

## ANÁLISE DE TAXAS DE TURBIDEZ E RELAÇÕES COM USOS E COBERTURA DO SOLO NA BACIA DO RIO ITABIRITO -QUADRILÁTERO FERRÍFERO/MG-

Letícia Augusta Faria de Oliveira <sup>1</sup>; Alex de Carvalho <sup>1</sup>; Amanda Almeida Raposo <sup>1</sup>; Antônio Pereira Magalhães Júnior <sup>2</sup>

[lelefaria3@gmail.com](mailto:lelefaria3@gmail.com); [alexcarvalho.1@hotmail.com](mailto:alexcarvalho.1@hotmail.com); [amandaraposo13@yahoo.com.br](mailto:amandaraposo13@yahoo.com.br);  
[magalhaesufmg@yahoo.com.br](mailto:magalhaesufmg@yahoo.com.br)

<sup>1</sup> Graduandos em Geografia, Instituto de Geociências – UFMG

<sup>2</sup> Departamento de Geografia, Instituto de Geociências – UFMG

**Resumo:** Atividades humanas em bacias hidrográficas podem se constituir em pressões na dinâmica fluvial e ambientes aquáticos, incidindo direta ou indiretamente sobre suas características naturais. As pressões podem alterar parâmetros de qualidade da água como a turbidez, diretamente condicionada pela carga em suspensão transportada pelos cursos d'água. Essa carga reflete as taxas de sedimentos fornecidas pelas encostas e fundos de vales, e podem ser significativamente aumentadas por atividades humanas que provoquem o surgimento de focos de erosão acelerada. Assim, pressões como o uso inadequado do solo podem gerar impactos como o aumento da carga em suspensão e, posteriormente, o assoreamento das calhas fluviais. A turbidez também é um indicador do lançamento de efluentes domésticos em cursos fluviais. Este trabalho busca verificar, por meio da análise das taxas de turbidez das águas fluviais, a relação entre usos e atividades humanas e o aumento da carga sedimentar em suspensão na bacia do rio Itabirito, município homônimo situado no Quadrilátero Ferrífero-MG. Para tal, construiu-se um mapa temático de pressões, impactos e cobertura do solo da bacia por meio de imagens de alta resolução do Google Earth Pro, georreferenciadas, vetorizadas manualmente e com conferência em campo. As informações obtidas no mapeamento foram comparadas aos valores de turbidez de pontos monitorados nas estações seca e úmida. A bacia é marcada pela presença de atividades de mineração, usos agropastoris, estradas de terra e usos urbanos. A distribuição espacial dessas classes está relacionada à litologia. Observa-se, na maior parte dos pontos, aumento nas taxas de turbidez na estação chuvosa, associada principalmente ao grande aporte de sedimentos carreados durante as chuvas. O rio Itabirito apresentou altos índices de turbidez na estação chuvosa, provavelmente relacionados à carga sedimentar de seus tributários. Na estação seca, os pontos com turbidez elevada estão relacionados principalmente com o lançamento de efluentes domésticos e industriais.

**Palavras-chave:** geomorfologia fluvial; turbidez; Quadrilátero Ferrífero.

**Abstract:** Human activities on hydrography basins may be constituted in pressures on the fluvial dynamic and aquatic environments, falling direct or indirectly on their natural characteristics. The pressures may alter parameters of water quality as the turbidity, directly conditioned by the load in suspension carried by the water courses. This load reflects the rates of sediments provide by the slopes and bottom of valleys, and can be significantly increase by human activities that provoke the appearance of focuses of accelerated erosion. Thus, pressures like the inadequate use of the soil may generate impacts as the increase of load in suspension and, afterwards, the sedimentation of fluvial canals. The turbidity is also an indicator of releasing of domestic effluents in fluvial courses. This work aims to find out, for means of analysis of the turbidity rates of the fluvial waters, the relation between uses and human activities and the increase of the sedimentary load in suspension at the Rio Itabirito basin, homonymous town situated in the Quadrilátero Ferrífero-MG. For this, a thematic map of pressures, impacts and cover of the soil of the basin was made through images of high resolution of the Google Earth Pro, georeferenced, manually vectorized, and with conference in field. Information gotten through the mapping was compared with the values of turbidity of monitorial points in dry and humid seasons. The basin is marked by the presence of mining activities, farm uses, roads and urban uses. The spatial distribution of these classes is related to lithology. As one can notice, in most part of the points, increase in turbidity rates at the raining season, chiefly associated with great input of sediments carried at the raining season. The Rio Itabirito presented high indexes of turbidity at the raining season, probably connected to sedimentary load of its tributaries. At the dry season, the points with high turbidity are related mainly with the throwing of domestic and industrial effluents.

**Key words:** Fluvial geomorphology, turbidity, Quadrilátero Ferrífero.

## 1 – INTRODUÇÃO

Os estudos sobre recursos hídricos ou ambientes aquáticos geralmente tomam a bacia hidrográfica como unidade de referência. Esta pode ser considerada como sistema geomorfológico complexo, e, para que seja bem compreendido, é necessário considerá-lo em sua totalidade e identificar os subsistemas que o constituem, assim como suas inter-relações, os mecanismos de realimentação presentes, além das influências antrópicas (PEREZ-FILHO et al, 2006; SANTOS, 2008). As características topográficas, geológicas, geomorfológicas, pedológicas e térmicas da bacia hidrográfica, bem como o tipo de cobertura do solo da mesma, desempenham papel essencial no comportamento hidrológico.

Todos os processos que ocorrem na bacia hidrográfica repercutem direta ou indiretamente nos canais fluviais. Os cursos d'água são importantes agentes geomorfológicos no transporte de materiais intemperizados das encostas, sendo determinantes na configuração da morfologia. A carga detrítica de um curso d'água é obtida pela ação erosiva que as águas exercem sobre as margens e fundo do leito. Contudo, a maior parte é fornecida pela remoção detrítica das vertentes (CHRISTOFOLETTI, 1974).

Diversas são as atividades empreendidas em uma bacia hidrográfica que podem interferir nos ambientes fluviais, traduzindo-se na alteração de diversos aspectos da qualidade das águas, sejam eles físicos, químicos ou biológicos. O uso do solo das vertentes de uma bacia, portanto, pode alterar as características de seus canais fluviais. Atividades passíveis de condicionar alterações em quaisquer desses parâmetros se constituem em pressões ocorrentes na bacia hidrográfica, e essas pressões podem impactar o regime hidrológico da bacia, ou os padrões fluviais de seus cursos d'água. As pressões podem incidir direta ou indiretamente sobre os ambientes fluviais, podem ser atividades praticadas na bacia hidrográfica ou podem ser o resultado de atividades já desenvolvidas ou ainda em desenvolvimento na mesma. Conforme aponta Tommasi (1994), os cursos d'água são sistemas reconhecidamente frágeis, nos quais interferências humanas, diretas ou indiretas, podem acarretar impactos de difícil controle e reversão.

Os impactos dizem respeito às alterações das características dos ambientes fluviais. Ocorre um impacto ambiental em um curso d'água quando uma ação, atividade ou processo gera alguma alteração (qualquer que seja) em suas características físicas, químicas ou biológicas, com conseqüências favoráveis ou desfavoráveis. Tais alterações levam a mudanças nas características ambientais originais, e suas causas podem ou não estar relacionadas à interferência humana. Quaisquer ações empreendidas para implantar ou desenvolver ações ou atividades de ocupação e uso antrópico sobre o meio ambiente possibilitam transformações (mudanças) sobre os meios físico, sócio-econômico e biótico, que podem acarretar impactos positivos ou negativos ao meio ambiente (GENRICH, 2002).

Uma consequência comum de determinadas atividades humanas é a intensificação dos processos erosivos na bacia. Erosão laminar e erosão de fluxo concentrado podem ser ocasionadas ou intensificadas pelo manejo inadequado do solo. Além disso, atividades como mineração a céu aberto, urbanização, ou construção de estradas, são fontes de sedimentos que podem ser facilmente carreados durante as chuvas para os corpos d'água. Por isso, o conhecimento do uso e cobertura do solo é essencial para a compreensão da dinâmica erosiva em uma bacia hidrográfica (SANTOS, 2005; SANTOS, et al, 2007; LOPES et al, 2007; BONNET, et al, 2008).

A qualidade das águas pode ser caracterizada por vários parâmetros físicos, químicos ou biológicos, cada qual indicando atividades e usos humanos que podem explicar os impactos ambientais em uma bacia. A turbidez expressa a quantidade de material em suspensão que se encontra na água, podendo ser usada como uma medida direta dessa quantidade. Os sólidos em suspensão transportados pelas águas – silte, argila, detritos orgânicos e plâncton em geral – podem possuir origem natural (sedimentos) ou antropogênica (despejos domésticos, industriais, escavações, sedimentos carreados a partir de usos e atividades antrópicas), e contribuem para a elevação da turbidez, que diz respeito ao nível de interferência sofrida pela luz ao passar através da água, conferindo um aspecto turvo à mesma (SANTOS et al, 2007).

A turbidez tem sido adotada por diversos estudiosos para a determinação da qualidade da água, geralmente associada à erosão acelerada ou ao lançamento de efluentes domésticos em cursos fluviais. Contudo, também tem sido enfocada no estudo de processos geomorfológicos de encosta e fluviais, sinalizando a dinâmica dos processos erosivos e sedimentares (LOPES et al, 2007).

O Rio Itabirito, situado na Alta Bacia do Rio das Velhas, é um dos principais afluentes desta. Situada no domínio geológico e geomorfológico do Quadrilátero Ferrífero, a bacia responde pelo abastecimento de água de grande parte da população da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Os usos do solo e as atividades humanas na área se constituem em pressões para os ambientes fluviais, as quais muitas vezes se refletem em consequências impactantes sobre as características físicas, químicas e/ou biológicas dos cursos d'água. É notada a presença de atividades de mineração, atividades agropastoris, extração de areia nos cursos fluviais, bem como considerável quantidade de focos de erosão acelerada nas vertentes.

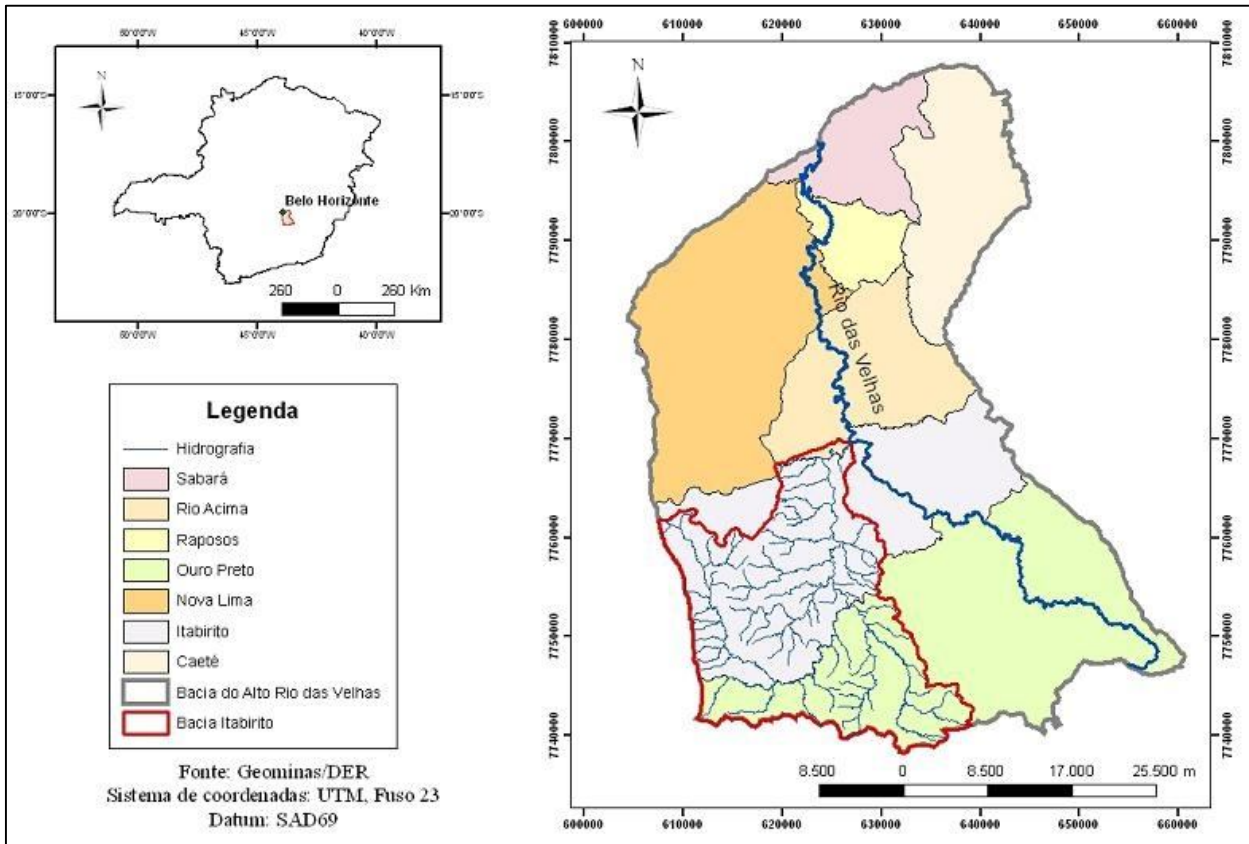
Desse modo, este trabalho busca verificar a relação entre os usos e atividades humanas e o aumento da carga sedimentar em suspensão nas águas da bacia do Rio Itabirito, tendo por parâmetro indicador a turbidez.

## **2 - MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 – Localização e caracterização da área de estudo**

A bacia do Rio Itabirito é uma das principais formadoras da bacia do Alto Rio das Velhas. O Rio Itabirito nasce da confluência entre os Ribeirões Mata Porcos e Sardinha, tendo uma bacia

hidrográfica com área total de 519,248 Km<sup>2</sup> e compreendendo parte dos municípios de Rio Acima, Ouro Preto e Itabirito. A maior parte de suas nascentes se encontra nos dois últimos municípios, enquanto no primeiro se encontra a foz no Rio das Velhas (Figura 1).



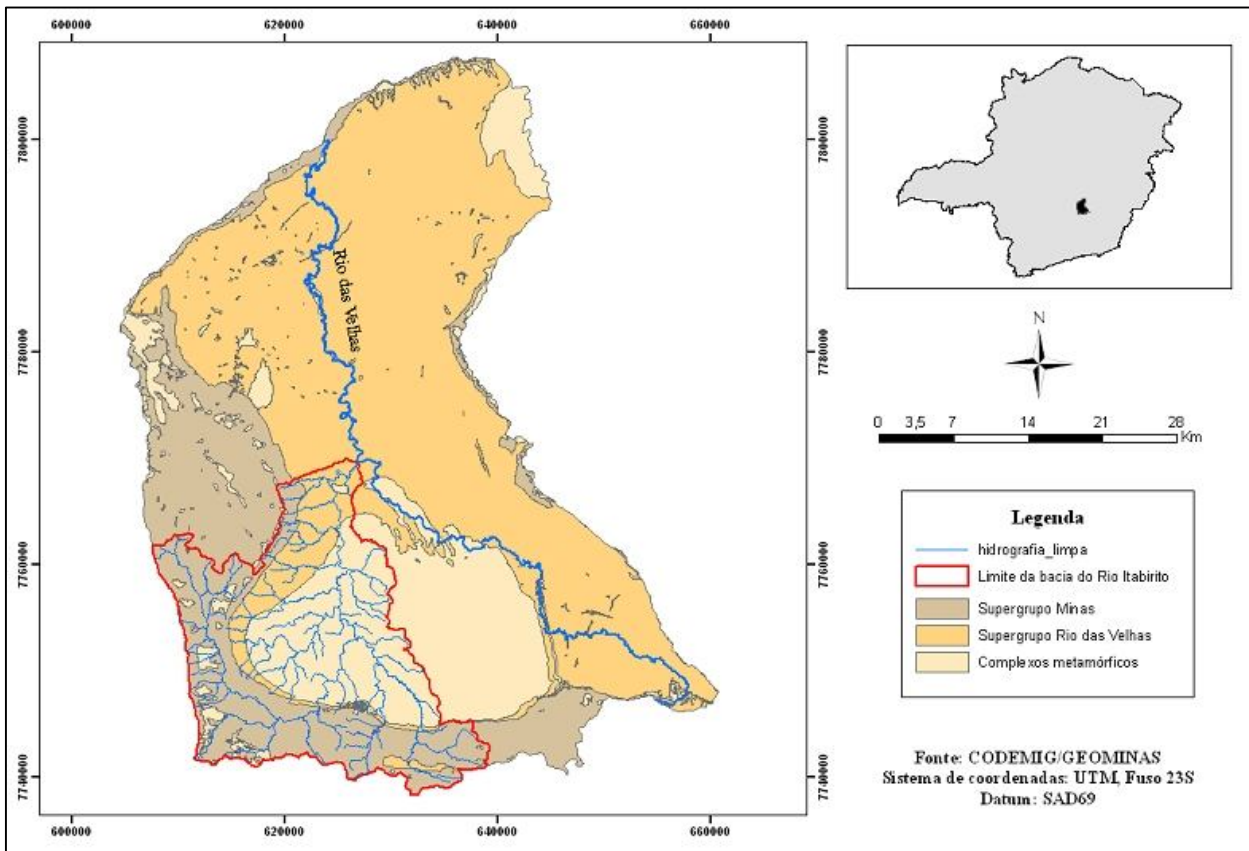
**Figura 1** – Localização da Bacia do Rio Itabirito por municípios na Alta Bacia do Rio das Velhas

A bacia do Rio Itabirito está inserida na porção central do Quadrilátero Ferrífero, zona central de Minas Gerais. O Quadrilátero é marcado pela ocorrência marcante de jazidas minerais, sobretudo de minério de ferro cuja intensa extração há décadas vem impactando e pressionando a qualidade ambiental da bacia do Rio das Velhas. A atividade minerária marcante na área é destacada por Santos & Sobreira (2008), segundo os quais a região é caracterizada pela coexistência conflitante de atividades de mineração, crescente ocupação urbana e forte expansão imobiliária. De acordo com Camargos (2005), a mineração, a atividade agropecuária e a urbanização contribuíram para a alteração das características qualitativas e quantitativas das águas do Rio das Velhas e de seus tributários.

A morfologia do Quadrilátero Ferrífero é fortemente condicionada pelo quadro geológico. Em linhas gerais, a bacia do Rio Itabirito apresenta as seguintes unidades geológicas (Figura 2):

- (i) Complexo granítico-gnáissico, localmente denominado Complexo Bação, de idade arqueana e que constitui o embasamento cristalino para as unidades supracrustais;
- (ii) Supergrupo Rio das Velhas, que se constitui como uma seqüência do tipo cinturão de xistos verdes (*greenstone belt*), também de idade arqueana; e

- (iii) Supergrupo Minas, (mais especificamente, Grupo Caraça, Grupo Itabira e Grupo Piracicaba) formado por pacotes espessos de rochas metassedimentares proterozóicas com pequena contribuição vulcânica. Destacam-se quartzitos, itabiritos e filitos.



**Figura 2:** Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Itabirito – Alta Bacia do Rio das Velhas

Pertencem ao embasamento cristalino as rochas mais antigas da região, que correspondem em sua maioria às rochas do Complexo do Bação. Trata-se de um complexo metamórfico de rochas graníticas arqueadas, que afloram na porção central do Quadrilátero, em uma zona rebaixada devido à erosão dessas rochas mais friáveis. O embasamento é composto por granitos, gnaisses e migmatitos (ALKMIN & MARSHAK, 1998). Geomorfologicamente, as friáveis rochas cristalinas se refletem no modelado mais suave do Quadrilátero Ferrífero (colinas e morros). O Complexo do Bação apresenta predomínio de Latossolos vermelho-amarelo distróficos e Cambissolos. As planícies fluviais encontram, nessa região, as condições mais propícias para o seu desenvolvimento, e, nelas, ocorrem Neossolos Flúvico eutróficos (NETTO & SOBREIRA, 2006).

O Supergrupo Rio das Velhas corresponde, em termos espaciais, à zona de contato entre as bordas serranas do Supergrupo Minas e a zona mais rebaixada no Complexo do Bação. De idade arqueana, é o mais antigo conjunto estratigráfico do Quadrilátero Ferrífero, sendo composto basicamente por quartzitos, xistos e filitos que constituem uma seqüência tipo *greenstone belt* (ALKMIN & MARSHAK, 1998). No Supergrupo Rio das Velhas predominam colinas e cristas mais dissecadas que no embasamento, com vales fluviais mais encaixados e planícies menos desenvolvidas

(RAPOSO et al, 2008). Ocorrem Latossolos vermelho-amarelo distróficos e Cambissolos (predomínio de relevo ondulado e forte ondulado) nos locais que apresentam como material de origem os xistos do Supergrupo Rio das Velhas (NETTO & SOBREIRA, 2006).

O Supergrupo Minas, de idade proterozóica, constitui-se em uma unidade metassedimentar, composta por quartzitos, xistos, filitos e itabiritos. Suas rochas mais resistentes, sustentam as bordas serranas do Quadrilátero. Relacionados às rochas do Supergrupo Minas estão os afloramentos rochosos e Neossolos litólicos, além de Cambissolos (NETTO & SOBREIRA, 2006).

A unidade basal do Supergrupo Minas é formada por quartzitos e meta-conglomerados aluviais, intercalados com depósitos pelíticos marinhos (Grupos Caraça e Tamanduá). O Grupo Caraça é constituído essencialmente de metassedimentos de origem clástica. O Grupo Itabira, também pertencente ao Supergrupo Minas, é composto por rochas carbonáticas e ferríferas. O Grupo Piracicaba sobrepõe o Grupo Itabira e apresenta rochas ligadas a camadas espessas de estratos deltáicos, intercalados por rochas carbonáticas (ALKMIN & MARSHAK, 1998).

A bacia do Rio Itabirito está situada em uma área de transição entre dois biomas de Minas Gerais, a saber, Cerrado e Mata Atlântica. Nos locais onde predominam as rochas menos intemperizadas (quartzitos e itabiritos), predomina a vegetação de campos de altitude. Onde predominam rochas mais friáveis do Supergrupo Minas (xistos e filitos), a vegetação primária é a floresta semidecidual. Os campos cerrados estão localizados principalmente nas porções mais elevadas do embasamento, no Complexo do Baçõ, e também em encostas cobertas por canga que sofrem ação erosiva. De acordo com Bacellar et al (2000) e Nogueira et al (2006), as matas galeria estão ligadas às planícies ao longo da rede de drenagem ou em áreas de cabeceiras. Nas áreas de cabeceiras, próximo à vegetação de mata galeria, observam-se as matas de encosta que se intercalam com as matas de candeias.

A bacia do Rio Itabirito está inserida no domínio do clima tropical de altitude (Cwa), segundo classificação de Koppen, caracterizado por invernos secos e verões brandos e chuvosos. As médias diárias nos meses mais frios situam-se entre 13° e 15° C e, nos meses mais quentes, situam-se entre 20° e 22° C. A temperatura média anual oscila em torno dos 17° C. A estação chuvosa compreende os meses de novembro a abril, e o período de estiagem, os meses de maio a outubro, notando-se uma sazonalidade bem marcada. (NETTO & SOBREIRA, 2006).

## **2.2 – Procedimentos metodológicos**

O presente trabalho é constituído de três etapas metodológicas, sendo elas:

- Confecção de mapa de pressões, impactos e cobertura do solo da bacia do Rio Itabirito;
- Definição das sub-bacias mais expressivas da área, considerando o tamanho da sub-bacia, seu número de afluentes, sua localização em relação ao curso principal do Rio Itabirito, e os tipos de uso e cobertura do solo nela ocorrentes;

- Monitoramento dos valores de turbidez da bacia em questão a partir da definição de pontos de monitoramento: i) nas sub-bacias apontadas como mais relevantes; ii) no próprio curso do Rio Itabirito; iii) no Rio das Velhas, à montante e à jusante da confluência com o Rio Itabirito.

### **2.2.1 - Mapeamento das pressões, impactos e cobertura do solo da Bacia do Rio**

#### **Itabirito**

O mapeamento foi feito tendo por base as imagens do Google Earth Pro e visando à construção de um mapa temático didático, que permita a identificação de relações entre usos e ocupações do solo e taxas de turbidez da bacia do Rio Itabirito, com detalhamento em suas sub-bacias consideradas mais relevantes para os objetivos desse trabalho. Não se constituiu em um trabalho de GIS (Sistema de Informação Geográfica), pois as imagens Google apresentam algumas deficiências que limitam tal colocação.

Foi construída uma referência (grid) de coordenadas com variação de 1000 em 1000 metros, georreferenciada na projeção UTM SAD69, sobreposto ao limite da bacia. Posteriormente o grid georreferenciado e o limite da bacia foram exportados para o programa Google Earth Pro.

Cada imagem foi salva na mais alta resolução do programa (Premium – 4800 x 4373) abarcando uma área de aproximadamente 6000m<sup>2</sup> (considerando que a imagem captada compreendia 6 colunas e linhas de quadrados de 1000m<sup>2</sup> tanto na vertical quanto na horizontal). A imagem captada foi salva com a figura do grid e do limite da bacia sobrepostas a ela. Posteriormente, a imagem foi georreferenciada tendo por base a ligação de pontos semelhantes do grid sobreposto à imagem com o grid georreferenciado. Foram plotados em média 10 pontos por imagem a fim de se obter um erro abaixo de 2.

A última etapa, portanto, consistiu no georreferenciamento de todas as imagens e na união dessas para uma posterior vetorização, feita manualmente. O mapa resultante foi conferido em trabalhos de campo.

Segundo as colocações de Santos (2005), um sistema de classificação de uso e cobertura do solo deve servir às necessidades do usuário adaptando-se às características da região em estudo, mas mantendo-se o mais universal possível. As classes a serem mapeadas foram estabelecidas de acordo com os usos do solo que podem intensificar os processos erosivos da bacia em questão e modificar os parâmetros de turbidez de suas águas. As classes de uso e ocupação do solo estabelecidas para o mapeamento da bacia foram, também, classificadas como classes de: i) cobertura do solo; ii) pressão; ou iii) impacto, amparando essa classificação no referencial teórico-conceitual já exposto ao longo deste texto.

Uma das principais causas de degradação do solo é a remoção da cobertura vegetal, que o torna desprotegido dos processos erosivos. A vegetação natural tem um papel importante na proteção do

solo, atenuando a ação das chuvas e reduzindo os riscos de surgimento de focos de erosão acelerada. O material erodido mais facilmente tende a ser carregado pelas águas pluviais para os fundos de vale e calhas fluviais. Parte da carga de leito tende a ser depositada levando ao surgimento de barras de canal que denotam assoreamento, enquanto a carga em suspensão tende a aumentar a turbidez das águas (DIAS & MELLO, 1988). Por esses motivos, considerou-se necessário mapear as áreas da bacia recobertas por vegetação de porte arbóreo e por vegetação de porte herbáceo-arbustivo. Essas duas classes foram classificadas como classes de “cobertura do solo”.

O tipo de uso do solo também influencia a infiltração da água no mesmo. Em locais onde há criação de gado ou um intenso trabalho de máquinas agrícolas há uma grande compactação do solo, que sela os poros e diminui ou até mesmo impede a infiltração e percolação da água. Quando o solo fica descoberto, o impacto direto das gotas da chuva proporciona a formação do efeito “splash”, que desagrega partículas do solo e também executa a sua selagem (ALVES, 2007). O mapeamento das áreas usadas para fins agropastoris na bacia, portanto, mostrou-se também necessário, e essa classe foi entendida como sendo uma “pressão” sobre a mesma.

A urbanização é outro uso que exerce pressão e gera impactos nas águas, já que, muitas vezes, substitui a cobertura vegetal por pavimentos impermeáveis e introduz condutos para o escoamento pluvial, alterando os componentes do ciclo hidrológico natural, principalmente o escoamento superficial e a infiltração (TUCCI, 2006). Ocorreu, por esses motivos, também o mapeamento das áreas da bacia nas quais se tem usos urbanos. Essa classe foi classificada como “pressão” sobre a bacia.

Os impactos causados pela atividade mineradora estão relacionados ao desmonte de rochas com uso de explosivos, bem como pelos óleos, graxas dos compressores e de outros equipamentos e até mesmo partículas finas ou ultrafinas provenientes do manuseio do minério desmontado, que podem poluir e contaminar as águas superficiais e subterrâneas. Esta atividade revolve o subsolo e é potencialmente produtora de material particulado, facilmente carregado pela água (CIMINELLI et al, 2006). As atividades de mineração foram mapeadas e essa classe foi classificada também como uma “pressão”.

Embora as estradas estejam presentes em todas as atividades supracitadas, é importante ressaltar os impactos que estas causam aos cursos fluviais. Há uma acentuada diferença entre as taxas de perda do solo de estradas, quando comparadas às demais formas de uso do solo. As primeiras geralmente se apresentam como maior fonte de sedimentos carregados, em grande parte devido à erosão linear. O corte de taludes, para construção de estradas de terra, de estradas de asfalto ou de ferrovias pode acarretar processos de erosão linear concentrada nos mesmos, disponibilizando mais sedimentos para serem transportados durante as chuvas, e possivelmente transportados pelos cursos d’água ou depositados nas calhas fluviais. Portanto, foram estabelecidas as classes de mapeamento “estradas de terra”, “estradas de asfalto” e “ferrovias”, todas classificadas como “pressões” sobre a bacia.



Uma atividade específica desenvolvida na bacia do Rio Itabirito é a dragagem de areia no leito e margens de alguns cursos d'água. Segundo Torres (2000), a dragagem é, por definição, a escavação ou remoção de solo ou rochas do fundo de rios, lagos e outros corpos d'água, que se dá por meio da utilização de equipamentos denominados “dragas”. A dragagem revolve a carga de leito do curso fluvial, colocando partículas menores em suspensão e aumentando a turbidez das águas. As áreas de ocorrência dessa atividade foram mapeadas e essa classe foi definida como uma “pressão”.

As classes mapeadas que foram consideradas “impactos” na bacia do Rio Itabirito foram: solo exposto, focos de erosão acelerada e trechos de assoreamento crítico. O mapeamento das áreas de solo exposto se justifica pela susceptibilidade dessas áreas a disponibilizar grande quantidade de sedimentos para os cursos d'água, por meio do transporte pluvial. Além disso, áreas de solo exposto podem mais facilmente evoluir para áreas nas quais ocorrem processos de erosão acelerada. Essas últimas foram mapeadas nesse trabalho por fornecer sedimentos para os cursos d'água ainda mais intensamente. Entretanto, tanto as áreas de solo exposto quanto as de erosão acelerada interferem na dinâmica hidrossedimentológica da bacia não só fornecendo sedimentos para serem transportados, mas também alterando a capacidade de infiltração da água no solo, sua decorrente dinâmica em subsuperfície, e, finalmente, as conseqüências da infiltração da água para a vazão dos cursos d'água, sobretudo no período de estiagem. Os trechos de assoreamento crítico foram mapeados pela importância que têm na dinâmica fluvial, podendo alterar o padrão do curso d'água.

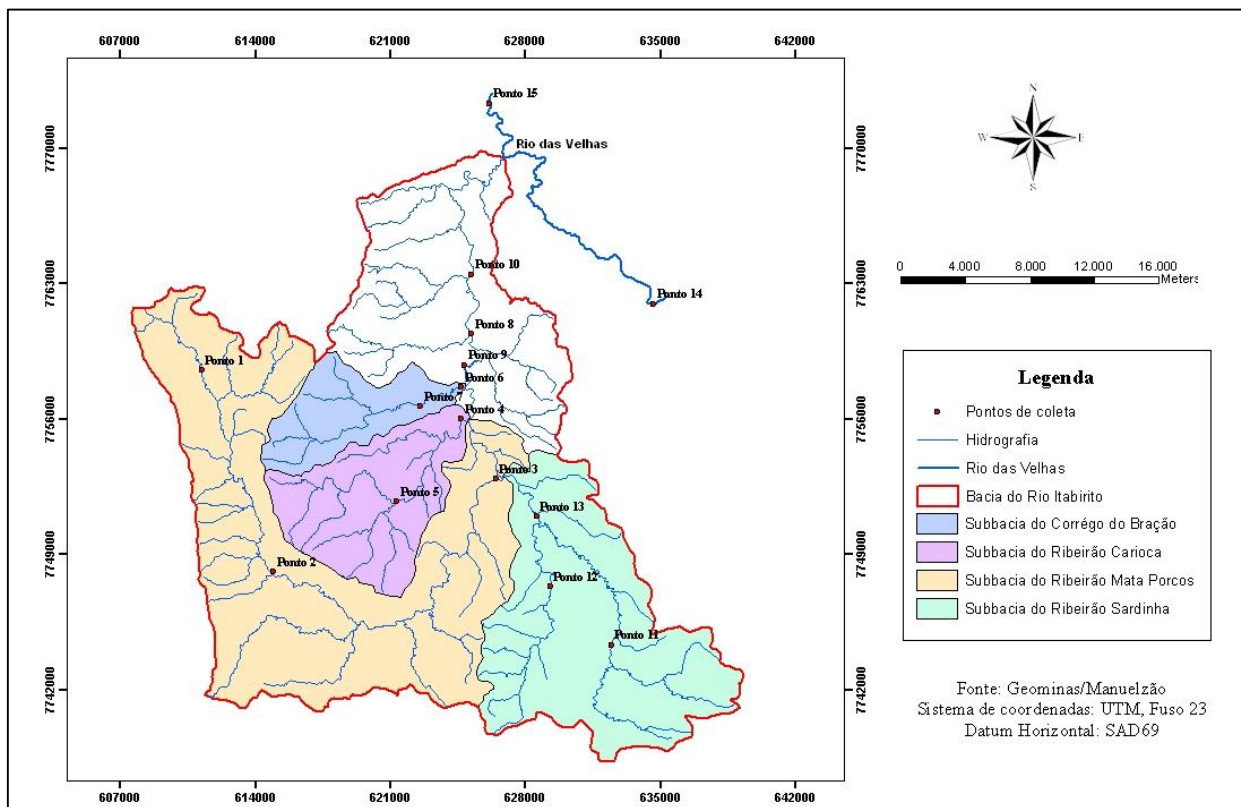
Considerando tais aspectos, foram definidas as seguintes 12 classes de mapeamento de uso e cobertura do solo para a bacia do Rio Itabirito, apresentadas na Tabela 1:

**Tabela 1:** Classes mapeadas na bacia do Rio Itabirito

<b>Classes Mapeadas na Bacia Hidrográfica do Rio Itabirito</b>		
<b>Classes</b>	<b>Definição</b>	<b>Descrição</b>
Dragagem	Pressão	Atividade de extração de depósitos de materiais aluviais no leito dos cursos d'água.
Estrada de Asfalto	Pressões	Vias de acesso pavimentadas.
Estrada de Terra	Pressões	Vias de acesso sem pavimentação. Susceptível a erosão linear
Ferrovia	Pressões	Estradas de ferro utilizadas principalmente para o escoamento dos materiais minerados na região.
Vegetação de Porte Arbóreo	Cobertura	Capões de mata, mata ciliar, mata estacional semidecidual.
Vegetação de Porte Herbáceo Arbustivo	Cobertura	Áreas de cerrado e campos rupestres.
Usos Urbanos	Pressões	Atividades industriais, cidades, vilas e povoados.
Usos Agropastoris	Pressões	Áreas de agricultura e de pecuária.
Solo Exposto	Impacto	Denudação da vertente por movimentos de massa e taludes de estrada sujeitos aos processos erosivos.
Atividades de Mineração	Pressões	Áreas onde estão em atividade mineradoras.
Focos de Erosão Acelerada	Impacto	Sulcos, ravinas e voçorocas (em transição e ativas).
Trechos de Assoreamento Crítico	Impacto	Trechos nos corpos d'água onde predomina a deposição de sedimentos, causando assoreamento crítico.

### 2.2.2 - Monitoramento dos valores de turbidez da bacia

Para o monitoramento dos valores de turbidez foram escolhidos 15 pontos de coleta de água, sendo que onze deles encontram-se nas bacias dos principais afluentes do Rio Itabirito, dois no próprio curso deste, e dois no Rio das Velhas (Figura 3). As amostras foram coletadas na estação seca (13/09/2008) e na estação úmida (20/12/2008), a fim de avaliar a influência da sazonalidade nos resultados obtidos.



**Figura 3** - Localização dos pontos de coleta e principais bacias de contribuição do Rio Itabirito

Os principais afluentes do Rio Itabirito foram a base para a divisão da bacia deste por bacias de contribuição, totalizando 5 sub-bacias monitoradas. As sub-bacias de maior importância foram selecionadas considerando a área por elas ocupada, sua localização na bacia do Rio Itabirito, a litologia local e a existência de atividades impactantes, que se constituem pressões para os ambientes fluviais. As bacias de contribuição consideradas de menor importância para os fins deste trabalho não tiveram pontos de monitoramento incluídos em suas respectivas áreas. Os pontos de coleta no próprio curso do Rio Itabirito foram escolhidos de modo a permitir a avaliação da contribuição do município homônimo para os valores de turbidez das águas. Nesse sentido, foram escolhidos dois pontos de monitoramento, sendo um a montante da cidade de Itabirito e outro a jusante. Os pontos de coleta no Rio das Velhas, por sua vez, tiveram por objetivo analisar a interferência dos valores de turbidez da bacia do Rio

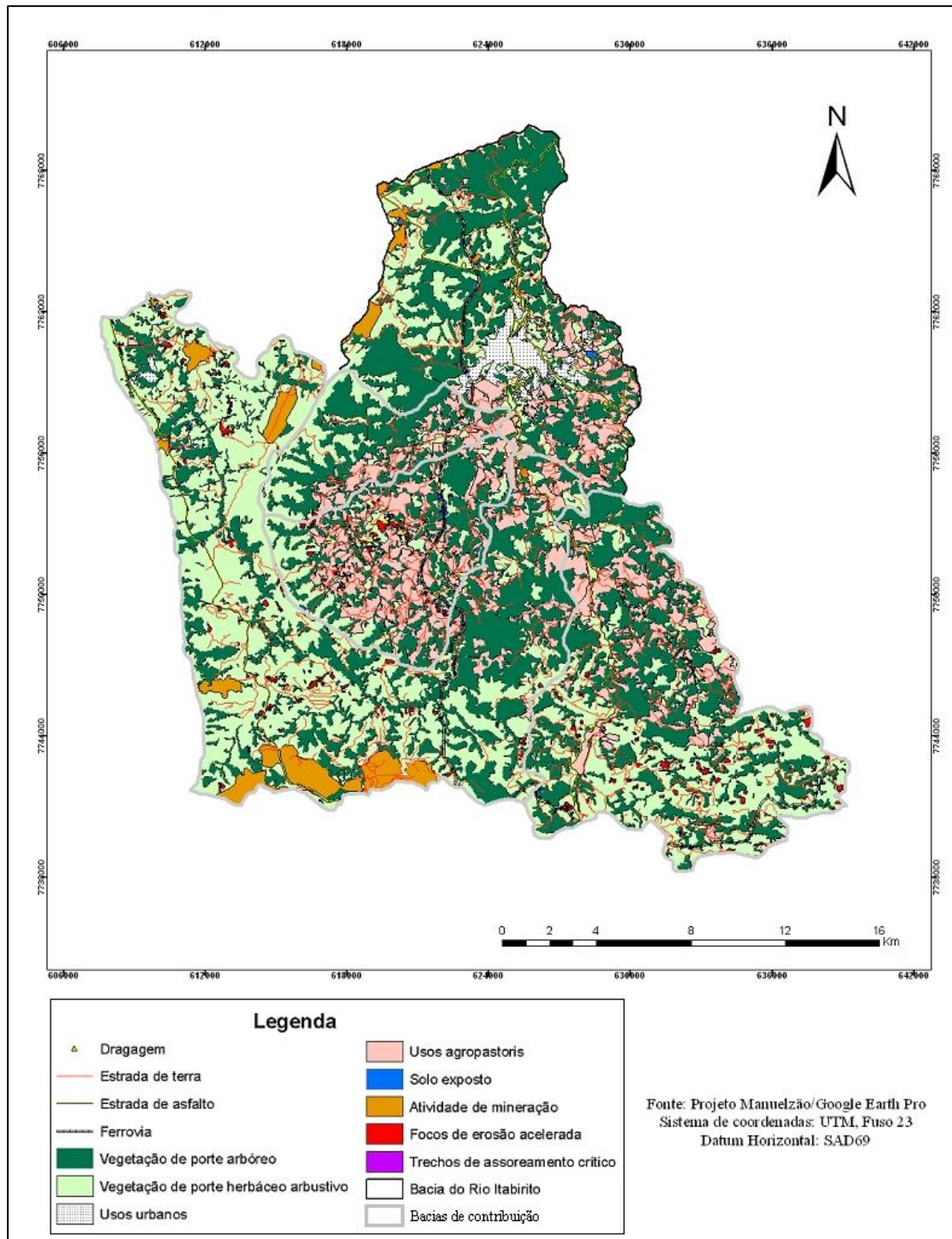
Itabirito no curso do Rio das Velhas. Dessa forma, foram coletadas amostras em um ponto antes da confluência do Rio Itabirito com o Rio das Velhas e em um ponto depois dessa confluência.

Os valores de turbidez foram identificados em NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez), por meio do turbidímetro (Turbidímetro Plus – ALFAKIT).

### **3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A bacia hidrográfica do Rio Itabirito apresenta diversos usos e impactos que se constituem em pressões para os ambientes fluviais, conforme Figura 4. A identificação das atividades realizadas na bacia, bem como a cobertura vegetal e parte dos impactos no solo (solo exposto e focos de erosão acelerada), são de fundamental importância na avaliação das influências dessas atividades e desses impactos na dinâmica fluvial.

A análise das condições das sub-bacias do Rio Itabirito quanto à cobertura do solo revelou que, de modo geral, são marcadas pela cobertura por vegetação de porte herbáceo arbustivo, por vegetação de porte arbóreo associadas, sobretudo, a cursos d'água, pela presença de atividades de mineração, de focos de erosão acelerada, de usos agropastoris, de estradas de terra e por usos urbanos. A distribuição espacial das classes identificadas está de acordo com as potencialidades de cada região da bacia, e é fortemente relacionada ao quadro litológico, embora outros fatores também condicionem tal espacialidade.



**Figura 4** - Mapa de usos, ocupação, pressões e impactos da Bacia do Rio Itabirito, com suas principais bacias de contribuição

A vegetação de porte arbóreo está concentrada principalmente em áreas do embasamento cristalino, onde o solo é mais espesso, e ao longo das margens dos cursos d'água. Essas mesmas áreas são muito utilizadas para atividades agropastoris, graças à disponibilidade hídrica e à ocorrência de

solos mais propícios aos cultivos ou a criação de rebanhos. Já as áreas de vegetação herbáceo-arbustiva estão presentes principalmente nas áreas mais elevadas da bacia, principalmente no Sinclinal Moeda.

As atividades de mineração estão localizadas principalmente nas áreas de itabiritos do Supergrupo Minas, onde as jazidas de ferro são exploradas. A atividade de dragagem está concentrada principalmente ao longo do Ribeirão do Saboeiro, tributário do Ribeirão Carioca, sendo que o primeiro apresenta, juntamente com outros poucos canais fluviais em toda a bacia do Itabirito, presença marcante de trechos de assoreamento crítico.

As áreas de solo exposto ocorrem em diversas partes da bacia e estão associadas principalmente a cortes de estradas (pavimentadas, de terra e ferrovia). Já os focos de erosão acelerada estão geralmente relacionados à erosão remontante nas cabeceiras das principais sub-bacias em áreas do Supergrupo Minas, ou nas rochas do embasamento cristalino onde as rochas são mais frágeis ao intemperismo.

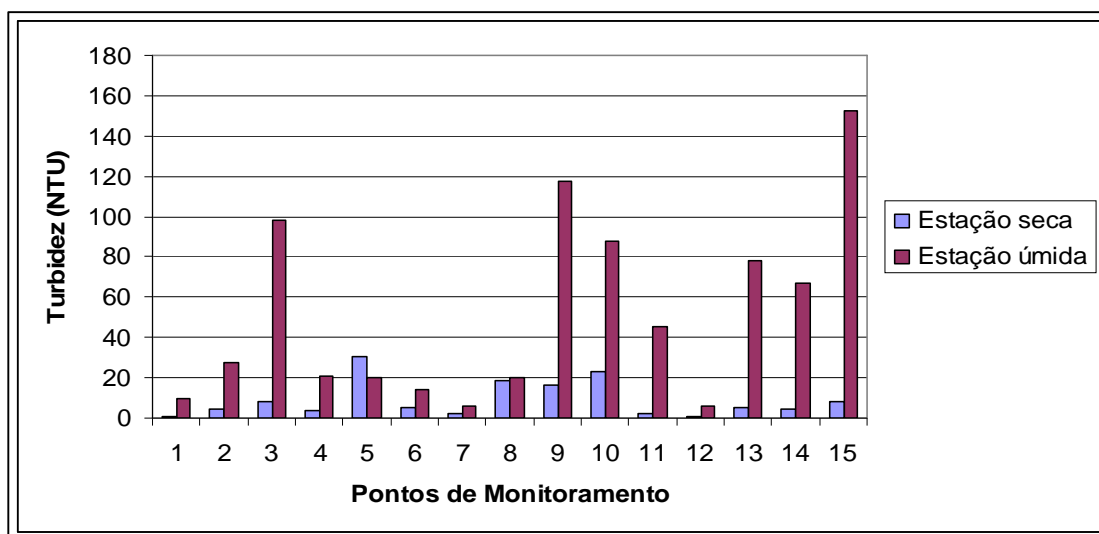
Assim, foram escolhidas sub-bacias de acordo com sua importância na área, em termos de tamanho, localização, peculiaridades geológicas ou uso e ocupação de seu solo. Os pontos de monitoramento foram estabelecidos da seguinte forma: 3 pontos de monitoramento na sub-bacia do Ribeirão Mata Porcos, sobretudo graças à grande extensão desse curso fluvial e à grande área do Sinclinal Moeda que ele drena, sendo afetado, portanto por atividades de mineração; 3 pontos de monitoramento na sub-bacia do Ribeirão Sardinha, pela extensão desse canal e pelas peculiaridades do Ribeirão do Mango, seu afluente, no tocante ao fornecimento de expressiva carga sedimentar, já destacadas em outros estudos (RAPOSO et al, 2008); 2 pontos de monitoramento na sub-bacia do Ribeirão Carioca, pela peculiaridade da atividade de dragagem, amplamente desenvolvida no Ribeirão Saboeiro, seu afluente; 2 pontos de monitoramento na sub-bacia do Córrego do Braço, por seu posicionamento central na bacia do Rio Itabirito, e pelo uso do solo, em geral marcado por cobertura vegetal bastante preservada, por poucas ocorrências de atividades impactantes e de impactos na sub-bacia; 1 ponto de monitoramento na sub-bacia do Córrego Carioca, por apresentar-se na baixa bacia do Rio Itabirito, e ter a peculiaridade de apresentar pequena área de usos agropastoris, diferenciando-se, por isso, das demais bacias escolhidas, conforme será exposto.

Buscou-se, ainda, analisar a interação entre essas sub-bacias e a contribuição delas para os valores de turbidez do Rio Itabirito. Por isso, um dos pontos de monitoramento de cada uma delas é próximo à sua foz. Por meio do monitoramento de 2 pontos na calha do Rio Itabirito, sendo um à montante e outro à jusante da mancha urbana, buscou-se analisar qual é a contribuição do município para as taxas de turbidez do canal. A influência desse curso fluvial para os valores de turbidez do Rio das Velhas foi analisada tendo por base a amostragem em dois pontos do Rio das Velhas, sendo um à montante da confluência do Rio Itabirito e um à jusante da mesma.

Os dados da análise da turbidez são apresentados na Tabela 2, e podem ser melhor analisados a partir do Gráfico 1, a seguir.

**Tabela 2:** Monitoramento das águas fluviais da Bacia do Rio Itabirito

Ponto de coleta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Média de Turbidez (NTU) (Estação Seca)	0,64	4,70	8,17	3,43	30,7	5	2,3	18,9	16,71	23,3	2,13	0,8	5,05	4,36	8,41
Média de Turbidez (NTU) (Estação Úmida)	9,6	27,6	98,2	20,7	20,1	14,4	5,6	20,2	117,2	87,5	45,1	6,2	77,9	66,7	152,5



**Gráfico 1:** Monitoramento da turbidez na bacia do Rio Itabirito – estação úmida e seca

Os Pontos 1, 2 e 3, localizados na bacia do Ribeirão Mata Porcos, apresentam baixos valores de turbidez na estação seca (0,64NTU, 4,7NTU e 8,17NTU, respectivamente) e valores mais elevados na estação úmida (9,6NTU, 27,6NTU e 98,2NTU, respectivamente), comportamento observado nos três pontos amostrados. Em ambas as estações do ano, observa-se que os valores de turbidez aumentam de montante para jusante. Durante a estação úmida o Ponto 1, localizado no alto curso do ribeirão, apresentou turbidez 15 vezes mais elevada que a observada na estação seca. O Ponto 2, no médio curso, foi quase 6 vezes superior à estação seca e no Ponto 3, no baixo curso, 12 vezes mais elevado.

Esta sub-bacia é marcada pela presença de atividades mineradoras e focos de erosão acelerada em seu alto e médio curso, sobretudo nas rochas do Grupo Piracicaba (Supergrupo Minas). De acordo com Santos (2005), as principais empresas de mineração que atuam no Alto Rio das Velhas utilizam métodos de extração a céu aberto, o que pode causar grandes impactos aos ambientes fluviais, principalmente com o carreamento de sedimentos. Os problemas ocorridos estão relacionados principalmente a fase de beneficiamento. Além das atividades de mineração, os focos de erosão acelerada podem contribuir para o aumento dos sólidos em suspensão nos pontos amostrados.

Na porção mais à jusante da bacia foram registrados os maiores valores de turbidez. Nesta área ocorrem áreas ocupadas por usos agropastoris, que podem deixar o solo mais vulnerável aos processos erosivos e se constituir como fatores de aumento das taxas de turbidez na estação úmida.

A sub-bacia do Ribeirão Sardinha contou com três pontos de monitoramento: Pontos 11, 12 e 13. Desses, dois estão no curso principal e um no Ribeirão do Mango, seu tributário. Na estação seca os Pontos 11, 12 e 13 apresentaram baixos valores de turbidez (2,13NTU, 0,8NTU e 5,05NTU, respectivamente). Já na estação úmida os valores foram mais elevados (45,1NTU, 6,2NTU e 77,9NTU).

Os pontos de monitoramento apresentaram aumentos significativos nos valores de turbidez na estação chuvosa. O Ponto 11, localizado no Ribeirão do Mango, teve o maior aumento (de 21 vezes). Os trechos de assoreamento crítico acompanham praticamente todo o curso principal, e parecem ser o principal responsável pelo aumento tão expressivo das taxas de turbidez no período úmido, associado ao uso agropastoril do solo da média-baixa bacia do Mango. Os Pontos 12 e 13, localizados no curso principal do Ribeirão Sardinha, estando o primeiro situado mais à montante e o segundo localizado após a confluência do Ribeirão do Mango com o Ribeirão Sardinha, também tiveram aumento significativo (taxas de turbidez 7 e 15 vezes maiores na estação chuvosa, respectivamente).

As taxas de turbidez observadas no Ribeirão Sardinha, antes da confluência com o Ribeirão do Mango, são baixas. Após a confluência, nota-se que o Ribeirão Sardinha sofre uma elevação nas taxas de turbidez. Esse fato pode ser explicado pelo grande aporte de sedimentos que o Ribeirão do Mango lança no Ribeirão Sardinha. Na canal do Ribeirão do Mango ocorrem depósitos recentes de aproximadamente 1 metro de espessura em barras de canal formadas em um espaço de tempo de até 6 meses, durante o período chuvoso, fato destacado por Raposo et al (2008). Os recentes processos de intenso entulhamento também são evidenciados pela formação, em um período bastante curto de aproximadamente 20 anos, do nível do terraço mais recente do ribeirão (RAPOSO et al, 2008).

De qualquer modo, apesar do grande aporte de sedimentos fornecido ao Ribeirão Sardinha pelo Ribeirão do Mango, as taxas de turbidez do Ribeirão Mata Porcos, pouco antes da confluência com o Ribeirão Sardinha, ainda se mostram mais elevadas (tanto na estação seca quanto na chuvosa) que as do Ribeirão Sardinha, mesmo pouco à jusante da confluência do Mango com este (comparação entre as amostragens dos Pontos 3 – no Ribeirão Mata Porcos – e 13 – no Ribeirão Sardinha).

Os Pontos 4 e 5 estão localizados na sub-bacia do Ribeirão Carioca. Os valores da turbidez para os Pontos 4 e 5 foram de 3,43NTU e 30,7NTU na estação seca e 20,7 NTU e 20,1 NTU na estação úmida, respectivamente. Observa-se que enquanto no Ponto 4, localizado próximo à foz no Rio Itabirito, a turbidez aumentou 6 vezes na estação chuvosa, o Ponto 5, localizado no Ribeirão Saboeiro (afluente do Ribeirão Carioca) teve resposta inversa no período de chuvas, observando-se a diminuição no valor da turbidez.

O Ponto 5, dentre todos os pontos amostrados na bacia do Rio Itabirito, foi o que apresentou o maior valor de turbidez na estação seca (30,7 NTU). O ponto está situado onde foi identificada a atividade de extração de depósitos arenosos do leito. Por meio de visitas a campo foi possível constatar

a presença de diversos pontos de dragagem ao longo do Ribeirão Saboeiro. Esta atividade provavelmente é a responsável pelo alto valor da turbidez observado na estação seca.

A sub-bacia do Ribeirão Carioca tem grande parte de sua área ocupada com usos agropastoris, o que acarreta uma cobertura vegetal menos densa e mais propensa aos processos erosivos, caso haja manejo inadequado do solo. São observados diversos focos de erosão acelerada e áreas de solo exposto. Desse modo, pode-se inferir que as atividades agropastoris, as áreas de solo exposto e os focos de erosão acelerada se constituem em pressões para os ambientes fluviais e podem estar interferindo na dinâmica dos cursos d'água, haja vista que, ao longo de praticamente todo o curso do Ribeirão Saboeiro, são encontrados trechos de assoreamento crítico.

Contudo, na estação chuvosa, o valor da turbidez do Ponto 5 foi menor que na estação seca. Esse fato pode ter ocorrido em função de uma não resposta do corpo d'água às chuvas ocorridas até então, devido ao tempo de concentração da bacia ou ainda porque as chuvas aumentaram a vazão do ribeirão. Neste caso, uma vez que os sólidos já estavam em suspensão pelo revolvimento do leito pela atividade de dragagem ao longo do canal, pode ter havido apenas uma desconcentração desses sólidos no fluxo, acarretando em menor valor de turbidez.

Os valores de turbidez do Ponto 4, próximo à foz do Ribeirão Carioca no Rio Itabirito, mostraram-se relativamente baixos em comparação aos Pontos 3, no Ribeirão Mata Porcos, e 13, no Ribeirão Sardinha, tanto na estação seca quanto na úmida. Portanto, pode-se inferir que a bacia do Ribeirão Carioca, como um todo, colabora para diminuir os valores de turbidez do Rio Itabirito.

Os Pontos 6 e 7 correspondem à sub-bacia do Córrego do Braço. Esses pontos apresentaram baixos valores da turbidez na estação seca (5,0NTU e 2,3NTU, respectivamente). Na estação chuvosa os valores tiveram aumento (14,4NTU e 5,6NTU), ou seja, no Ponto 6 (mais à jusante) houve aumento de cerca de 3 vezes, e no Ponto 7 (mais à montante), aumento de 2,5 vezes.

A bacia é caracterizada pela presença marcante de vegetação herbáceo-arbustiva e de porte arbóreo, principalmente no alto curso do Córrego. No médio e baixo curso, predominam as atividades agropastoris. Desse modo, o Ponto 6 parece ser o mais influenciado pelos usos agropastoris, que podem estar contribuindo para valores mais elevados de turbidez, enquanto o Ponto 7 parece estar mais influenciado pelas melhores condições da cobertura vegetal no alto curso. Portanto, é provável que as pressões sobre os ambientes fluviais exerçam pouca influência sobre a dinâmica fluvial dos cursos dessa bacia. Ainda quanto aos baixos valores de turbidez na estação chuvosa, é possível que não tenha havido resposta ao período chuvoso durante os dias de monitoramento (tempo de concentração da bacia), ou que as respostas, em termos de fluxo turbulento e aumento da turbidez, já tivessem sido atenuados naquele momento.

O Ponto 8 corresponde à bacia do Córrego Carioca, a menor sub-bacia amostrada neste trabalho. O ponto apresentou turbidez de 18,9NTU na estação seca e 20,2NTU na estação chuvosa, ou seja, valores relativamente semelhantes.



Como a sub-bacia apresenta seu alto e médio curso bastante protegidos em termos de cobertura vegetal, e as atividades agropastoris são pouco expressivas, as taxas de turbidez parecem estar mais relacionadas ao baixo curso da bacia, onde predominam os usos urbanos. Dessa forma, o valor elevado na estação seca, considerando os demais pontos monitorados, pode ser consequência, sobretudo, dos efluentes domésticos despejados no curso fluvial, ou seja, as contribuições de processos erosivos não se constituem em fatores determinantes na turbidez do referido córrego.

Assim, de maneira semelhante ao que ocorre com a sub-bacia do Ribeirão Carioca, pode-se concluir que a sub-bacia do Córrego Carioca como um todo colabora para diminuir os valores de turbidez do Rio Itabirito durante a estação chuvosa, devido a seus relativamente baixos valores de turbidez nessa estação. Entretanto, diferentemente da sub-bacia do Ribeirão Carioca (que também apresenta valores de turbidez relativamente baixos na estação seca, em comparação com os valores de outros pontos próximos a exutórios de outras sub-bacias), a sub-bacia do Córrego Carioca apresenta valores relativamente altos de turbidez durante a estação seca.

No próprio vale do Rio Itabirito, a turbidez foi monitorada em dois pontos: um a montante da área urbana (Ponto 9) e outro a jusante desta (Ponto 10). Com isso buscou-se identificar o estado do corpo d'água antes de entrar em contato com os efluentes domésticos e industriais do município de Itabirito, e as condições de suas águas depois desse contato. O Ponto 9 apresentou turbidez de 16,71NTU na estação seca e 117,2NTU na estação úmida, ou seja, um aumento de 7 vezes. Já o Ponto 10 apresentou os seguintes valores: 23,3 NTU na estação seca e 87,5 NTU na estação úmida, o que representa um aumento de 3,5 vezes em relação ao período de estiagem.

O fato de o ponto a montante da cidade apresentar maiores variações sazonais de seus valores pode decorrer do fato de que o Ponto 9, à montante da área urbana, conta com os sedimentos fornecidos pelas bacias de contribuição (que em geral apresentam valores maiores durante o período chuvoso), ao passo que o Ponto 10 conta com a contribuição dos efluentes domésticos e industriais, mais constantes ao longo do ano. Considerando que no período de estiagem houve aumento da turbidez do curso do Rio Itabirito de montante da cidade para jusante, esperava-se que no período chuvoso o mesmo ocorresse. Entretanto, o ponto a montante da cidade apresentou maior valor de turbidez que o ponto a jusante, no período chuvoso. Isso pode ter ocorrido em virtude das chuvas terem diluído os sólidos em suspensão resultantes dos efluentes lançados no rio, ocasionando uma menor taxa de turbidez. Além disso, como a área urbana conta com extensas superfícies impermeabilizadas, há a tendência de aumento expressivo do fluxo superficial que atinge os canais, aumentando as vazões. Mesmo que também contribua com sólidos em suspensão removidos da área urbana, o aumento do escoamento superficial poderia compensar este processo com o efeito diluição, diminuindo a taxa de turbidez.

No curso do Rio das Velhas, a turbidez foi monitorada em dois pontos, sendo o Ponto 14 à montante da confluência do Rio Itabirito, e o Ponto 15 à jusante da mesma. É importante ressaltar que,

devido às dificuldades para coletar amostras de águas nas proximidades da confluência do Rio Itabirito com o Rio das Velhas, os pontos selecionados estão a certa distância da confluência. Deste modo, o ponto à montante está logo após a confluência do Rio Maracujá com o Rio das Velhas. Já o ponto à jusante está localizado próximo ao Córrego Fazenda Velha. Entre esses pontos, o Rio das Velhas recebe, ainda, a contribuição da bacia do Rio das Pedras.

Durante a estação seca os Pontos 14 e 15 apresentaram baixos valores de turbidez (4,36NTU e 8,41NTU, respectivamente). Na estação úmida os valores foram bem mais expressivos (66,7NTU e 152,5NTU, respectivamente). Desse modo, nota-se nos Pontos 14 e 15 aumento de 15 e 18 vezes em seus valores de turbidez, respectivamente.

Os valores na estação seca mostram que, após a confluência com o Rio Itabirito, o Rio das Velhas recebe mais carga de sólidos suspensos, o que acarreta no aumento da turbidez. Entretanto, o ponto após a confluência (Ponto 15) apresenta valores inferiores que os obtidos no ponto monitorado mais a jusante do Rio Itabirito (Ponto 10). De modo geral, o Rio das Velhas mantém baixas taxas de turbidez nessa estação, apresentando boa capacidade de se recuperar da contribuição do Rio Itabirito. Isso pode ser explicado, entretanto, pelo simples fato de sua vazão ser expressivamente maior que a deste seu afluente, levando à um efeito de diluição importante.

Na estação chuvosa, a turbidez no Ponto 15 foi significativamente maior que a medida no Ponto 14, e observa-se que houve expressivo aumento no valor de turbidez do Ponto 15 nessa estação em relação à estação seca. Essa alteração pode estar associada à carga de sólidos suspensos que o Rio Itabirito leva até o Rio das Velhas, somada à possível contribuição da bacia do Rio das Pedras, sobretudo se esta apresentar aumento em seus valores de turbidez no período úmido.

#### **4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As sub-bacias do Ribeirão Mata Porcos, Ribeirão Sardinha, Córrego do Braço e Ribeirão Carioca apresentam presença importante de pressões ambientais derivadas de usos e atividades humanas. A ocorrência de usos agropastoris, atividades de mineração e estradas de terra, além de focos de erosão acelerada e superfícies de solos expostos, contribuem para a intensificação dos processos erosivos e o carreamento de significativa carga sedimentar para as calhas fluviais. A bacia do Córrego Carioca se apresenta mais preservada e com pressões menos expressivas quando comparadas às demais sub-bacias.

A análise da turbidez demonstra que, de modo geral, todos os pontos amostrados sofreram aumento nas taxas durante a estação úmida. A exceção foi o ponto localizado no Ribeirão Saboeiro, onde houve diminuição. Alguns pontos tiveram aumentos mais significativos (pontos localizados nas bacias do Ribeirão Mata Porcos, Ribeirão Sardinha, e calha do Rio das Velhas). Desse modo, observou-se que pontos localizados em sub-bacias que têm grandes áreas ocupadas com usos agropastoris, atividades de mineração e focos de erosão acelerada, apresentaram maiores aumentos na

turbidez. Outros pontos (localizados nas sub-bacias do Córrego do Braço e do Córrego Carioca) apresentaram aumentos não muito significativos na estação úmida, e esses pontos estão localizados em sub-bacias mais preservadas, principalmente no que diz respeito à vegetação de porte arbóreo.

O Rio Itabirito apresentou altos valores de turbidez que podem estar preferencialmente relacionados à carga sedimentar de seus tributários no período chuvoso, e à mancha urbana, no período seco.

As taxas de turbidez observadas no Rio das Velhas revelam aumento expressivo de carga suspensa em suas águas durante a estação chuvosa. Contudo, o Rio Itabirito pode não ser o principal responsável por esse aumento, uma vez que o trecho entre o Ponto 14 e a confluência do Rio Itabirito com o Rio das Velhas conta com a contribuição de outras sub-bacias. Nesse sentido, faz-se necessário continuar as investigações.

Observou-se que a análise da turbidez é uma importante ferramenta na identificação de áreas potencialmente degradadas por processos erosivos e como indicador importante para o estudo da qualidade das águas da região. Além de parâmetro sinalizador de impactos ambientais na bacia do Rio Itabirito, em termos de erosão acelerada, assoreamento e comprometimento da qualidade da água, a turbidez também contribui para o entendimento da dinâmica fluvial em termos de processos erosivos e sedimentares.

Os estudos evidenciaram que a bacia do Rio Itabirito não apresenta homogeneidade quanto às taxas de turbidez, exigindo o estudo diferenciado de suas sub-bacias componentes. Aspectos humanos (uso do solo e das águas, uso das águas), bioclimáticos e geológicos (condicionamento estrutural, tectônico e litológico) devem ser investigados conjuntamente visando a explicação do comportamento erosivo e hidrossedimentar regional.

## **5 – AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – pelo auxílio financeiro no desenvolvimento das pesquisas.

## **6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ALKIMIN, F. F.; MARSHAK, S. **Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. Precambrian Research.** V.90. p. 29-58. 1998.
- ALVES, R. R. **Monitoramento dos processos erosivos e da dinâmica hidrológica e de sedimento de uma voçoroca:** estudo de caso na Fazenda do Glória na zona rural de Uberlândia – MG (Dissertação de mestrado). Uberlândia (MG): UFU; 2007.
- BACELLAR, L. A. P.; LACERDA, W. A.; COELHO NETO, A. L. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. **Condicionantes geológicos, geomorfológicos e geotécnicos dos**

- mecanismos de voçorocamento na Bacia do Rio Maracujá, Ouro Preto, MG** (Tese de doutorado). Rio de Janeiro (RJ): UFRJ; 2000.
- BONNET, B. R. P.; FERREIRA, G. F.; LOBO, F. C. Relações entre qualidade da água e uso do solo em Goiás: uma análise à escala da Bacia Hidrográfica. **Revista Árvore**. Viçosa: 32 (2), p. 311-322, 2008.
- CAMARGOS, L. M. M. **Plano diretor de recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio das Velhas**: resumo executivo dezembro 2004/Luiza de Marillac Moreira (coord). Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, 2005.
- CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.
- CIMINELLI, V. S. T.; SALUM, M. J. G.; RÚBIO, J.; PERES, A. E. C. Água na mineração. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3ª ed. São Paulo: Escrituras, 2006.
- DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, departamento de solos, 1988.
- GENRICH, A. V. S. **Análise de impactos ambientais na cabeceira de drenagem da bacia do córrego Vilarinho, Regional Venda Nova, RMBH/MG** (Dissertação de mestrado). Belo Horizonte: UFMG; 2002.
- LOPES, F. W. A.; DUTRA, G. C.; PEREIRA, J. A.; CARVALHO, L. M. T. Avaliação da influência de áreas de solo exposto sobre a qualidade das águas do Ribeirão Carranca – MG. In: **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis: p. 3421-3428, 2007.
- NETTO, M. M.; SOBREIRA, F. G. Os processos erosivos lineares da bacia hidrográfica do Ribeirão Carioca, Itabirito/MG e seus condicionantes principais: observações preliminares. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 7 (2): 13-21, 2006.
- NOGUEIRA, M. L.; ARANHA, P. R. A.; MOURÃO, A. C. M.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Potencialidade de ocorrência de voçorocas: mapa da bacia do Córrego Água Suja, Itabirito – MG. In: **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Goiânia, 2006.
- PEREZ-FILHO, A.; QUARESMA, C. C.; ESPINDOLA, C. R.; RODRIGUES, T. R. I. Geomorfologia antropogênica: reativação da rede de drenagem e processos erosivos relacionados à construção civil. In: **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Goiânia, 2006.
- RAPOSO, A. A.; OLIVEIRA, L. F.; MAGALHÃES Jr, A. P.; CHEREM, L. F. S. Níveis e Sequências Depositionais do Vale do Ribeirão do Mango Quadrilátero Ferrífero/MG. In: **II Encontro Latino Americano de Geomorfologia e VII Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Belo Horizonte. Anais do II Encontro Latino Americano de Geomorfologia e VII Simpósio Nacional de Geomorfologia. Belo Horizonte : Tec Art, 2008. v. 1. p. 110-120, 2008.
- SANTOS, C. A.; SOBREIRA, F. G. Análise morfométrica como subsídio ao zoneamento territorial: o caso das bacias do Córrego Carioca, Córrego do Baçõ e Ribeirão Carioca na região do Alto Rio das Velhas – MG. **Revista Escola de Minas**. Ouro Preto, 61 (1): 77-85, 2008.
- SANTOS, G. V.; DIAS, H. C. T.; SILVA, A. P. S.; MACEDO, M. N. C. Análise hidrológica e sócio-ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego Romão dos Reis, Viçosa – MG. **Revista Árvore**. Viçosa: 31(5), p. 931-940, 2007.
- SANTOS, G. B. **Geomorfologia fluvial no alto vale do Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero – MG**: paleoníveis deposicionais e a dinâmica atual (Dissertação de Mestrado). Belo Horizonte (MG): UFMG; 2008.
- SANTOS, N. A. P. **Influência do uso e da cobertura do solo na qualidade da água na Bacia do Rio das Velhas** (Dissertação de mestrado). Belo Horizonte (MG): UFMG, 2005.
- TOMMASI, L. R. **Estudo de Impacto Ambiental**. São Paulo: CETESB, 1994.
- TORRES, R. J. **Uma Análise Preliminar do Processo de Dragagem do Porto de Rio Grande, RS** (Dissertação de Mestrado). Porto Alegre (RS): UFRGS, 2000.