ 0,059).

Segundo Lima *et al.* (2005), o conhecimento sobre o comportamento hidrossedimentológico de uma bacia hidrográfica é fundamental para a adequada gestão de seus recursos hídricos, bem como para o suporte à decisão sobre o desenvolvimento de atividades antrópicas. O acompanhamento dos fluxos de sedimentos ocorridos em um dado local da bacia permite o diagnóstico de eventuais impactos em sua área de drenagem ao longo do tempo, podendo se tornar um importante indicador ambiental (Lima *et al.*, 2005).

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitiram a obtenção de importantes dados hidráulicos e hidrossedimentológicas da área, validando o protocolo desenvolvido no projeto. Observou-se uma relação direta entre intensidade de precipitação e a descarga sólida nos córregos amostrados, com um aporte significativo de material sólido nos dias de coleta com chuvas, principalmente no mês de janeiro, quando houve maior precipitação acumulada. Conclui-se que há uma relação evidente entre precipitação e a descarga sólida exportada em cursos d'água localizados em regiões de canga ferrífera. Durante o período de chuvas, uma maior quantidade de solo desagrega-se do leito, sendo carregada ao rio e transportada por ele em suspensão ou pelo leito. Uma maior quantidade de partículas finas é encontrada também após os períodos de chuva mais intensa. A estabilidade do leito é um dos principais fatores determinantes da descarga sólida de um curso d'água durante estes períodos de chuvas. A valoração deste serviço mostra, em termos econômicos, a importância da preservação deste habitat para a sociedade.

Ademais, os serviços ambientais relacionados ao transporte de sedimentos, podem ser estimados através das medições simples de descarga sólida, podendo ser importantes instrumentos de gestão de recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS

- BRYAN, R. B. & CAMPBELL, I. A. (1980). Sediment entrainment and transport during local rainstorms in the Stepeville badlands, Alberta. *Catena* 7.1.p51-65.
- CAMPBELL, I. A. (1977). Stream discharge, suspended sediment and erosion rates in the Red Deer River basin, Alberta, Canada. *Erosion and Solid Matter Transport in Inland Waters* (1977): p. 244-259.
- CARVALHO, N. O. (2008). *Hidrossedimentologia prática*. 2ª ed, Interciência, Rio de Janeiro – RJ, 585 p.
- CHAVES, H.M.L.; BRAGA, B.; DOMINGUES, A.F. & SANTOS, D.G. (2004a). *Quantificação dos benefícios ambientais e compensações financeiras do Programa do Produtor de Água/ANA: II. Aplicação*. R. Bras. Rec. Hídricos, 9:15-21.

CHAVES, H.M.L.; BRAGA, B.; DOMINGUES, A.F. & SANTOS, D.G. (2004b). *Quantificação dos benefícios ambientais e compensações financeiras do Programa do Produtor de Água/ANA: I. Teoria*. R. Bras. Rec. Hídricos, 9:5-14.

CMBH – Câmara Municipal de Belo Horizonte (2013). LAGOA DA PAMPULHA – Disponível em :<<http://www.cmbh.mg.gov.br/chapeu/lagoa-da-pampulha>> .Acesso em: 12 maio 2013

KAUFMANN, P. R.; LEVINE, E. G.; ROBISON, C. S.& PECK, D. V. (1999).*Quantifying Physical Habitat in Wadeable Streams*, EPA/ 620 / R-99 / 003. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. , Jul. 1999. 102 p.

LIMA, J. E. F.; LOPES, W. T. A.; SILVA, E. M. & VIEIRA, M. R. (2005).Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na bacia de Rio Paranapanema. In Anais XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, João Pessoa, Nov. p. 174-180.

LOPES, M. B. L. (2006). Influência da sucção na resistência ao cisalhamento de um solo residual de filito de Belo Horizonte, MG. Rio de Janeiro, 2006. 175p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

MALHEIROS, C. S. H.(2005). Análise de Processos Geodinâmicos no Taquaril. Monografia. Curso de Especialização em Geotecnia Ambiental (CEGEAMB), Departamento de Engenharia e Transportes, Escola de Engenharia da UFMG, 52p.

PRADO, N. & FAVARO, P. (2010). Mata do Baleia: Patrimônio natural dos mineiros. Informativo do Hospital da Baleia. Ano 8, n. 85. p 06-07

SILVA, A. S.; CARVALHO, E. T.; FANTINEL, L. M; ROMANO, A. W. & VIANA, C. S. Estudos geológicos, hidrológicos, geotécnicos e geoambientais integrados no município de Belo Horizonte. Relatório Final. Belo Horizonte: PBH-IGC/UFMG-FUNDEP, 1995, 387 p. 19 mapas.

SUBCOMMITTEE ON SEDIMENTATION (1986).Instruments and Reports for Fluvial Sediment Investigations, Federal Inter-Agency Sedimentation Project: Catalog. Study of methods used in measurement and analysis of sediment loads in. Sedimentation Committee, Water Resources Council. Minneapolis, Minnesota. 138 p.

UNESCO (2011).Sediment Issues & Sediment Management in Large River Basins Interim: Case Study Synthesis Report. Technical Documents in Hydrology. Beijing, 82 p.