

Processos de Encouraçamento da Calha do Alto Rio das Velhas e seus Reflexos na Dinâmica Fluvial Moderna, Quadrilátero Ferrífero, MG

Antônio Pereira Magalhães Jr.¹

Gisele Barbosa dos Santos ²

Luis Felipe Soares Cherem³

Instituto de Geociências (IGC), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Av. Antônio Carlos, 6627, 31270-901. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

¹ Depto. de Geografia, IGC/UFMG – magalhaesufmg@yahoo.com.br

² MSc. Geografia-IGC/UFMG – giselebsantos@oi.com.br

³ Mestrando em Modelagem de Sistemas Ambientais - IGC/UFMG

Abstract

The fluvial geomorphology of Upper Rio das Velhas Valley, located in Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil, although important in the geological and geomorphological context, is not well described yet. Recent studies at the Geography Department of UFMG show the importance for the understanding of fluvial processes, especially in mountain regions. This paper discusses recent fluvial processes in this region, involving the river depositional levels and sediments. This geomorphologic framework was formed by influence of armoring processes of channel bed by a pebble paleopaviment. This work was based on studies of depositional levels and stratigraphic profiles of alluvial sequences. The results show the role the armoring processes had in recent evolution of the river bed of Rio das Velhas. It's very important in the configuration of low and high energy environment sections in the channel i.e. pools and riffles and coarser sediment channel bars. In a similar way the pebble pavement plays an important role in the spatial organization of recent valley alluvial levels, forming a barrier preventing vertical and lateral bed migration and causing the formation of different levels and deposits.

Keywords: fluvial geomorphology; bed armoring; Rio das Velhas; Quadrilátero Ferrífero.

Resumo

Apesar de sua importância em termos geológicos e geomorfológicos, o alto vale do Rio das Velhas, situado no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, ainda não tem a sua geomorfologia fluvial bem conhecida. Estudos recentes iniciados na UFMG demonstram que este quadro é extremamente importante para o conhecimento da dinâmica fluvial de ambientes de maior energia, típicos de contextos montanhosos. O trabalho visa apresentar e discutir o quadro da dinâmica fluvial recente na área, envolvendo os níveis e seqüências deposicionais e seu arranjo espacial. Este quadro foi configurado pela influência de processos de encouraçamento da calha fluvial por paleopavimento detrítico. O trabalho foi baseado em levantamentos de campo nos quais foram investigados níveis deposicionais e perfis estratigráficos de seqüências aluviais. Os resultados demonstram que os eventos de encouraçamento da calha do Rio das Velhas na dinâmica fluvial recente foram determinantes para a estruturação de seqüências de ambientes de maior e menor energia no leito (poços e corredeiras), assim como barras de canal detríticas. Igualmente, o pavimento de seixos determinou o arranjo espacial dos níveis deposicionais do fundo de vale, configurando uma barreira aos processos de encaixamento e migração lateral, e provocando a formação de níveis com fácies de eventos temporais distintos.

Palavras-chave: geomorfologia fluvial; encouraçamento; Rio das Velhas; Quadrilátero Ferrífero.

1 - Introdução

No Brasil são pouco comuns os estudos de cursos d'água em áreas montanhosas, marcados por dinâmica fluvial descontínua afetada por variações nas características geológicas e geomorfológicas (Castro et al., 2005). Este é o caso da maior parte do alto vale do Rio das Velhas, coincidindo com o domínio do Quadrilátero Ferrífero, cujas características morfológicas e hidrológicas refletem o forte condicionamento geológico. Apesar de extremamente importante em termos geográficos, a geomorfologia fluvial da bacia do Rio das Velhas, estado de Minas Gerais, ainda é pouco estudada. O alto vale compreende os mananciais hídricos responsáveis pelo abastecimento de água de uma parte significativa da população da Região Metropolitana de Belo Horizonte-MG. Somente recentemente a bacia do Alto Rio das Velhas vem sendo objeto de estudos para a reconstituição da história geomorfológica e da dinâmica fluvial local com base na investigação de níveis e seqüências deposicionais aluviais.

No caso deste trabalho, os estudos se inserem em um projeto desenvolvido por uma equipe de professores e alunos do curso de geografia da UFMG e os resultados vêm demonstrando uma história geomorfológica recente pouco presente na literatura científica nacional. No Quadrilátero Ferrífero o contexto tectônico de soerguimento faz com que seja esperada uma história geomorfológica marcada por eventos de encaixamento e formação de níveis de terraços escalonados, mas a dinâmica fluvial recente não acompanha esta tendência em sua totalidade. Um dos principais motivos para este fato decorre dos processos de exumação de um nível basal de seixos de um terraço recente, levando-os a se configurar como um pavimento detrítico resistente aos processos de encaixamento da calha. Este trabalho tem como objetivo principal apresentar e discutir o quadro da dinâmica fluvial recente do alto Rio das Velhas, envolvendo os níveis e seqüências deposicionais e seu arranjo espacial. Neste sentido, o trabalho enfoca o papel dos processos de encouraçamento (*armoring*) da calha fluvial por paleopavimento detrítico. A metodologia básica consistiu no levantamento e interpretação de níveis e seqüências deposicionais com base em análise de imagens aéreas e realização de trabalhos de campo. Os resultados podem contribuir para a reinterpretação de quadros geomorfológicos de sistemas fluviais nacionais.

2 - Área de estudo

A bacia do Rio das Velhas localiza-se na porção central do estado de Minas Gerais, com área total de 27.867,2 km². O Rio possui 761 km de extensão, com direção aproximada SE-NW. O Rio das Velhas nasce no município de Ouro Preto e percorre o trecho central do estado de Minas Gerais até desaguar no rio São Francisco, em Barra do Guaiçuí, distrito de Várzea da Palma. O Alto Rio das Velhas compreende todo o vale à montante de Belo Horizonte, no domínio do Quadrilátero Ferrífero (Figura 1), tendo o município de Ouro Preto como o limite sul e os municípios de Belo Horizonte, Contagem e Sabará como limites ao norte (COBRAPE, 2001).

O Quadrilátero Ferrífero é um domínio delimitado por conjuntos serranos sustentados pelas litologias mais resistentes do Supergrupo Minas. Na porção central afloram as friáveis rochas cristalinas intrusivas do Complexo do Baçõ. Sobre as rochas do embasamento cristalino (gnaiesses, granitos e migmatitos) assentam-se uma seqüência arqueana tipo “*greenstone belt*” (Supergrupo Rio das Velhas), na qual predominam xistos, bem como duas seqüências proterozóicas metassedimentares (Supergrupo Minas e Itacolomi) com o predomínio de itabiritos, quartzitos e filitos (Alkmim & Marshal, 1998).

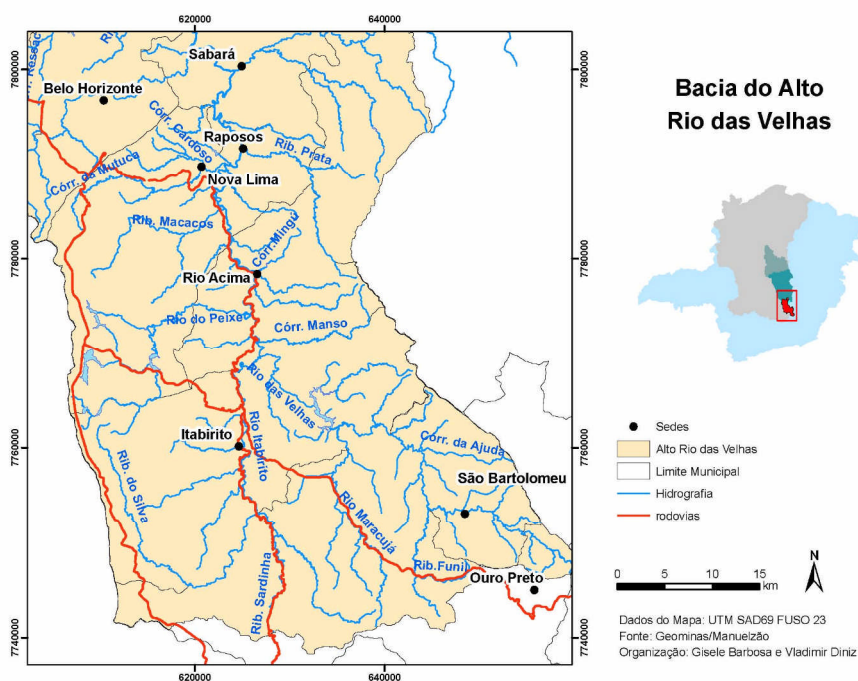


Figura 1 – Localização da área de estudo

3 - Níveis e seqüências deposicionais fluviais

Considerando a ausência de datações até o presente momento, os níveis deposicionais recentes são aqui considerados aqueles situados atualmente no contexto de fundo do vale do Rio das Velhas na área estudada. Apresentam, portanto, a sua morfologia original resultante da dinâmica fluvial.

O alto Vale do Rio das Velhas apresenta quatro níveis deposicionais aluviais, sendo um nível de várzea e três níveis de terraços. Os resultados confirmam a configuração geomorfológica encontrada por Magalhães Jr (1993) no médio vale do Rio das Velhas, à jusante da área aqui estudada. Os níveis de terraços denominados de Terraço Superior e Terraço Intermediário não fazem parte do contexto aqui considerado como fundo de vale, cabendo, entretanto, sua breve descrição.

O Terraço Superior apresenta-se escalonado e é o nível deposicional mais antigo e menos preservado em relação aos outros níveis. A altura em relação à calha atual varia entre 30 e 50 metros. Na base ocorre um nível de seixos de quartzo e itabirito arredondados, tamanho médio de 10 cm, suportados por matriz arenosa, recoberto por material areno-argiloso marrom. Já o Terraço Intermediário também é do tipo escalonado, sendo identificado ao longo de todo o alto vale na área, com altura da calha variando entre 10 e 30 metros. Apresenta um nível basal de seixos de quartzo e itabirito arredondados, suportados e ferruginizados, com comprimento médio de 2 cm, por vezes suportados por matriz de areia fina a média. Este nível é geralmente recoberto por material areno-siltoso a siltoso de coloração variando de cinza a marrom claro.

Por sua vez, o nível de Terraço Inferior é enfocado neste trabalho por estar no contexto de fundo de vale. Apresenta um nível basal de seixos de quartzo, quartzito e itabirito, suportados, recoberto por material areno-argiloso marrom. Este nível está presente em toda a área e possui tipologias diferentes (Figura 2). Encontra-se escalonado em relação ao Nível de Terraço Intermediário ao longo de todo o vale. Em relação à várzea, o T1 é encontrado escalonado em dois trechos: um próximo a São Bartolomeu e outro nas proximidades de Itabirito. A altura da base, nestes trechos, varia entre 10 e 30 metros. Apresenta-se como de recobrimento (sendo recoberto pelos sedimentos da planície) no restante do vale, com a altura da base variando entre 0 e 10 metros.

O nível de várzea apresenta seqüências deposicionais constituídas basicamente de areia grossa a fina, de coloração marrom amarelada, com abundância de matéria orgânica (raízes), possuindo em alguns trechos estruturas plano-paralelas. O nível de várzea apresenta três tipologias básicas na área em relação ao nível de Terraço Inferior: escalonado, embutido e de recobrimento. Os trechos em que o nível de várzea encontra-se escalonado podem denotar maior energia para o encaixamento da calha, a partir de influências tectônicas auxiliadas por materiais de leito menos resistentes ao entalhe. É importante ressaltar a grande variação da largura da várzea ao longo do vale, chegando a atingir cerca de 180 m próximo à São Bartolomeu.

Em termos de dinâmica recente destacam-se, ainda, diversas barras de canal (laterais e centrais) principalmente detríticas, constituídas por seixos de tamanhos variados, de quartzo e itabirito predominantemente. A partir da confluência do Rio das Velhas com o Rio Maracujá, surgem diversas barras de canal arenosas derivadas da elevada carga sedimentar que este afluente transporta. Grande parte dos sedimentos são originados nos muitos voçorocamentos locais.

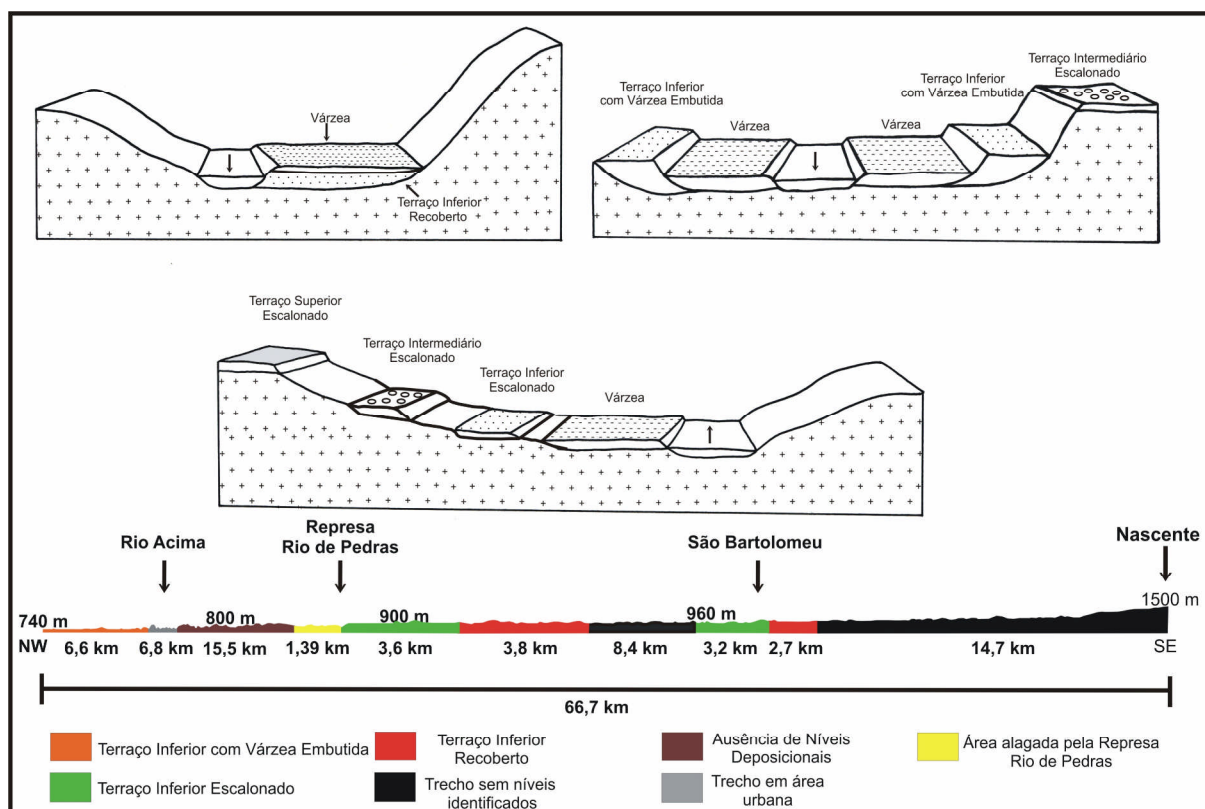


Figura 2 – Organização espacial dos níveis deposicionais fluviais

4 - Interpretação dos resultados: os processos de encouraçamento da calha e sua influência na dinâmica fluvial recente

Os níveis de terraços escalonados ilustram o quadro geológico marcado pelo contínuo soerguimento crustal de alcance regional (Escudo Brasileiro), cujas influências já haviam sido detectadas na área (Magalhães Jr., 1993; Magalhães Jr. e Saadi, 1994). Simultaneamente, porém, soerguimentos diferenciais de blocos ao longo do vale podem gerar comportamentos distintos da calha em termos de maior encaixamento nos trechos de maior energia. O comportamento diferencial de blocos e o condicionamento na dinâmica fluvial do rio das Velhas foi verificado por Magalhães Jr. (1993) no trecho entre Sabará e Santa Luzia. Neste sentido, blocos sujeitos a soerguimento tectônico mais acelerado (blocos mais ativos) poderiam estar condicionando o maior encaixamento da calha. A análise da distribuição espacial das cotas das bases dos níveis deposicionais neste trabalho demonstrou rupturas no perfil longitudinal marcadas por fortes desnivelamentos em pontos coincidentes com a presença de grandes falhas geológicas (direção NE-SW). Este fato pode evidenciar a resposta da dinâmica fluvial ao comportamento diferencial de blocos (Figura 3).

Fato determinante na dinâmica fluvial recente do Alto Rio das Velhas é o papel exercido pelo nível basal de seixos do Terraço Inferior. Verificou-se que após a formação deste terraço, o Rio das Velhas vem encontrando dificuldades para o entalhe do leito devido à resistência oferecida pelo pavimento detrítico. Este processo, conhecido como encouraçamento (armoring), vem representando uma barreira à continuidade do processo de encaixamento que seria esperado no contexto serrano do Quadrilátero Ferrífero.

Após a formação do Terraço Inferior, o Rio das Velhas prosseguiu sua dinâmica de busca de ajustes à dinâmica tectônica regional de soerguimentos epirogenéticos e também de soerguimentos locais de blocos. Este raciocínio acompanha os resultados de Magalhães Jr. e Saadi (1994) para a dinâmica do Rio das Velhas no Quadrilátero Ferrífero. Os soerguimentos diferenciais de blocos podem explicar as diferentes tipologias do nível de várzea em relação ao nível de Terraço Inferior: pode encontrar-se escalonado, embutido ou recobrir aquele nível de terraço. Os trechos onde o nível de várzea encontra-se escalonado podem estar respondendo à maior energia derivada de ajustes tectônicos ou da menor resistência oferecida pelos materiais de leito. Os trechos de embutimento (trecho do Quadrilátero mais à jusante) refletem a influência da Serra do Curral que representou uma barreira estrutural à dinâmica sedimentar da rede de drenagem (Magalhães Jr., 1993). Já o recobrimento pode ser avaliado à

luz do processo de encouraçamento gerado pelo nível basal de seixos do T1 que está pavimentando o leito fluvial atual. Isto indica que, nestes trechos, o nível detrítico está oferecendo resistência ao encaixamento, a partir do processo de encouraçamento da calha.

Mesmo onde a várzea está escalonada, em certos pontos do trecho mais à montante da área, a o pavimento detrítico da calha também condicionou um menor encaixamento, fazendo com que a calha não tenha conseguido vencer a barreira detrítica. Pode-se pensar que nestes locais a maior energia derivada do input tectônico é amenizada pela resistência oferecida pelos seixos.

Percebeu-se que no trecho superior do vale, o contínuo processo de encaixamento e migração lateral vigente até a formação do nível de Terraço Inferior foi interrompido parcialmente pela resistência oferecida pelo nível basal de seixos. Processos de encouraçamento de calhas fluviais por pavimentos detríticos são conhecidos na literatura (Bridge, 2003; Charlton, 2008). Porém, na área de estudo a resistência à erosão não decorre apenas da granulometria do material, mas também da abundância de ferro na região, derivado dos itabiritos do Supergrupo Minas, fato que levou à ferruginização e ao concrecionamento dos seixos. Como resultado da resistência oferecida ao encaixamento e à migração lateral, o fluxo passou a inundar o próprio Terraço Inferior em certos pontos levando à formação do nível de várzea sobre o mesmo (dando o caráter de terraço de recobrimento em vários trechos). Em outros trechos, o nível de várzea foi formado sem o entalhe da calha (nível embutido).

Por outro lado, a energia do fluxo fluvial foi concentrada na erosão e remoção das fácies mais finas (material areno-argiloso) que recobrem o nível de seixos, levando à exumação do pavimento detrítico em diversos trechos da calha. Este processo de erosão das fácies menos resistentes ocorreu e ocorre principalmente à jusante dos denominados poços, termo aplicado no alto vale do Rio das Velhas para os trechos fluviais de calmaria do fluxo, (fluxo de baixa energia). Lana (2004) levantou e cartografou os trechos fluviais de poços (zonas preferenciais de deposição) e corredeiras (erosão) da calha do Rio das Velhas na área, auxiliando a identificação de ambientes de menor e maior energia. O estudo revelou um claro predomínio de poços (80 %) em relação às corredeiras nos trechos mapeados.

Autores como Chin (1999) e Duckson & Duckson (2001) apontam a resistência à erosão do fluxo derivada das características litológicas da carga de leito, bem como os fortes contrastes altimétricos nas zonas de cabeceiras, como as principais causas da existência de

seqüências poços-corredeiras em canais de contextos montanhosos. No alto Rio das Velhas, estudos indicam a existência de sucessivos níveis de base local relacionados a patamares estruturais e litológicos (Castro et al., 2005; Lana e Castro, 2006).

Os poços favorecem a retenção de sedimentos, fato que contribui para o aumento da energia do fluxo logo a jusante. Sem a carga sedimentar grosseira retida, ocorre o aumento do potencial erosivo do fluxo a jusante, fato que explicaria a remoção das fácies finas que recobrem os seixos. Como resultado, verifica-se a sucessão de poços, cujo leito tem o nível de seixos do Terraço Inferior recoberto por sedimentos mais finos (areia), e corredeiras, onde o nível de seixos exumado provoca atrito e turbulência do fluxo, simultaneamente ao encouraçamento da calha.

O processo de encouraçamento explica, em termos da dinâmica atual, a presença de diversas barras de canal detríticas resultantes da dinâmica conjunta entre remoção das fácies finas e remobilização dos seixos (Figura 4). A origem erosiva, e não deposicional, destas barras detríticas torna-se importante em um contexto em que as pressões humanas derivadas de mineração e desmatamentos, dentre outros, pode levar pesquisadores e a sociedade, em geral, a aventar hipóteses de assoreamento para tais feições. Deve-se ressaltar, entretanto, a presença de barras arenosas a partir da confluência do Rio das Velhas com o Rio Maracujá (em Cachoeira do Campo). A sua origem decorre da elevada carga sedimentar originada nos diversos voçorocamentos locais, bem como das atividades humanas seculares como a mineração.

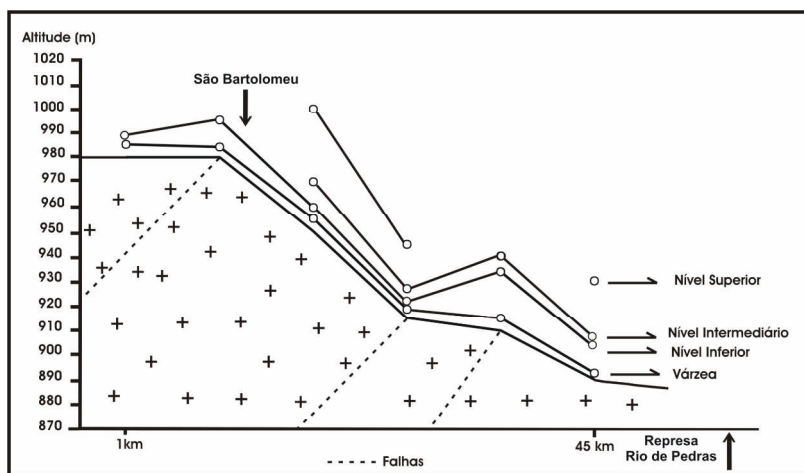


Figura 3 – Distribuição longitudinal dos níveis deposicionais



Figura 4 – Foto de barra de canal detrítica em ponto de encouraçamento da calha e corredeira

5 - Considerações finais

A dinâmica fluvial do alto Rio das Velhas, em seu trecho superior, ilustra uma realidade pouco comum na literatura geomorfológica nacional: os rios de contextos montanhosos. Marcada por uma sucessão de poços e corredeiras que refletem as variações de energia do fluxo, a calha fluvial vem sendo condicionada, desde o evento da formação do Terraço Inferior, por um processo de encouraçamento (*armorring*) que oferece resistência à dinâmica de encaixamento e migração lateral do canal. Em um contexto de abundância de ferro, derivado dos itabiritos que sustentam as serras regionais, o nível de seixos foi ferruginizado e concrecionado, oferecendo uma maior resistência à erosão. A exumação do nível basal de seixos deste terraço, devido à remoção das fácies de recobrimento, provocou a formação de soleiras locais que controlam a dinâmica do fluxo. Principalmente à jusante dos poços, a remoção das fácies finas leva à formação de corredeiras devido à exumação dos seixos. Os resultados demonstram, portanto, que as fases de encaixamento e deposição fluvial não são facilmente explicáveis e que a presença de paleoníveis deposicionais fluviais não pode ser interpretada apenas como fases de estabilidade ou ainda homogeneidade climática ou tectônica.

Agradecimentos: À FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio financeiro às pesquisas.

6 - Referências bibliográficas

ALKMIM, F. F.; MARSHAL, S. (1991). *Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero*. New York: Precambrian Research, 90: 29–58.

BRIDGE, J. S. *Rivers and Floodplains: Forms, Processes and Sedimentary Record*. Oxford: Blackwell Publishing Limited, 2003. 504 p.

CASTRO, P. T. A.; ALVES, J. M.; FERREIRA, H. L.; LANA, C.E. (2005). *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., Ilhéus, Anais em CD-Rom.

CHARLTON, R. *Fundamentals of Fluvial Geomorphology*. London: Routledge, 2008. 234 p.

CHIN, A. (1999). *The morphologic structure of step-pools in mountain streams*. *Geomorphology*. 27:191–204.

COBRAPE (Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos). (2001). *Projeto marca d'água - Relatórios Preliminares- Bacia do Rio das Velhas*. Brasília, Disponível em: <<http://www.marcadagua.org.br/velhas.pdf> >. Acessado em: 16 de novembro de 2006.

DUCKSON JR., D. W.; DUCKSON, L.J. (2001). *Channel bed steps and pool shapes along Soda Creek, Three Sisters Wilderness, Oregon*. *New York: Geomorphology*. 38: 267–279.

LANA, C. E. (2004). *Cartografia Integrada de Ecossistemas Lóticos (Fluviais) no Alto Curso do Rio das Velhas, MG*. Ouro Preto, Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Dissertação de Mestrado, 175 p.

LANA, C. E.; CASTRO, P. T. A. (2006). *Respostas da rede de drenagem à heterogeneidade geológica em bacias hidrográficas: uma comparação entre as bacias do Alto Rio das Velhas e Jequitaiá – MG*. VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, Goiânia, anais em CD-Rom.

MAGALHÃES JR. A. P. (1993). *Evolução da dinâmica fluvial cenozóica do Alto-médio Rio das Velhas na região de Belo Horizonte - MG*. Belo Horizonte, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Dissertação de Mestrado, 175 p..

MAGALHÃES JR, A. P. & SAADI, A. (1994). *Ritmos da dinâmica fluvial neo-cenozóica controlados por soerguimentos regionais e falhamento: o vale do Rio das Velhas na região de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil*. *Geonomos*. Belo Horizonte, 2 (1):42-54.