

## Geofísica e sedimentologia aplicadas à avaliação do grau de assoreamento de trecho do Rio das Velhas em Rio Acima, Minas Gerais

Maria Giovana Parizzi<sup>1</sup>, Paulo Roberto Antunes Aranha<sup>1</sup>, Ricardo Diniz da Costa<sup>1</sup>,  
Jadir Alves da Silva Filho<sup>2</sup>, Moara Melo Tupinambás<sup>3</sup>, Joana Maria Drumond Cajazeiro<sup>4</sup>

1 - Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Geociências / Departamento de Geologia, Av. Antônio Carlos 6627, Pampulha, Belo Horizonte. Email: mgparizzi@msn.com, aranha@igc.ufmg.br;

2 – Engenheiro de Minas, consultor. Email: jadir\_miner@yahoo.com.br;

3 – Anglo Gold Ashanti. Email: moaramt@gmail.com;

4 - Programa de Pós-graduação em Geografia / Universidade Federal de Minas Gerais.

Recebido em 17 de outubro de 2011, aceito em 27 de outubro de 2011

**RESUMO:** O trabalho investiga o assoreamento de um trecho do Rio das Velhas a fim de subsidiar estudo de renaturalização fluvial. A bacia do Rio das Velhas é, em grande parte de sua área, ocupada por minerações, áreas urbanas e rurais, loteamentos e condomínios. O crescimento local e a exploração dos recursos naturais têm sido considerados a causa do assoreamento dos rios. Entretanto, faltam estudos detalhados para comprovar o ritmo de assoreamento e avaliar a real contribuição de cada atividade para o desencadeamento do processo. Prospecções geofísicas utilizando o GPR foram utilizadas para a execução de batimetria do rio e reconstrução do perfil do canal, indicando a espessura da camada de sedimentos, seu contato com o substrato rochoso e a forma do canal do rio. O estudo também inclui análises sedimentológicas, datações de termoluminescência, caracterização geológica e geomorfológica da bacia e investigação do uso e ocupação do solo para verificação das principais fontes de sedimentos. Os sedimentos são formados principalmente por grãos de quartzo, mica e hematita e fragmentos de rochas. A morfologia do vale fluvial é variada, ora com canal fechado, ora com canal aberto. Com base nos resultados foi possível reproduzir o grau de assoreamento do rio das Velhas. O método geofísico aplicado, o GPR, mostrou ser um método eficiente para execução de batimetria. As datações mostraram que boa parte dos sedimentos encontrados na calha do rio tem origem natural porque foram depositados antes da ocupação da região.

**Palavras-chave:** geofísica, assoreamento, Rio das Velhas

**ABSTRACT:** GEOPHYSICS AND SEDIMENTOLOGY APPLIED TO EVALUATION OF SILTING LEVEL OF VELHAS RIVER AT RIO ACIMA, MINAS GERAIS, BRAZIL. This work investigates the silting of part of Velhas river channel. The urban growth and exploitation of natural resources have been considered the cause of the silting of rivers. However, detailed studies are lacking to prove the rate of sedimentation and evaluate the real contribution of each activity to trigger the process. Geophysical surveys using GPR were used to perform bathymetry of the river and reconstruction of the channel profile, indicating the thickness of the sediments, their contact with the bedrock and the shape of the river channel. The study also includes sedimentological analysis, thermoluminescence dating, geological and geomorphological characterization of the basin and land use research to verify the main sources of sediment. The sediments are mainly formed by grains of quartz, mica and hematite and rock fragments. The morphology of the river valley is varied, sometimes with a closed channel, sometimes with open channel. Based on the results it was possible to reproduce the degree of siltation of the Velhas river. The GPR method proved to be an efficient method to perform bathymetry. The dating showed that most of the sediments found in the river channel are natural because they were deposited before the human occupation of the region.

**Keywords:** geophysics, sedimentation, Velhas River

### 1. INTRODUÇÃO

O presente estudo visa avaliar o estado de assoreamento de um trecho do rio das Velhas localizado entre os municípios de Rio Acima e Itabirito (Fig.1), de modo a subsidiar um projeto de revitalização almejado para o local.

O Rio das Velhas é o maior afluente, em extensão, do Rio São Francisco. Orientado no sentido Sudeste-Noroeste, estende-se por 761 km, de sua nascente - a 1520 m de altitude, nas proximidades de Ouro Preto - à confluência com o Rio São Francisco. O rio tem hoje importância econômica e social significativa. Em seu curso superior localiza-se a região metropolitana de Belo Horizonte, com mais de três milhões de habitantes, tendo o rio como responsável pela maior parte de seu abastecimento de água.

O estudo consiste na identificação e caracterização dos processos assoreamento, acelerados ou não pelas atividades humanas que

poderão ser responsabilizadas pela geração da fonte de sedimentos que assoreiam a calha do trecho fluvial analisado. As análises incluem a caracterização geofísica, estudos sedimentológicos, interpretação geológica e geomorfológica da bacia analisada e a identificação de atividades de uso/ocupação atuais e pretéritas que possam ter contribuído para a geração de sedimentos, tais como minerações, áreas urbanas e rurais.

### 2. MÉTODOS

A caracterização da estratigrafia dos sedimentos e do grau de assoreamento do curso d'água envolve os seguintes procedimentos:

- Investigações indiretas da espessura dos sedimentos (batimetria de fundo) dos terraços (atuais e antigos) e dos sedimentos existentes no leito do rio através de estudos geofísicos (ABGE, 1998) com a utilização do GPR (Ground Penetrating Radar), visando identificar o contato entre os sedimentos e a rocha encaixante do leito do rio das Velhas.

## Mapa de Localização da Área de Entorno e do Trecho-Piloto

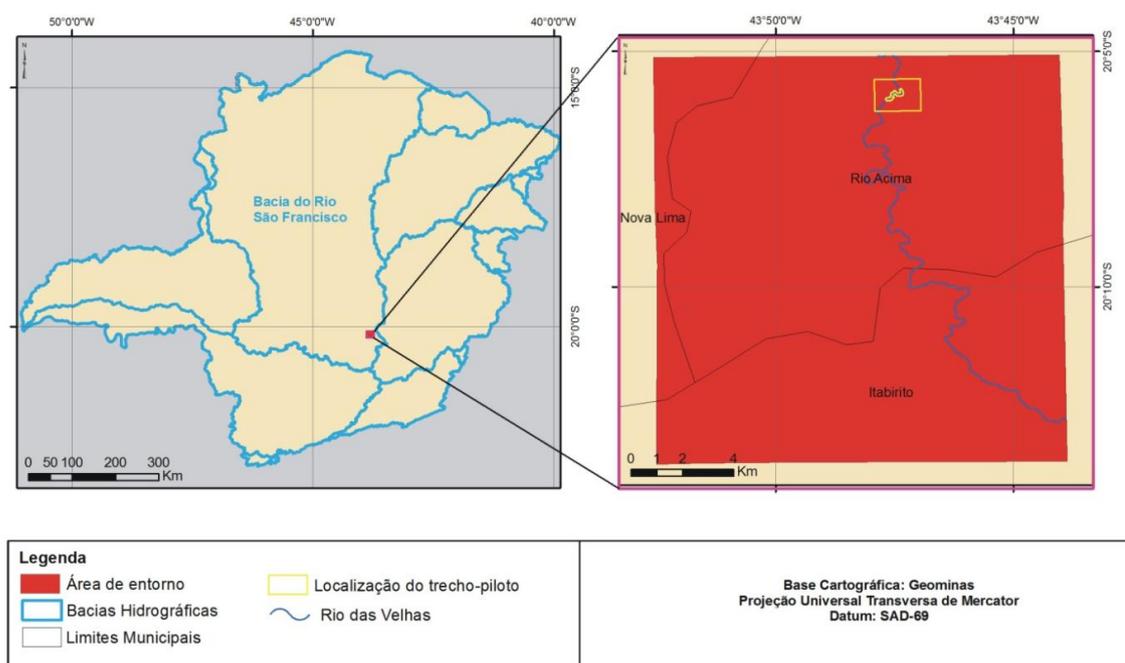


Figura 1. Localização da área estudada

- Investigação da constituição estratigráfica dos terraços atuais e dos terraços antigos presentes nas margens do rio.
- Tradagem dos terraços para investigação direta da espessura de sedimentos nas margens do rio e coleta de amostras para estudos de laboratório.
- Caracterização dos tipos de sedimentos através de análises granulométricas de amostras coletadas nos terraços e no leito do rio e identificação dos minerais através de análise com lupa binocular de aumento de 120 vezes.
- Datação dos sedimentos por meio da técnica de termoluminescência opticamente estimulada por grãos de quartzo (LOE) executada no laboratório Datação - São Paulo.
- Análise de fotografias aéreas, trabalhos de campo para a confecção do mapa geológico/geomorfológico e do mapa de uso e ocupação da área da bacia estudada, sendo utilizado o software ARCGIS 9.3, visando identificar as áreas fontes dos sedimentos identificados nos estudos anteriores por meio de elaboração de mapa de potencial erosivo.

### 3. RESULTADOS

Os estudos realizados podem ser divididos em quatro categorias e assim os resultados serão descritos separadamente:

#### 3.1 - Identificação das áreas potenciais fontes de sedimentos

Mapas temáticos foram superpostos para a identificação das possíveis áreas fontes de sedimentos do trecho do rio. Os grupos geológicos presentes pertencem ao conhecido Complexo do Bação, Supergrupo Rio das Velhas e o Supergrupo Minas do Quadrilátero Ferrífero (Dorr, 1969, Fig. 2).

De acordo com Mohalen et al. (2008, 2009), o Complexo do Bação é composto por granito e gnaisses que geram solos residuais altamente susceptíveis à erosão. O Supergrupo Rio das Velhas é caracterizada, principalmente, pela presença marcante de filitos e xistos.

O Supergrupo Minas é composto, principalmente, por quartzito, filito das formações cercadinho e Batatal e a formação ferrífera pertencente ao Grupo Itabira.

Todas estas unidades contribuem para a produção de sedimentos que chegam até o rio. Os filitos e xistos liberam fragmentos angulosos das rochas e grande quantidade de mica e quartzo. Ocupam as áreas de entorno do rio em topografia mais baixas da bacia no trecho noroeste da área estudada. Os solos residuais de gnaiss são predominantes em partes baixas da área sudeste próximo à cidade de Itabirito. Os xistos, filitos e solos de gnaiss ocupam áreas usadas para urbanização, loteamentos e construção de estradas e atividades rurais. São encontradas inúmeras voçorocas na área do Complexo do Bação.

## Mapa Geológico da Região entre Rio Acima e Itabirito

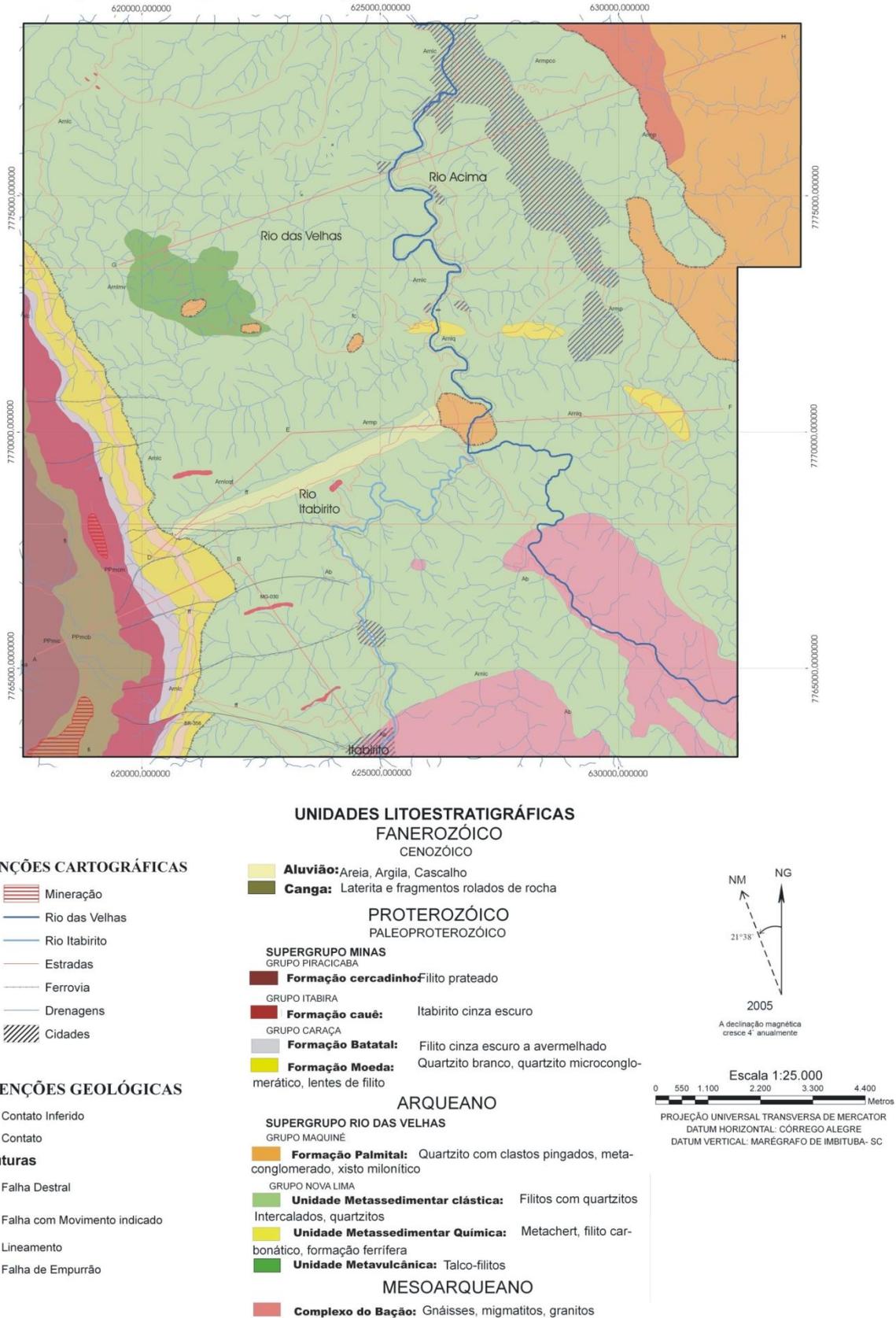


Figura 2. Mapa geológico da área de entorno do trecho fluvial analisado

Os quartzitos e itabiritos são predominantes nas partes mais altas da serras ali presentes, nas direções NW-SE e NE-SW. Nestas áreas desenvolvem-se minerações nas formações ferríferas.

Os resultados do mapeamento foram analisados e relacionados aos outros dados da pesquisa e outros mapas com base no método de multicritérios (Souza, 2008) que consiste, de maneira simplificada, no tratamento e cruzamento de variáveis temáticas por planos de informação. Dessa forma, para a confecção do mapa de áreas potenciais de áreas fontes de sedimentos, foram elaborados mapas temáticos como geologia (vide Fig. 2), solos, geomorfologia, uso e ocupação e declividade. O temas foram superpostos e categorias de potenciais muito forte, forte, médio, baixo e muito baixo de produção de sedimentos foram criadas, permitindo a confecção do mapa de potencial de áreas fonte de sedimentos representado na Figura 3.

O mapa temático de uso e ocupação (Fig. 4), confeccionado na escala de 1:30.000, incluiu as categorias: área urbana; rede hidrográfica; solo expostos e parcialmente exposto; vegetação densa e vegetação pouco densa, focos de erosão acelerada; voçorocas; cicatrizes de escorregamentos e área de mineração (Salomão & Iwasa, 1995). Esta mesma análise foi realizada com bases de outras datas para se perceber a evolução da dinâmica geomorfológica e de uso e ocupação local.

As atividades de urbanização ocupam as áreas dos xistos e gnaisses, sendo que essas mesmas áreas

contêm grandes extensões de solo exposto e parcialmente exposto. Em campo, puderam ser verificados loteamentos e estradas mal planejadas, com focos erosivos, que provavelmente tem expressiva contribuição na produção de sedimentos destas litologias.

### 3.2 - PROSPECÇÃO GEOFÍSICA

Realizou-se prospecções geofísicas ao longo de perfis transversais à calha do rio com o objetivo de estabelecer a espessura e geometria dos depósitos de sedimentos no leito fluvial. O método geofísico utilizado foi o Georadar (Ground Penetrating Radar-GPR), técnica que vem sendo aplicada por diversos pesquisadores para obtenção de seções transversais de rios e lagos (e.g. Truman *et al*, 1991; Kruse & Jol, 2003; Moutinho *et al*, 2005; Aranha *et al* 2009). Este método consiste na emissão contínua de ondas eletromagnéticas (EM) e recepção dos sinais refletidos nas descontinuidades, estruturas ou interfaces, presentes em subsuperfície. Os sinais são emitidos e recebidos através de antenas dispostas na superfície. As medidas de tempo de percurso das ondas EM são efetuadas ao longo de uma linha e, quando justapostas lado a lado, fornecem uma imagem detalhada de alta resolução (radargrama) da subsuperfície ao longo do perfil estudado. Em prospecções sobre cursos de água o equipamento é instalado no interior de um barco e as linhas de prospecção são feitas pela travessia do barco no sentido desejado da calha do rio. Desse modo, o radargrama permite a interpretação e visualização das estruturas de subsuperfície.

Mapa de Potenciais Áreas-Fonte de Sedimentos da Área Entorno

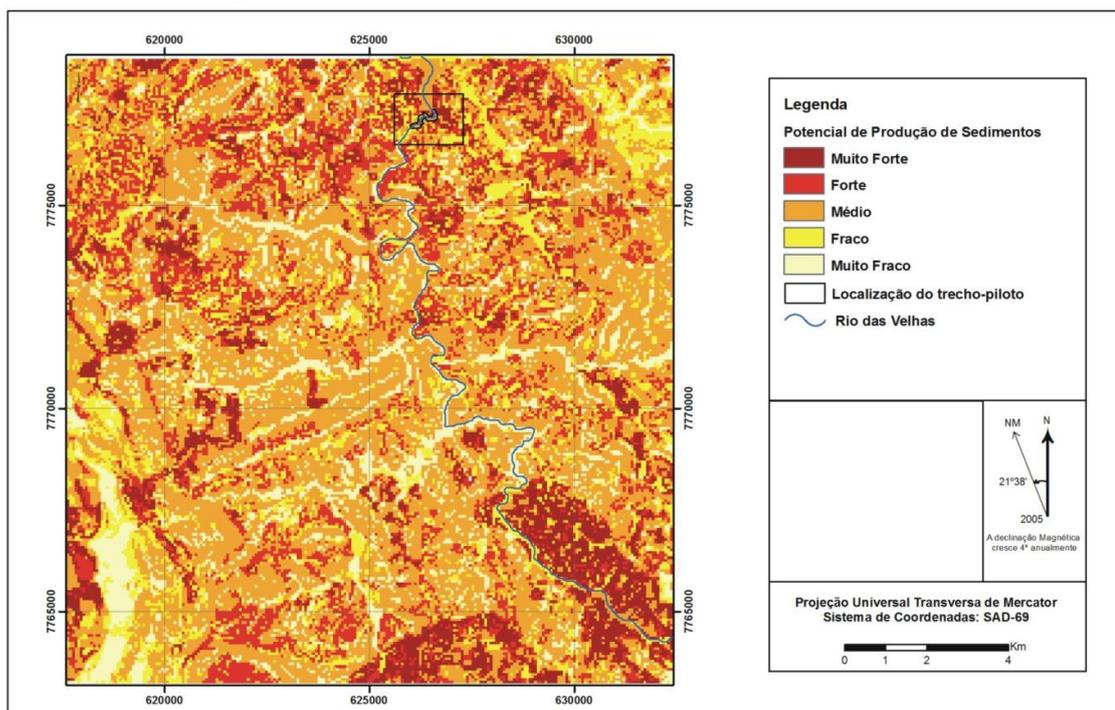


Figura 3. Mapa de potencial de áreas fonte de sedimentos

## Mapa de Uso e Ocupação do ano de 2002 na Área de Entorno

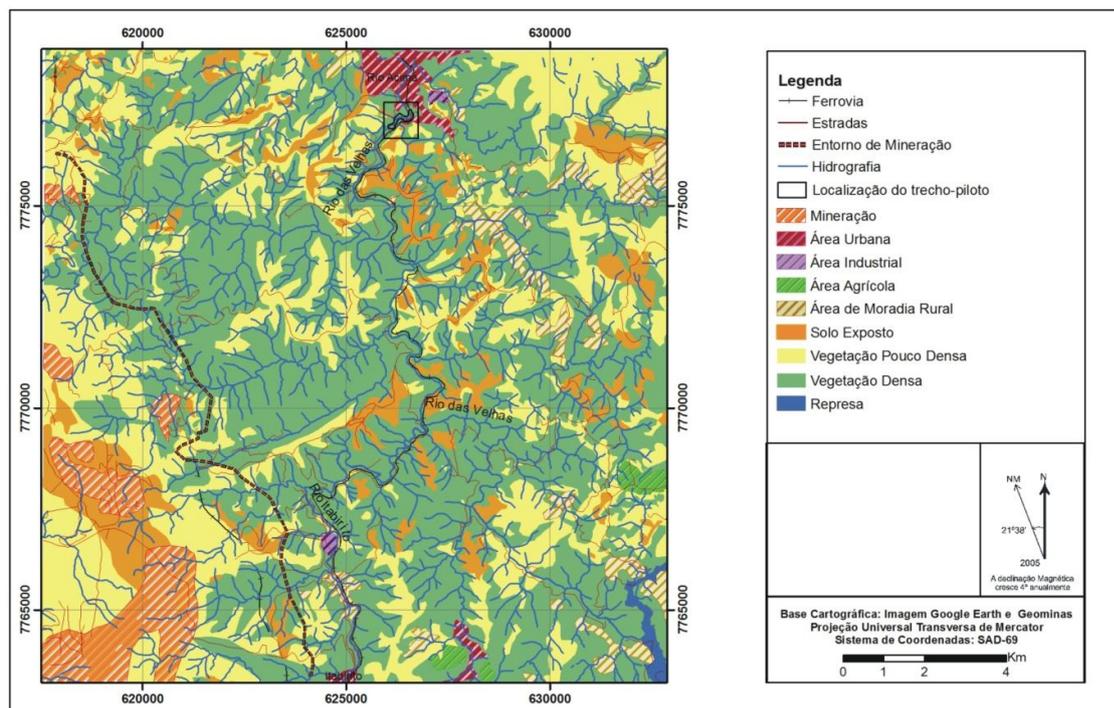


Figura 4. Mapa de uso e ocupação da área de entorno do trecho

A interpretação do radargrama é feita por meio da análise dos padrões de ondas que geram texturas diferentes no gráfico em função da variação nas propriedades dielétricas da subsuperfície. Desse modo, foi possível distinguir bem as três fases: água, sedimento e substrato rochoso. A interpretação também permitiu a medida da profundidade dos meios identificados e possibilitando a estimativa da espessura dos sedimentos.

Para realizar as prospecções geofísicas foi utilizado equipamento GPR (marca Ramac, da empresa *Mala Geoscience*) ao longo do itinerário do perfil, no modo *common off-set*. Utilizou-se um barco de borracha inflável para a travessia do rio, fixado em ambas as bordas, a fim de se evitar movimentações do barco com o equipamento e, com isso, alterações nos resultados. Ressalta-se que neste tipo de procedimento, o barco deve ser de borracha para evitar a presença de estruturas metálicas, que normalmente interferem na emissão e recepção das ondas eletromagnéticas pelo aparelho. Nas Figuras 5 e 6 são exibidas duas fotografias para ilustrar o trabalho de prospecção geofísica ao longo da extensão de um perfil transversal à calha do rio.

Os radargramas resultantes exibem com nitidez as diferentes camadas da calha fluvial: lâmina de água, sedimento e substrato rochoso (Fig. 7). A lâmina d'água aparece com uma textura mais clara. Os sedimentos são mais escuros com linhas sub-horizontais onduladas e no substrato rochoso é

possível observar linhas escuras inclinadas para NE interpretadas como sendo a foliação do xisto que reveste a calha fluvial (Fig. 8).



Figura 5. Foto do arranjo do equipamento GPR sobre o barco inflável

Para confirmar a espessura utilizou-se uma pequena sonda de aço, confeccionada especialmente para este fim. A sonda consiste em hastes de aço que se encaixam por meio de rosqueamento e são penetradas no sedimento. À medida que uma haste fica totalmente enterrada no sedimento outra haste é rosqueada na ponta superior e esta é enterrada até seu final. Dessa forma, quando a haste não consegue mais penetrar com facilidade no meio significa o encontro com o substrato rochoso ou de solo residual. Esse procedimento é repetido duas ou três para não haver dúvida sobre a profundidade detectada. As

espessuras detectadas pela sondagem coincidiram com as espessuras interpretadas pelos diagramas de GPR.



Figura 6. Foto do trabalho de execução dos perfis de geofísica transversais ao rio

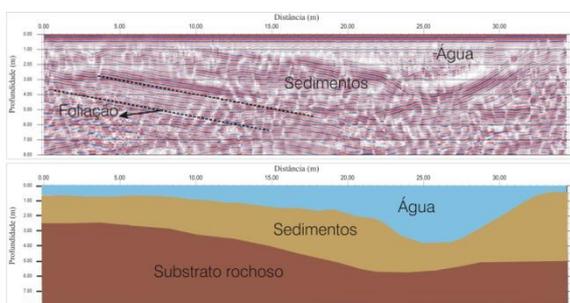


Figura 7. Radargrama 1, exibindo o diagrama seguido de interpretação.



Figura 8. Xisto com foliação captada pelo radargrama.

Os resultados mostram que a espessura dos depósitos de sedimento varia muito ao longo do perfil transversal do rio, apresentando níveis entre 1 e 2 metros de sedimento nos locais com menor assoreamento, cerca de 5 metros nas áreas mais acolmatadas e mais de 10 metros nas áreas dos bancos detríticos.

O perfil apresentado nas Figuras 9 e 10 localiza-se no local onde existe um banco detrítico, que forma uma ilha. Os resultados demonstram que a

espessura do sedimento na área investigada é de aproximadamente 12 metros em seu ponto mais espesso, ou seja, na ilha. Essa espessura foi confirmada pela introdução da sonda (haste metálica) desenvolvida neste projeto até esta profundidade, que alcançou o substrato rochoso, mais rígido.

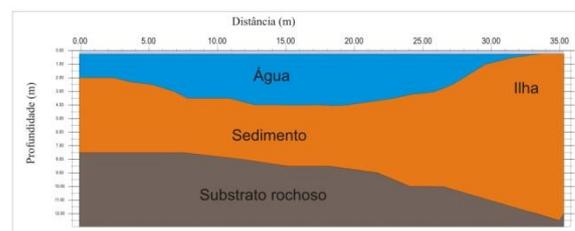
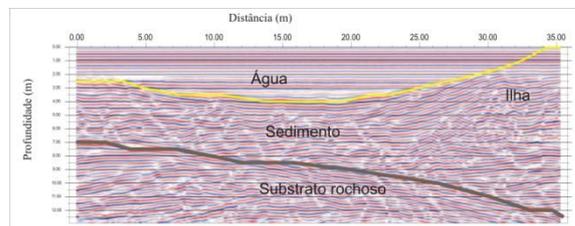


Figura 9. Radargrama geofísico 2 exibindo o diagrama e a interpretação

### 3.3 - ANÁLISE DE SEDIMENTOS

A análise dos sedimentos foi realizada de acordo com os procedimentos:

- Análise e descrição de afloramentos naturais
- Uso de trado para análise visual e coleta de amostras
- Escavação de trincheiras para análise visual e coleta de amostras (Fig. 10)
- Limpeza de barrancos e margens para análise visual e coleta de amostras

Em todos os trabalhos de campo realizados, os afloramentos de terraços e depósitos atuais do rio foram observados e descritos. Desta análise foi observado que não há um único padrão granulométrico para os depósitos, ou seja, em depósitos marginais encontrou-se um material mais fino, como areia, porém, em alguns barrancos ocorre a intercalação de cascalho com areia e silte.

Praias do trecho piloto são geralmente de areia fina, mas nas ilhas a granulometria é variada (cascalho com material mais fino). A coleta de amostras com o trado foi executada até a profundidade do nível d'água, pois a presença da água dificulta a sua realização. Foi alcançada profundidade máxima de um metro na praia.

Os sedimentos coletados com o uso do trado foram ordenados de acordo com a estratigrafia. A escavação de trincheiras foi feita usando enxada, a

fim de deixar o perfil sedimentar exposto e também foram coletadas amostras na ordem estratigráfica. Posteriormente à coleta, foram feitas análises a fim de se reconstituir o perfil estratigráfico dos depósitos e também a descrição dos sedimentos.

Foi utilizada uma lupa binocular com aumento máximo de 120 vezes. Verificou-se que as amostras coletadas em diferentes pontos do rio são semelhantes no que diz respeito à composição. Os grãos são, em geral, subarredondados e com baixa esfericidade. São compostos por quartzo, muscovita, fragmentos de rocha (xisto, filito, quartzito, granitóide), hematita. Alguns componentes não naturais, como pedaços de vidro e escória industrial foram encontrados nos primeiros 5 cm, no topo das seqüências. Os minerais e fragmentos de rocha encontrados nos sedimentos têm relação com a geologia da bacia. Fragmentos de xistos e filitos do Supergrupo Rio das Velhas, sempre angulosos, são muito abundantes, provavelmente porque estas rochas são as principais formadoras do substrato rochoso do canal fluvial. Os grãos de hematita são arredondados, mas com diferentes tamanhos são provenientes de fontes mais distantes, das formações ferríferas exploradas pelas minerações nas serras mais altas. Minerais de quartzo e muscovita podem ser provenientes de qualquer um dos tipos rochosos encontrados, uma vez que são comuns em todos os tipos litológicos. Entretanto, os

solos residuais de gnaiss produzem grande quantidade de sedimentos silto arenoso (com quartzo, biotita e muscovita) e as voçorocas podem ser as principais fontes destes minerais.

Foram realizadas duas perfurações com o trado, escavadas três trincheiras e realizadas amostragens superficiais de amostras de praia. No total, 36 amostras foram descritas na lupa para avaliação da mineralogia.

A análise textural foi realizada com 14 amostras. A Tabela 1 exhibe os resultados e a Tabela 2 introduz a escala granulométrica utilizada. Também foram realizadas análises de matéria orgânica cujos resultados estão na Tabela 3. A matéria orgânica não se mostrou abundante e a classificação da fração fina foi principalmente de areia.

As análises permitiram a definição de duas variações estratigráficas principais (Figs. 11 e 12) Nas margens e praias é mais comum a granulometria iniciar fina e se tornar mais grossa em profundidade até chegar a cascalho (Fig. 11). Nos bancos de areia e em alguns depósitos antigos de praia a estratigrafia apresenta alternância de sedimentos grossos e finos. Isso indica variações da energia da água do rio, que quando mais turbulento remove a parte fina deixando a parte grossa exposta no leito (Fig. 12). O diagrama triangular da Figura 13 expõe a classificação textural da fração fina das amostras analisadas (sem cascalho).

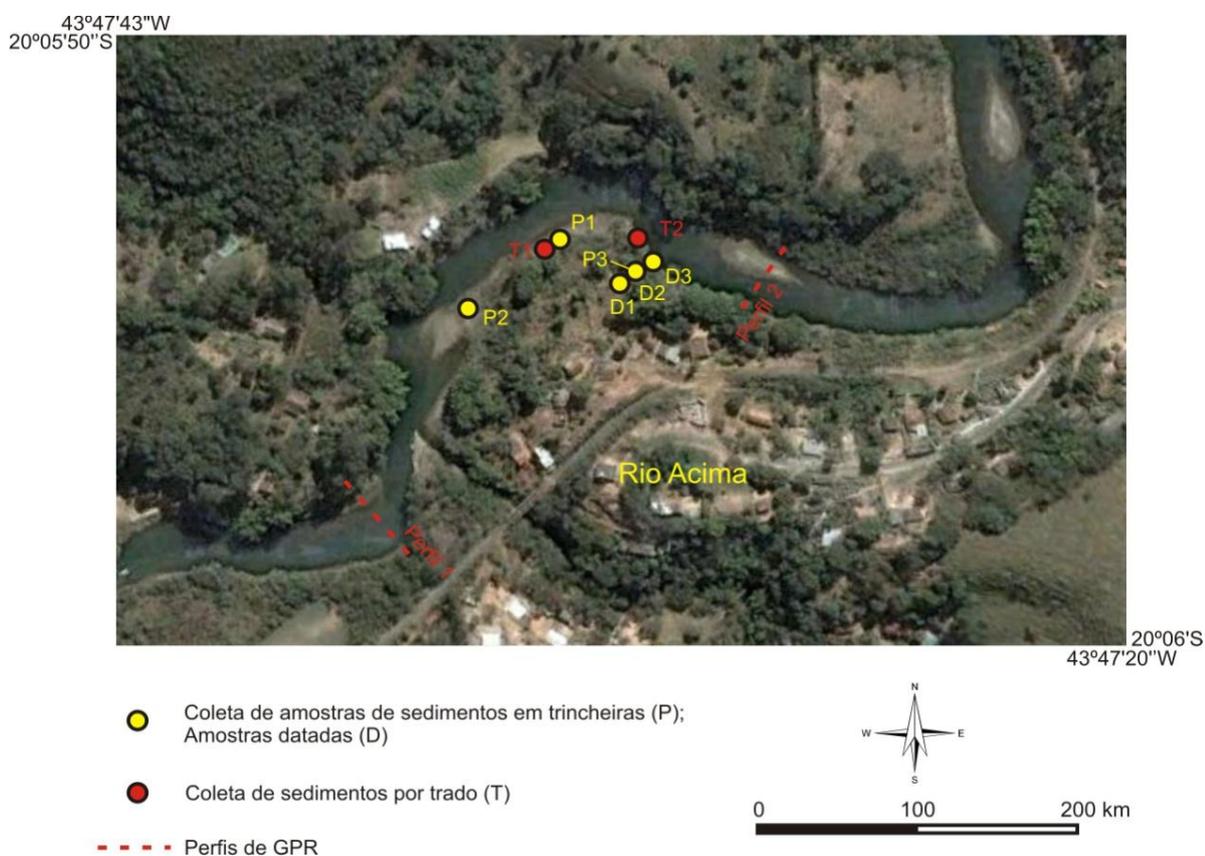


Figura 10 - Localização dos pontos de amostragem de sedimentos

Tabela 1- Resultados - Análise Textural - 4 variáveis

Amostra	Argila	Silte	Areia	Cascalho
1) T1-4	5,40%	43,87%	50,73%	0,00%
2) T1-7	4,90%	38,91%	56,19%	0,00%
3) T1-9	1,52%	16,70%	76,80%	4,98%
4) T1-10	0,00%	11,18%	52,31%	36,51%
5) T1-14	0,29%	4,79%	26,96%	67,96%
6) T1-15	0,48%	5,32%	26,10%	68,11%
7) T2-0	3,12%	18,42%	75,88%	2,59%
8) T2-1	1,48%	12,77%	84,43%	1,32%
9) P1-2	9,07%	47,15%	34,46%	9,33%
10) P1-5	0,89%	11,07%	62,16%	25,89%
11) P1-8	0,46%	3,46%	31,62%	64,46%
12) P3-2	1,20%	10,23%	88,57%	0,00%
13) P3-5	7,60%	50,16%	42,24%	0,00%
14) Praia S1	2,90%	42,51%	54,60%	0,00%

No ápice do período chuvoso ocorrem enchentes que deixam a ilha submersa. A turbulência das águas induz o solapamento das margens, arranca árvores e as águas ficam com cor laranja indicando turbidez elevada.

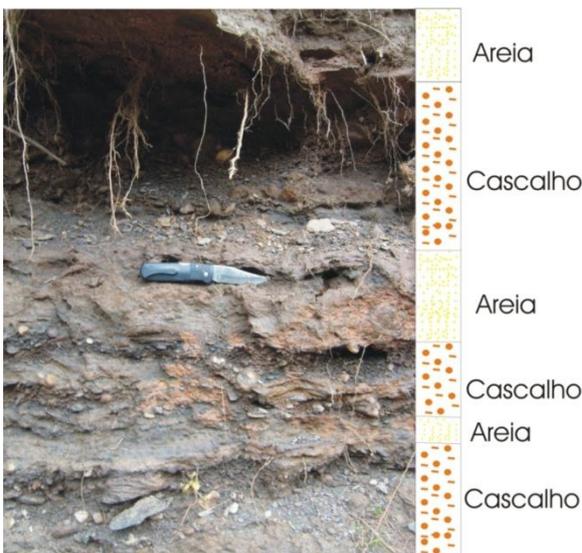


Figura 11 - Perfil e coluna estratigráfica da seqüência do banco de areia.

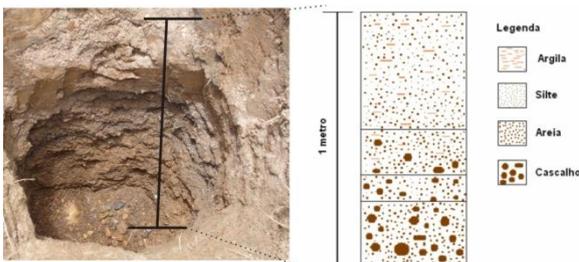


Figura 12 - Perfil e coluna estratigráfica da seqüência da trincheira escavada na margem do rio.

Tabela 2. Intervalo granulométrico usado na análise estrutural

Nome	Intervalo granulométrico do diâmetro dos grãos (mm)
Cascalho	Maior que 2 mm
Areia	0,062mm a 2mm
Silte	0,004mm a 0,062mm
Argila	Menor que 0,004mm

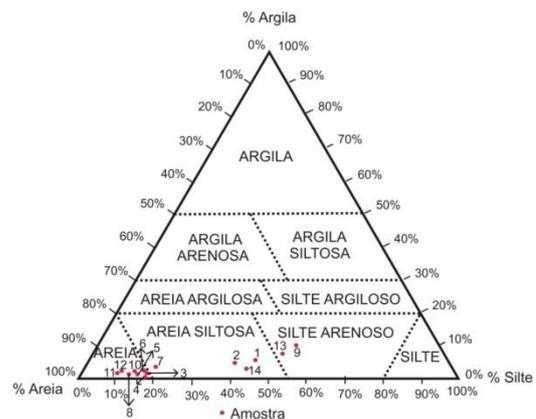


Figura 13 – Diagrama triangular de textura dos sedimentos (fração fina).

### 3.4 - DATAÇÃO DOS SEDIMENTOS

Três amostras de sedimentos foram encaminhadas para datação de termoluminescência (Fig. 14). Foram amostrados sedimentos 10cm abaixo do topo de seqüências aluvionares afastadas, respectivamente, de 28m, 10m e 6 m da margem do rio. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 4.

Quanto mais afastado da margem do rio menos espessa é a seqüência e mais antiga foi a idade de soterramento do sedimento. Isso indica que, provavelmente, quanto mais afastado da margem maior erosão ocorreu na seqüência estratigráfica em questão, e a exposição contém apenas as camadas mais velhas. Os resultados foram de 1150 anos A.P (antes do presente), 750 anos A.P. e 410 anos A.P., respectivamente para as amostras mais afastadas, intermediárias e mais próximas ao rio. Não foi realizada datação em amostras localizadas exatamente na margem e na calha atual do rio, pois o elevado grau de saturação da areia impediu a amostragem. Considerando que a ocupação histórica na região se iniciou, principalmente, durante o século XVIII (Renger, 2005), estimulada pela busca de ouro nos leitos do Rio das Velhas, ou seja, há aproximadamente 300 anos A. P., as amostras datadas não correspondem ao assoreamento ocasionado por atividades antrópicas. Os sedimentos que se encontram na calha do rio e

Tabela 4. Resultados obtidos na datação dos sedimentos.

Código	Amostra	Dose Anual ( $\mu\text{Gy}/\text{ano}$ )	Dose acumulada (Gy)	Idade(anos)
2273	1- 28 metros antes do rio	$2.170 \pm 160$	2,50	$1.150 \pm 140$
2274	2- 10 metros antes do rio	$3350 \pm 315$	2,50	$750 \pm 100$
2275	3- 6 metros antes do rio	$2580 \pm 155$	1,05	$410 \pm 45$

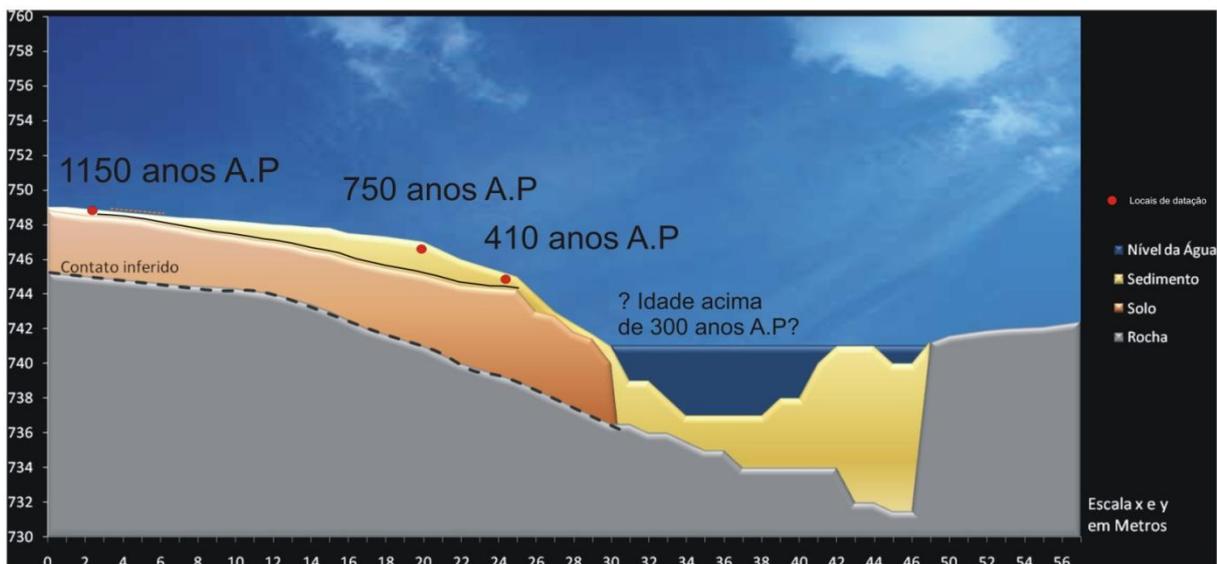


Figura 14 – Perfil transversal final incluindo os locais das datações, espessura do sedimento (margem e ilha), leito rochoso e lâmina da água.

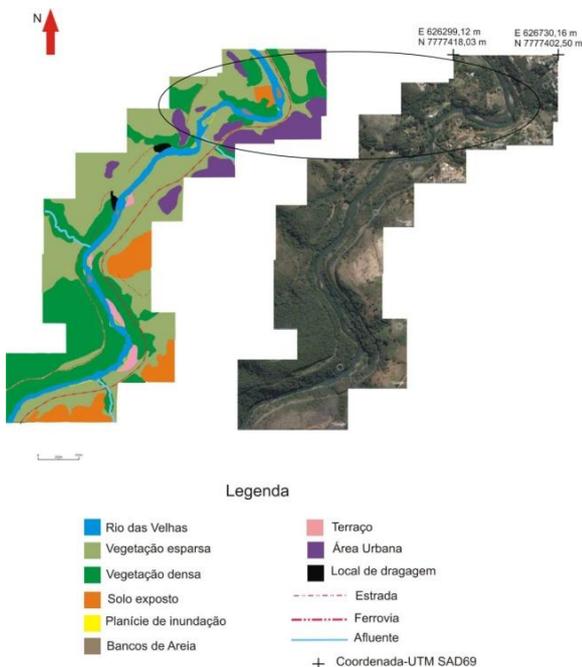


Figura 15. Mapa de uso e ocupação e imagem da calha do rio analisada.

detectado pelas prospecções, chegando a 10 m. Como nas partes superiores mais recentes nos bancos de areia, são mais espessos conforme sedimentos da calha foram encontrados vestígios de

atividades antrópicas, mais investigações são necessárias para a definição da espessura dos sedimentos originados por contribuição natural e qual a espessura de sedimentos originados por contribuição antrópica.

### 3.5 - USO E OCUPAÇÃO DO TRECHO PILOTO

Seguindo os mesmos métodos para a área de entorno, foi executado um mapa de uso e ocupação para o trecho piloto. Pode-se perceber analisando que a urbanização e a vegetação esparsa são os principais usos e ocupações atuais da margem do trecho (Fig.15).

## 4. CONCLUSÕES

A área estudada é caracterizada por apresentar alta susceptibilidade aos processos erosivos, decorrentes, predominantemente, de seus aspectos físicos de declividade, solos e litologia. Em termos do uso e ocupação, constatou-se que o desmatamento não é forte condicionante para a erosão pois pela análise de imagens de anos diferentes (1986 e 2002) constatou-se mais de 80% de recobrimento referente à cobertura vegetal, seja ela densa ou pouco densa. No entanto, percebeu-se um incremento de tipos de uso e ocupação mais

antropizados, como áreas urbanas, de moradia rural e mineração. Este fato merece atenção, pois, como a área já possui susceptibilidade alta aos processos erosivos (com grandes áreas classificadas entre média a muito forte susceptibilidade), estes podem ser agravados, prejudicando ainda mais os cursos hídricos locais e o ecossistema associado a esses ambientes.

Os resultados obtidos através da prospecção geofísica para investigação do assoreamento do trecho do Rio das Velhas evidenciaram uma grande espessura dos sedimentos na calha do trecho do rio em análise, principalmente nos bancos de areia centrais. No trecho estudado do rio a lâmina de água alcança a profundidade máxima de 2 metros no perfil, com a prospecção realizada no mês de outubro/2008, início do período chuvoso. A partir desse perfil constatou-se que 68,83% da calha está preenchida por sedimentos, indicando assoreamento com mais de 12 metros de sedimentos.

Os sedimentos de margens são menos espessos. O método eletromagnético com a utilização de GPR se mostrou eficiente para estudos batimétricos e de espessura de depósitos de sedimentos em ambientes fluviais.

Os resultados da datação de três amostras indicam que a sedimentação intensa também tem causa natural uma vez que as idades são mais antigas que a ocupação histórica da região. A espessura de sedimentos correspondentes à assoreamento com causas antrópicas não foi detectada até o momento do projeto e sugere-se que mais amostras sejam datadas para a determinação da espessura de sedimentação originadas por contribuição de atividades antrópicas.

Os sedimentos são constituídos por quartzo, mica e hematita principalmente e, ainda, fragmentos rochosos de xisto e gnaiss. Os grãos de hematita são arredondados, indicando longo transporte destes minerais. A hematita deriva dos itabiritos e a fonte deste detrito está ligada a processos naturais de transporte ou por atividades minerárias pretéritas e atuais que ocupam a bacia do rio das Velhas. O revolvimento intenso dos depósitos fluviais pelo próprio rio durante as chuvas também pode fazer com que a hematita e outros grãos sejam transferidos de um ponto ao outro do rio e, assim, os próprios sedimentos fluviais podem atuar como fonte de sedimentos.

A análise dos mapas dos diferentes graus de susceptibilidade aos processos erosivos da área do

entorno indica as litologias que mais susceptíveis ao processo:

- O Complexo do Baçã, que apresenta cerca de 20 Km<sup>2</sup> de área e foi quase totalmente classificado entre forte a muito forte potencial de produção de sedimentos.
- As rochas metassedimentares clásticas do Supergrupo Rio das Velhas foram classificadas como potencial de produção de sedimentos variando de médio a muito forte e com uma área correspondente a, aproximadamente, 170 Km<sup>2</sup>.
- Rochas metavulcânicas do Supergrupo Rio das Velhas com, aproximadamente, 5 Km<sup>2</sup> de área e classificação, predominantemente, como forte susceptibilidade aos processos erosivos.

Com relação ao Supergrupo Minas pode-se dizer que:

- A Formação Cercadinho, classificada, preponderantemente, como muito forte e forte susceptibilidade aos processos erosivos e com área de cerca de 5 Km<sup>2</sup>.
- A Formação Batatal, com predomínio das classes de forte e muito forte fragilidade, mas com pequena área de ocorrência, aproximadamente 2 Km<sup>2</sup>.
- A Formação Cauê, que corresponde a uma área de 12,8 Km<sup>2</sup>, apresenta susceptibilidade natural à erosão predominantemente baixa.
- Os Aluviões, que possuem 1 Km<sup>2</sup> de área e apresentam potencial de produção de sedimentos de muito forte a médio.

A área urbanizada no entorno do trecho piloto aumenta de modo acelerado e torna-se a fonte antrópica de sedimentos mais próxima ao rio.

A revitalização do trecho deve levar em consideração a intensa urbanização de suas margens, que correspondem à planícies de inundação onde a calha do rio é mais aberta. Para isso é preciso revitalizar a área de entorno, estimulando o desaparecimento de áreas desmatadas, a não ocupação das margens, o tratamento dos esgotos e a recuperação da mata ciliar, dentre outros.

## 5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq – pelo apoio financeiro, e ao NUVELHAS – Núcleo de pesquisa do Velhas - Projeto Manuelzão (UFMG), pela parceria.

## 6. REFERÊNCIAS

- ABGE (Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental). 1998. Geologia de Engenharia. Editores: Oliveira A.M.S. & Brito S.N.A. São Paulo, ABGE, CNPq, FAPESP, 587p.
- Aranha P.R.A., Porsani M.J. & Carvalho R.F. 2009. Deconvolução preditiva de perfis de Georadar obtidos no lago da represa Serra Azul – Copasa, Minas Gerais. Anais do 11th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. CDrom, Salvador.
- Dorr II, J.V.N., 1969. Physiographic, stratigraphic and structural development of Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. USGS. Washington. Prof. Paper, 641-A, 110 pp.
- Mohallem S.D.S., Carneiro R., Rangel L.V., Taylor H., Souza F.J., Alves C.A.O., Costa A.M.C. 2009 - Mapeamento Geológico com Ênfase na Análise da Fonte de Sedimentos do Rio das Velhas na Região entre Rio Acima e Itabirito, MG, Brasil. Monografia de Graduação, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, UFMG. 96p.
- Mohallem S.D.S., Carneiro R., Rangel L.V., Taylor H., Souza F.J., Alves C.A., Costa A.M.N. 2008. Fontes de assoreamento do alto rio das velhas. Anais do 12 CBGE – 12 Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, Porto de Galinhas. Novembro 23 a 27. ABGE. 10p.
- Moutinho L., Porsani J.L., Porsani M.J. 2005. Deconvolução preditiva de dados de GPR adquiridos sobre lâmina d'água: exemplo de caso do rio Taquari, Patanal Matogrossense. Revista Brasileira de Geofísica **23(1)**: 61-74.
- Renger F.E. 2005 . Recursos minerais, mineração e siderurgia. In: Navegando o rio das Velhas das minas aos gerais. Vol. 2. Projeto Manuelzão, Belo Horizonte.p. 266 – 287.
- Salomão, F.; Iwasa, O.Y. 1995. Erosão e a ocupação rural e urbana. (ABGE/IPT, Ed.) Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente , p. 31-58.
- Souza S. 2008. Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas potenciais à degradação da qualidade da água. Monografia (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de pós graduação em Geoprocessamento e Cartografia Automatizada . Belo Horizonte.
- Kruse S.E. & Jol H.M. 2003. Amplitude analysis of repetitive GPR reflections on a Lake Bonneville delta, Utah Geological Society, London, Special Publications, **211(1)**: 287 - 298.
- Truman C.C., Asmussen L.E. & Alissom H.D. 1991. Ground-penetrating radar: A tool for mapping reservoirs and lakes Journal of Soil and Water Conservation September/October **46(5)**: 370-373