

RESPOSTAS DA REDE DE DRENAGEM À HETEROGENEIDADE GEOLÓGICA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: UMA COMPARAÇÃO ENTRE AS BACIAS DO ALTO RIO DAS VELHAS E JEQUITAIÁ - MG

LANA, C. E.¹

¹ Universidade Federal de Ouro Preto, Campus Morro do Cruzeiro S/Nº, Ouro Preto – MG, telefax 3559-1606, e-mail: claudiolana@degeo.ufop.br

CASTRO, P. T. A.²

² Universidade Federal de Ouro Preto, Campus Morro do Cruzeiro S/Nº, Ouro Preto – MG, telefax 3559-1606, e-mail : paulo_de_tarso@degeo.ufop.br.

RESUMO

Dentre os elementos que compõem a rede de drenagem, as zonas de retenção de sedimentos ou níveis de base ocupam posição destacada. A sua presença, além de exercer forte influência no modelado do relevo, pode indicar setores onde há uma significativa transição das condições geológicas ao longo dos canais fluviais. Este trabalho apresenta os resultados de um estudo de identificação de níveis de base em duas bacias hidrográficas inseridas em contextos geológicos distintos, tanto no que diz respeito à variação litológica, quanto sob o aspecto do número e intensidade dos eventos deformacionais que atuaram em cada uma delas. A metodologia adotada envolveu a análise das cartas topográficas que fazem a cobertura das duas bacias, em duas escalas, 1:1.000.000 e 1:500.000. Nessa fase, o parâmetro de identificação de possíveis zonas de retenção de sedimentos foi a medida da taxa de estreitamento dos vales e as regiões de entrenchamento da rede de drenagem. Posteriormente, elaboraram-se mosaicos de imagens SRTM, disponibilizadas pela Embrapa, a partir dos quais foram gerados os modelos tridimensionais de declividade para as duas bacias. Nessa etapa do trabalho, os critérios para identificação dos níveis de base foram a transição brusca de declividade do vale. Foram considerados como patamares morfológicos os pontos de declividade muito próxima a zero, com uma distribuição espacial expressiva dentro da escala de análise (compatível com mapas topográficos em escala 1:1.000.000, 1:500.000 e 1:50.000). Todos os pontos identificados foram comparados entre si e os resultados apontaram uma forte discrepância entre o número de níveis de base identificados nas duas bacias. Além disso, as imagens SRTM viabilizaram a identificação de muitos pontos não observados nos mapas. O alto Velhas, apesar de possuir uma área cerca de 4 vezes menor, apresentou um número de pontos muito superior à bacia do rio Jequitaiá, o que aponta para uma resposta direta às condições polideformadas do Quadrilátero Ferrífero e à sua riqueza litológica. Ao contrário, uma parte considerável da bacia do rio Jequitaiá drena terrenos pouco deformados e litologicamente mais homogêneos, os quais têm uma influência mais discreta sobre a instalação de níveis de base.

Palavras-chave: sedimentação, rios, geologia.

INTRODUÇÃO

Os níveis de base são elementos de grande importância dentro da Geomorfologia Fluvial. Se por um lado influem diretamente no modelado do relevo, funcionando como zonas de retenção de sedimentos, por outro fornecem fortes indícios da heterogeneidade estrutural e litológica de uma dada região.

As escalas de percepção dos níveis de base são variadas. O termo engloba desde as áreas à montante de pequenos pontos de inflexão do canal fluvial (*knickpoints*), até as zonas localizadas próximo às grandes quedas d'água (cataratas).

Em rios interiores e nos de montanha, independente da escala de trabalho, as ferramentas adotadas nos estudos mais recentes têm apontado para gênese muito mais dependentes da tectônica e das variações litológicas do que unicamente das alterações climáticas na área da bacia hidrográfica. Dessa forma, conceitos e terminologias descritivas têm sido crescentemente substituídos por definições mais pragmáticas ligadas à gênese das feições, como a dos “níveis de base lito-estruturais”.

Em terrenos polideformados, o nível de base litológico, ou soleira geomórfica, é um produto da justaposição de rochas diferenciadas, muitas vezes definida na última fase de deformação da bacia hidrográfica. Nesse caso, podem ocorrer sucessões de níveis estratigráficos ou até mesmo corpos intrusivos com diferentes resistências ao intemperismo e erosão fluvial.

Os níveis de base estruturais, por sua vez, estão associados ao condicionamento da rede de drenagem por fraturas, falhas e dobras. No entanto, como é muito difícil separar o efeito das estruturas do das litologias, o termo “lito-estrutural” tem se mostrado mais usual.

Apesar da importância dos níveis de base, existe ainda um grande espaço na literatura para trabalhos sobre sua correta definição a partir de cartografia para viabilizar estudos genéticos posteriores. Uma parte significativa dos modelos de evolução da paisagem foi obtida a partir de trabalhos que voltaram suas atenções aos rios das planícies costeiras do hemisfério norte (Castro *et al.*, 2005) o que acabou por liberar muito espaço para as pesquisas dos rios interiores em clima tropical.

O presente trabalho relata os resultados de um estudo de identificação dos níveis de base presentes nas bacias do rio Jequitai e do alto rio das Velhas. Para tanto, foram utilizadas informações em várias escalas, geradas a partir de bases de dados distintas: cartas topográficas convencionais e modelos digitais gerados a partir de imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*).

ÁREA DE ESTUDO

As bacias do rio Jequitai e rio das Velhas estão localizadas no Estado de Minas Gerais. Ambas são afluentes da margem direita do rio São Francisco, desembocando em seu médio curso. O alto rio das Velhas corresponde à porção mais à montante daquela bacia.

A figura 1 ilustra o posicionamento das duas bacias em relação ao Brasil e Minas Gerais.



Figura 1 – Localização das bacias do rio Jeiquitaí e Velhas em relação ao Brasil e Minas Gerais. Adaptado a partir de Cetec (2005) e Lana (2004).

As duas bacias escolhidas drenam em direção ao interior do continente. De uma maneira geral, elas são limitadas a leste pela serra do Espinhaço. Isso indica que a influência do nível de base global não mascara os efeitos dos níveis de base regionais e locais existentes. Outra característica interessante é que ambas estão praticamente livres de barramentos antrópicos.

Em seu baixo curso, a bacia do rio Jeiquitaí drena terrenos com predominância de litotipos pelíticos e carbonáticos. Essas rochas pertencem ao Grupo Bambuí, constituindo áreas com contrastes altimétricos relativamente baixos, atribuídas ao ciclo de desnudação Velhas (King, 1956). Já as suas nascentes ocorrem em serras fortemente marcadas pela tectônica brasileira, estando dentro do contexto da Faixa Móvel Araçuá, limite oriental do

Cráton São Francisco (Almeida, 1977). A figura 2 ilustra a geologia da bacia do rio Jequitaiá.

No seu alto curso, a bacia do rio das Velhas tem geologia coincidente com a do Quadrilátero Ferrífero e sua litoestratigrafia, de acordo com Ladeira (1980), é marcada por unidades compostas de metavulcânicas ácidas, que constituem o embasamento regional, e supracrustais onde se destacam rochas vulcânicas ultramáficas, máficas e félsicas, além de metaconglomerados, metapelitos, itabiritos e mármore (figura 3).

As estruturas mais proeminentes do alto rio das Velhas são o Arqueamento Rio das Velhas, Serra do Curral, Sistema Falha do Fundão / Engenho e Sinclinais Moeda – Dom Bosco, Gandarela, Vargem do Lima, Santa Rita e Ouro Fino (Endo, 1988).

Segundo Penha (2001), a bacia do rio Jequitaiá apresenta uma geomorfologia marcada pelas serras da Água Fria, Porteiras e do Cabral, além da própria serra do Espinhaço.

Há uma similaridade entre as bacias no que diz respeito às zonas climáticas e de vegetação ao longo dos seus cursos. Nas regiões das cabeceiras, predominam os campos rupestres, com manchas de mata atlântica, enquanto no médio e baixo curso da bacia do rio Jequitaiá há presença expressiva de zonas de uso antrópico com manchas de cerrado (Cetec, 1983; <http://www.ambientebrasil.com.br>).

Em termos climáticos, a região das cabeceiras das duas bacias apresenta o clima Tropical de Altitude (Mesotérmico Úmido e Subúmido), com trechos de alternância entre os climas Cwa e Cwb de Köppen e, à medida que se dirige para a jusante, predomina o clima Cwa. Já no baixo curso da bacia do rio Jequitaiá, o clima presente é o Tropical (Megatérmico Úmido e Subúmido), com predominância do Aw de Köppen (<http://www.guianet.com.br>).

Grosso modo, é possível assumir que a deformação dos terrenos drenados pelo alto rio das Velhas é mais proeminente que a que ocorre na bacia do rio Jequitaiá. As nascentes das duas bacias ocorrem em terrenos litologicamente semelhantes, onde há uma forte presença de quartzitos. A mesma semelhança pode ser observada em termos de clima e vegetação, já que além da litologia, as nascentes das duas bacias ocorrem em pontos com valores próximos de cota.

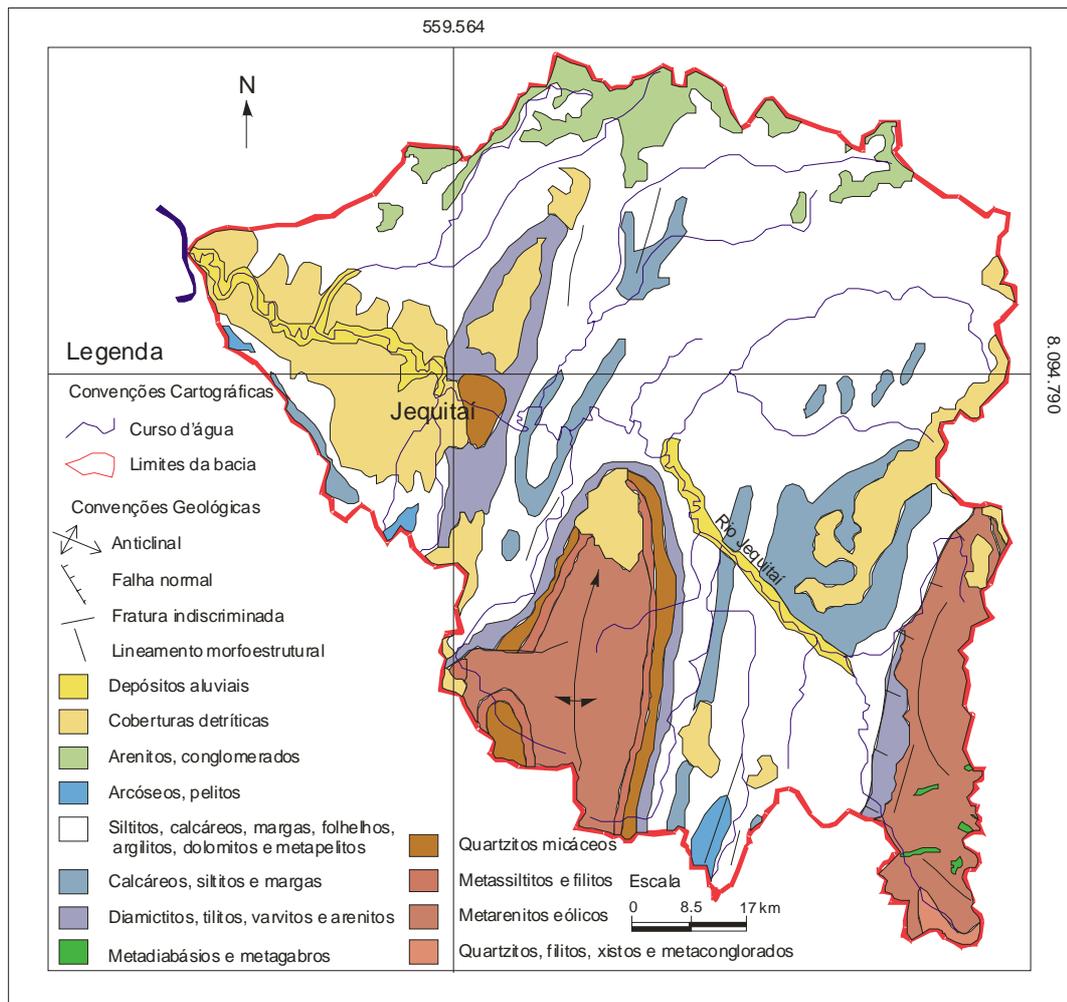


Figura 2 – Mapa geológico da bacia do rio Jequiá. Adaptado a partir de Comig (2003) (escala de levantamento 1:1.000.000).

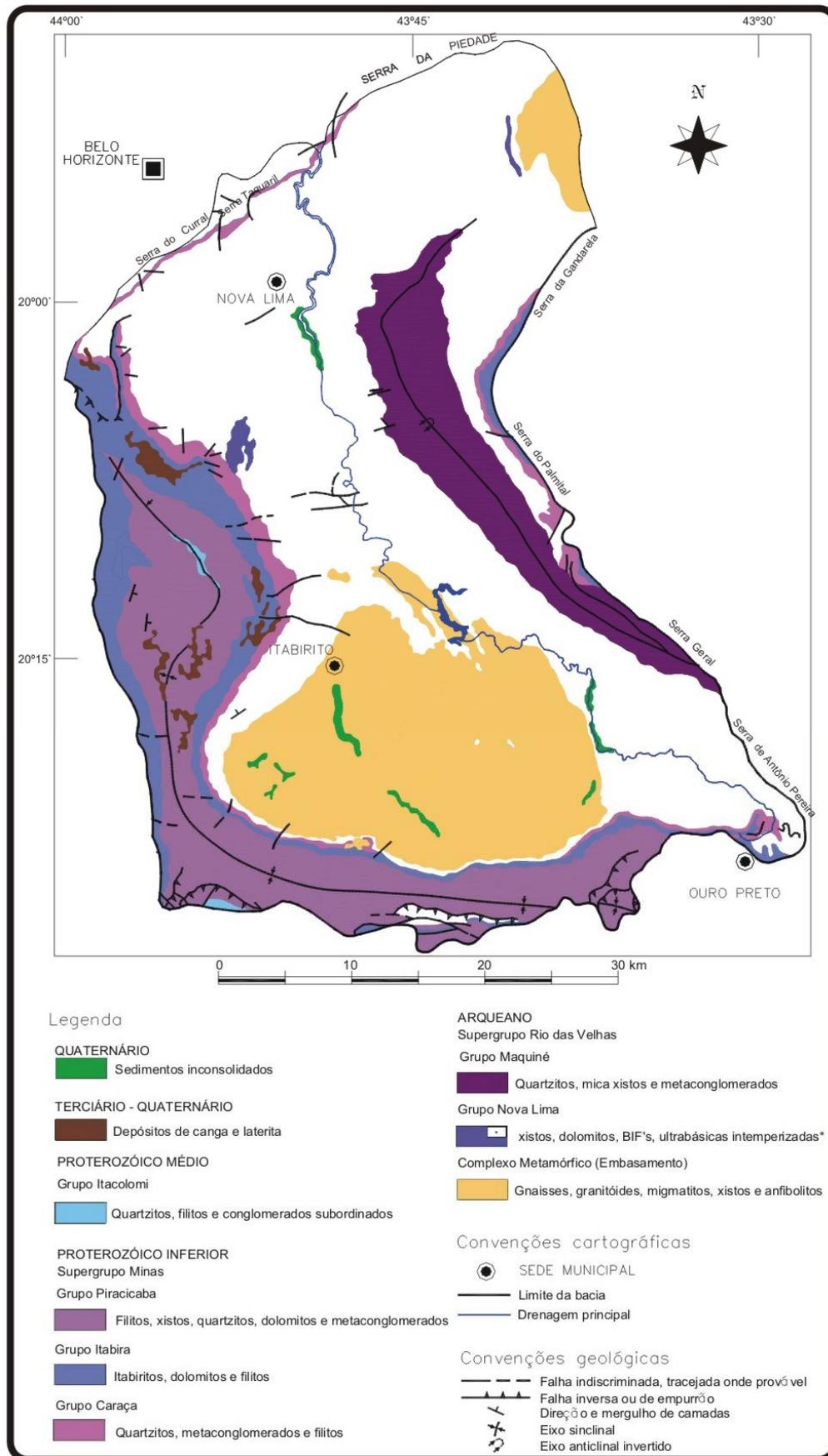


Figura 3 – Mapa geológico simplificado da bacia do alto rio das Velhas (Lana, 2004).

MÉTODOS

Uma vez que foi constatada a semelhança climática e de biomas das duas bacias, além de uma relativa similaridade geológica das zonas de cabeceira, buscou-se compreender a relação entre o nível de deformação e diversidade litológica ao longo das duas bacias e o número de níveis de base identificados em cada uma delas. Foram adotadas duas bases de dados distintas:

a) mapas topográficos disponíveis para a região em escala 1:500.000 (IBGE, 1957) e 1:1.000.000 (IBGE, 1998) e

b) imagens SRTM (Miranda, 2006) baixadas no sitio da Embrapa.

A área das duas bacias é coberta, em escala 1:500.000, pelas folhas topográficas SF-23-NE, SE-23-SE e SE-23-NE. Na escala 1:1.000.000, a cobertura se dá pelas folhas SE-23 e SF-23. Essas últimas geradas a partir de compilações mais recentes.

Na etapa de análise dos mapas topográficos toda a área das bacias foi varrida no intuito de se identificarem zonas de estreitamento ou entrincheiramento do vale.

Como estreitamento considerou-se uma redução de pelo menos 50 % na largura do vale, determinada por uma mesma curva de nível. Como entrincheiramento foi considerado todo trecho do canal fluvial onde a drenagem subitamente passa por curvas de nível de cotas decrescentes. Os entrincheiramentos geralmente ocorrem associados a estreitamentos de vale (“regra dos V’s”).

Na seqüência, foram montados mosaicos georeferenciados de imagens SRTM cobrindo a área das duas bacias. A partir dos mosaicos foram gerados os mapas topográficos de cada uma das bacias com equidistância de 100 metros, 50 metros e, finalmente, 25 metros (equivalentes a mapas em escalas 1:1.000.000, 1:250.000 e 1:50.000, respectivamente). Tendo em mãos os mapas topográficos obtidos a partir dessa interpolação, foram elaborados os modelos tridimensionais de declividade das duas bacias.

Todos os modelos utilizaram 10 classes de declividade (2, 4, 6, 8, 10, 20, 40, 80, 100 e 200%), indo do branco ao vermelho. Os blocos-diagrama foram analisados com um exagero vertical de 5 vezes no software ArcScene (pacote ArcGIS 9.0 – licença educacional 37164308).

Na análise dos modelos de declividade adotaram-se os mesmos parâmetros citados para os mapas topográficos (estreitamento e entrincheiramento do vale). Com isso foram localizados vários patamares morfológicos, considerados como zonas de retenção de sedimentos ou níveis de base.

RESULTADOS

A partir da análise dos mapas topográficos em escala 1:1.000.000 foram encontrados 5 níveis de base na bacia do alto rio das Velhas e 9 na bacia do rio Jequitaiá. No modelo digital compatível com essa escala (eqüidistância de 100 metros – Anexo 1), esse número cresceu para 62 níveis de base para o a bacia do alto rio das Velhas e 29, para a bacia do rio Jequitaiá.

Nos mapas em 1:500.000, foram encontrados 6 níveis de base no alto velhas e 9 na bacia do rio Jequitaiá. Esses números também cresceram quando foram analisados os modelos digitais com eqüidistância de 50 metros (Anexo 1): 76 para o alto rio das Velhas e 49 para a bacia do rio Jequitaiá.

Nos modelos com eqüidistância de 25 metros (Anexo 1) foram identificados 83 níveis de base para o alto rio das velhas e 40 para o rio Jequitaiá.

A tabela 1 representa uma síntese dos resultados apresentados acima.

Tabela 1 – Síntese da contagem dos níveis de base nas duas bacias estudadas.

Mapas topográficos (escala)		Modelos de declividade (eqüidistância das curvas de nível)			Bacia
1:1.000.000	1:500.000	100	50	25	
9	9	29	49	40	Jequitaiá
5	6	62	76	83	Alto Velhas

DISCUSSÕES

De acordo com a análise dos mapas topográficos é possível notar que, como os mapas em 1:1.000.000 são obtidos por compilação, mesmo sendo cerca de 40 anos mais recentes, a informação extraída é praticamente coincidente com aquela dos mapas em 1:500.000.

Um mosaico completo das duas bacias, em escalas 1:250.000 e superiores, é muito difícil de ser obtido. Isso se deve à escassez de produtos e ao longo tempo sem serviços nessas escalas. Considera-se que, nessas circunstâncias, a melhor maneira de se adensarem os dados topográficos seja por meio de recursos indiretos, ligados a sensoriamento remoto.

Na escala regional, as imagens SRTM podem ser de grande valia, visto que apresentam uma resolução espacial de 90 metros compatível com escalas 1:1.000.000 e, de acordo com a interpolação obtida, 1:250.000 (Miranda, 2006).

Além disso, interpolações consecutivas podem facilitar a visualização de novas zonas de retenção de sedimentos, mesmo não incrementando a informação original. Considerando-se essas ressalvas, as imagens poderiam colaborar com levantamentos prévios onde somente equidistâncias de curva de nível compatíveis com mapas em escalas 1:100.000 ou até 1:50.000 permitem a visualização de certos fenômenos (Anexo 1).

A bacia do alto rio das Velhas é aproximadamente quatro vezes menor que a do rio Jequitaiá (cerca de 2.200 km² e 8.600 km², respectivamente). Mesmo assim, a geologia complexa do Quadrilátero Ferrífero condiciona a existência de um grande número de patamares estruturais e litológicos. Esse fato pôde ser observado nas três equidistâncias consideradas. No caso da bacia do rio Jequitaiá, os níveis de base ocorrem em pontos mais localizados da bacia, sobretudo nas suas bordas, onde a geologia é mais heterogênea.

É interessante notar que o número de níveis de base observado pela análise das curvas de nível na bacia do alto rio das Velhas é inferior ao da bacia do rio Jequitaiá. Além disso, o número de níveis de base observado nos mapas topográficos é bem inferior ao número obtido nas imagens SRTM. Esses fatos comprovam a facilidade do processo de identificação pela análise de imagens, pois pequenos patamares não observados no contorno das curvas de nível passam a ser notados nos blocos diagramas, sobretudo aqueles obtidos com menor equidistância das curvas de nível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. F. M. O Cráton do São Francisco. **Rev. Bras. Geoc.**, n.7, p.349-364, 1977.
- CASTRO, P. T. A. *et. al.* A Influência dos Níveis de Base Locais nas Características Físicas dos Ecossistemas Fluviais: Os Rios Periféricos à Serra do Espinhaço Meridional, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 10., 2005, Ilhéus. **Anais em CD-Rom.**
- CETEC. **Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais.** Série Publicações Técnicas 10, Belo Horizonte, v.1, 1983.

CETEC. **Estudo da Estrutura da Comunidade Ictiofaunística e dos *Habitats* Fluviais da Bacia do Rio Jequitá/MG, com Interesse para a Conservação.** Relatório Técnico Final. Belo Horizonte, 2005. 70 p.

COMIG. **Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais em escala 1:1.000.000.** Edição especial em cd-rom. Belo Horizonte, 2003.

ENDO, I. **Análise Estrutural Qualitativa do Minério de Ferro e Encaixantes, na Mina de Timbopeba – Borda Leste do Quadrilátero Ferrífero, Mariana – MG.** 1988. Dissertação (mestrado) – Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

IBGE. **Mapa Topográfico do Brasil em escala 1:500.000.** Rio de Janeiro, 1957.

IBGE. **Mapa Topográfico do Brasil ao Milionésimo.** Rio de Janeiro, 1998.

KING, L. C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Rev. Bras. Geogr.**, n.18, v.2, p.147-265, 1956.

LADEIRA, E. A. **Metalogenesis of Gold at the Morro Velho Mine and the Nova Lima District, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil.** 1980. 272p. Tese de doutorado – University of Western Ontário, London.

LANA, C. E. **Cartografia Integrada de Ecossistemas Lóticos (Fluviais) no Alto Curso do Rio das Velhas – MG.** 2004. 185p. Dissertação (mestrado) – Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

Mapa Climático Brasileiro. Disponível em: <
<http://www.guiagnet.com.br/brasil/mapaclima.htm>>. Acesso em: 20/01/05.

Mapa da distribuição dos principais biomas brasileiros. Disponível em:
<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./natural/index.html&conteudo=./natural/biomas.html>. Acesso em: 20/01/05.

MIRANDA, E. E. de (Coord.). **Brasil em Relevo. Embrapa Monitoramento por Satélite.**, Campinas, 2005. Disponível em: <http://www.embrapa.gov.br>. Acesso em: 13/05/06.

PENHA, U. C. **Geologia dos Conglomerados da Serra da Água Fria e dos Depósitos Diamantíferos de Jequitá, MG.** 2001. Tese de doutorado – Unesp, Rio Claro.

Anexo 1 – Comparação entre as formas de visualização dos níveis de base em modelos de declividade. Com a diminuição da equidistância das curvas de nível, as zonas de baixa declividade (em branco e verde claro) ocupam áreas menores.

