

Recente Quadro dos Estudos sobre Erosão no Quadrilátero Ferrífero – MG

RAPOSO, Aline Almeida¹
RAPOSO, Amanda Almeida²
MAGALHÃES JR, Antônio Pereira³

Resumo

A erosão é um dos principais temas da geomorfologia internacional e nacional, abrangendo uma série de formas e processos morfodinâmicos de origem natural e/ou antrópica. A erosão acelerada, por sua vez, é dos principais eixos temáticos de estudos das relações entre as atividades humanas e o desequilíbrio dos processos geomorfológicos. O Quadrilátero Ferrífero, situado próximo a Belo Horizonte – MG, representa um dos mais importantes domínios geomorfológicos e geológicos de Minas Gerais, bem como uma das áreas mais representativas em termos de erosão acelerada, principalmente voçorocamentos. Enquanto as zonas serranas que delimitam o Quadrilátero são áreas preferenciais para movimentos de massa como deslizamentos de encosta, com destaque para Ouro Preto e Belo Horizonte, a porção interior suavizada que coincide com as friáveis rochas do Complexo do Bação (embasamento cristalino) é marcada por inúmeros voçorocamentos. O presente trabalho visa apresentar, por meio de um levantamento bibliográfico, o atual “estado da arte” dos estudos sobre erosão no Quadrilátero Ferrífero, abrangendo a bacia do alto Vale do Rio das Velhas, afluente do Rio São Francisco. Foram investigadas publicações do período entre 2000 e 2006 e levantados os autores, as instituições de origem e os temas dos trabalhos para permitir a sistematização dos estudos. Para tanto, foram consultadas fontes diversas como livros, periódicos, anais de eventos geomorfológicos e geológicos, e sites da Internet. Foram considerados trabalhos sobre todos os tipos de erosão, incluindo erosão de encostas e fluvial. A pesquisa aponta, deste modo, os principais eixos de investigação sobre erosão na área e as principais lacunas existentes, contribuindo para futuros estudos geomorfológicos regionais. Os resultados mostram que a maioria dos estudos realizados se concentra em instituições de municípios situados na própria área de abrangência do Quadrilátero Ferrífero, com destaque para a UFOP (Universidade Federal de Ouro Preto) e a UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais). Destacam-se os estudos sobre a relação entre atividades antrópicas e erosão acelerada, principalmente voçorocamentos, nos municípios de Ouro Preto e Belo Horizonte.

1 - Introdução

O estado da arte da pesquisa sobre erosão denota um crescimento dos estudos em todas as partes do mundo no sentido de produzir conhecimento técnico-científico para a compreensão desse fenômeno que causa sérios prejuízos de diversas formas e em diversas escalas, tanto no meio rural como no meio urbano (Silva, Schulz, Camargo, 2003). Faz-se necessário o entendimento dos processos erosivos para avaliações de

¹ Universidade Federal de Minas Gerais, bolsista pela FAPEMIG, graduanda em Geografia, alineraposo13@yahoo.com.br

² Universidade Federal de Minas Gerais, bolsista pela FAPEMIG, graduanda em Geografia, amandaraposo13@yahoo.com.br

³ Universidade Federal de Minas Gerais, Professor Doutor, magalhaesufmg@yahoo.com.br

impactos ambientais e a manutenção e manejo corretos do solo (Vale, Bezerra, Rodrigues, 2006).

Cunha, 1995 define a erosão do solo como “um processo que ocorre em duas fases: uma que constitui a remoção de partículas, e outra que é o transporte dessa material, efetuado pelos agentes erosivos. Quando não há energia suficiente para continuar ocorrendo o transporte, uma terceira fase acontece que é a deposição desse material transportado”. Dessa forma, a erosão ocorre a partir do momento em que as forças que removem e transportam materiais excedem aquelas que tendem a resistir a erosão.

Em bacias hidrográficas o estudo sobre erosão se torna mais complexo haja vista não só a perda de solos, mas também os impactos ambientais sobre cursos fluviais. Estes cursos geralmente constituem o local de destino das partículas de solo removido (sedimento), degradando o canal de drenagem não só do ponto de vista da alteração física, mas também da alteração das características físicas e químicas da água do rio. (Silva, Schulz, Camargo, 2003). Dessa forma, em estudos de erosão em bacias hidrográficas é imprescindível o conhecimento da dinâmica fluvial da região a ser analisada.

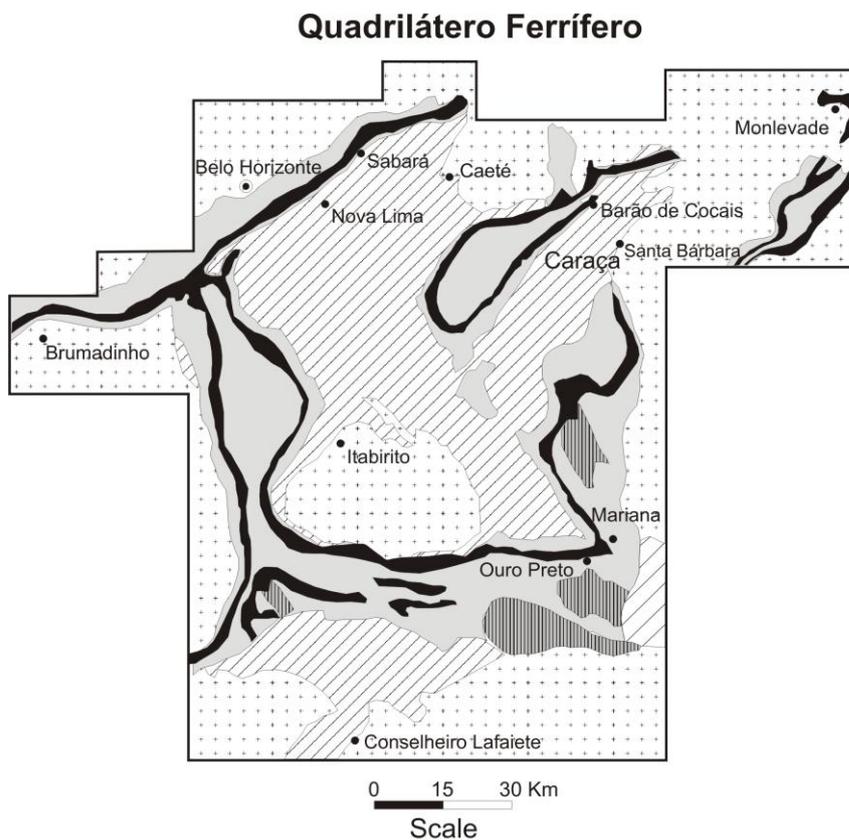
Considerando a concatenação de processos erosivos e a dinâmica fluvial, este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre o tema erosão no Quadrilátero Ferrífero levando em consideração a abordagem desse domínio geomorfológico nos limites da bacia do Alto Rio das Velhas. O estudo da arte aqui realizado se constitui como uma etapa preliminar do Projeto “A relação entre uso do solo, erosão acelerada e impactos na dinâmica fluvial na Bacia do Alto Rio das Velhas/MG”. Dessa forma, o trabalho procura apontar os principais institutos de pesquisa, os trabalhos e abordagens mais recentes sobre os processos erosivos decorrentes do uso e da ocupação do solo da referida região.

1.2 - Região Analisada

A região a ser estudada se refere à parte da Bacia do Alto Rio das Velhas que está inserido no domínio Geomorfológico do Quadrilátero Ferrífero.

O Quadrilátero Ferrífero possui, em toda sua totalidade, cerca de 7200 Km². Encontra-se no interior do Estado de Minas Gerais, junto à borda sul do Cratón de São Francisco. O clima é marcado pelo tropical semi-úmido, apresentando duas estações bem definidas; o verão úmido e o inverno seco. Como afirma SALGADO, 2006 “Constitui-se como uma das mais importantes províncias minerais do Brasil, além de possuir um significativo interesse geomorfológico devido a sua complexa estrutura geológica”.

Sua geologia, de acordo com (Alkmin & Marshak, 1998), pode ser resumida da seguinte forma: (i) embasamento cristalino, de idade arqueana, composto por granitos, gnaisses e migmatitos; (ii) Supergrupo Rio das Velhas, de idade arqueana, composto basicamente por quartizitos, xistos e filitos que constituem uma seqüência tipo greenstone belt; (iii) Supergrupo Minas de idade proterozoica constituído por rochas metassedimentares (quartizitos, xistos, filitos e formações ferríferas) e (iv) Grupo Itacolomi de idade proterozoica, constituído basicamente por quartizitos. A figura 1.1 apresenta essa estrutura geológica.



Explanation:

- Itacolomi Group
- Minas Supergroup (black = BIF)
- Rio das Velhas Supergroup
- Basement
- State Capital
- Town



Figura 1.1 – Geologia do Quadrilátero Ferrífero segundo Alkmin & Marshak (1998) retirada de Salgado (2006).

A parte do Quadrilátero Ferrífero que aqui nos interessa, ou seja, a parte onde se insere o Alto da Bacia do Rio das Velhas compreende as três primeiras estruturas geológicas supracitadas.

Alguns estudos delimitam o Alto Velhas como indo da borda sul do Quadrilátero Ferrífero até a Borda Norte deste. Essa delimitação pode ser explicada pelo trabalho de MAGALHAES e SAADI, 1989. Nesse, é feita uma análise da dinâmica fluvial do Rio das Velhas dividindo-o em segmentos que coincidem com compartimentos morfoestruturais.

Constatou-se que no primeiro segmento “a morfologia reflete os contrastes de resistência litológica do Quadrilátero Ferrífero. Predominam cristas e espigões com

vertentes íngremes, geralmente talhadas na rocha sã ou cobertas por delgado manto coluvial. Os vales são estreitos e fortemente encaixados, com baixo grau de sinuosidade. O Rio das Velhas apresenta bruscas mudanças de direção que evidenciam o forte controle litoestrutural.”.

O segundo segmento do Rio das Velhas que se encontra na Depressão São Franciscana, já vem apresentar notáveis mudanças de comportamento. Como o mesmo afirma, “no embasamento granito-gnaissico alterado, o vale do Rio das Velhas torna-se aberto e sinuoso, limitado geralmente por baixas colinas de topos arredondados e vertentes suaves cobertas por espesso manto eluvial e, às vezes, coluvial.”.

Percebe-se, portanto que a relação da geologia com a geomorfologia nesse caso se mostra eficiente para compreender a delimitação do setor da bacia do Alto Rio das Velhas no Quadrilátero Ferrífero. Dessa maneira, os municípios que se localizam no Alto da Bacia do Rio das Velhas compreendem Ouro Preto, Itabirito, Rio Acima, Raposos, Nova Lima, Contagem, Sabará e a porção sul dos municípios de Belo horizonte e Caeté. Nesse sentido, a área de estudo no qual se volta esse trabalho é limitada geomorfologicamente pelas serras de Itabirito a oeste, do Caraça a leste, do Ouro Branco a sul e pela a serra do Curral e da Piedade a norte.

2 - Metodologia

O presente trabalho se constitui como uma revisão bibliográfica tendo por objetivo fazer uma análise de artigos, teses e mapas sobre o tema erosão no Quadrilátero Ferrífero, nos limites da bacia do Alto Rio das Velhas.

Para tanto, foram consultados fontes diversas, sobretudo os Anais do X e XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada, o VI Simpósio Nacional de Controle de Erosão, o VI simpósio nacional de geomorfologia, o Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, além do X e XI Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental e os Anais do X Congresso da Abequa.

Revistas especializadas também foram examinadas, sendo essas a Revista Geografias, a Revista Brasileira de Ciência do Solo, a Revista Brasileira de Geomorfologia, a Revista Escola de Minas e a Revista Solos e Rochas. Foram consultadas ainda outras fontes, como teses, trabalhos realizados pelo Projeto Manuelzão, um Atlas da Bacia do Rio das Velhas e sites da Internet.

Primeiramente será feito um apanhado geral das publicações encontradas que se referem a um período mais recente, de 2000 a 2006. Posteriormente, procurar-se-á analisar estes trabalhos com auxílio de gráficos e tabelas, no que diz respeito às instituições, autores, anos, assunto mais abordados, ou seja, informações inerentes ao entendimento do estado da arte das pesquisas em erosão no Quadrilátero Ferrífero.

3 - Resultado e discussão: principais achados e contribuições

A presente busca de estudos que abordam a erosão no Alto Rio das Velhas, inserida no domínio geomorfológico do Quadrilátero Ferrífero contou com 31 (trinta e

uma) publicações que puderam ser lidas e analisadas. Destas, 27 (vinte e sete) se encontram na forma de artigo, 2 (duas) são teses, e outras 2 (duas) foram aqui consideradas como textos (ou Atlas) de caráter informativo. Porém, deixa-se claro que foram identificados outros estudos, mas que não foram possíveis de serem consultados. Portanto, as análises que serão feitas posteriormente se referem às publicações que puderam ser consultadas. As referências bibliográficas de trabalhos não encontrados se encontram no final deste trabalho.

No sentido de se obter uma visão sistematizada dos estudos realizados sobre o assunto, os Quadros 1.1, 1.2, 1.3 apresentam uma síntese das recentes publicações encontradas, de forma a demonstrar aspectos considerados relevantes para a análise referente ao estado da arte sobre erosão no Quadrilátero Ferrífero.

Quadro 1.1 - Trabalhos, autores e ano de publicação, fonte e instituto de pesquisa, metodologia e objetivos dos trabalhos publicados na forma de artigos entre os anos de 2000 a 2006 referentes ao tema Erosão no Quadrilátero Ferrífero.

Trabalhos	Autores/ano de publicação	Fonte/ Instituto de pesquisa	Metodologia	Assunto (objetivos)
Potencialidade de ocorrência de voçorocas: mapa da bacia Do córrego Água Suja, Itabirito - MG.	NOGUEIRA, M. L.; ARANHA, P. R. A.; MOURÃO, A. C. M.; AUGUSTIN, C. H. R. R. (2006).	VI simpósio nacional de geomorfologia/ Departamento de Geografia, Geologia e Cartografia da UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais.	Análises e interpretações de fotos aéreas, ortofotos, trabalhos de campo e utilização do programa S.A.G.A. para executar correlações entre as feições observadas e o substrato.	Apresentar o mapeamento de prováveis áreas potenciais de ocorrência (atual e futura) de voçorocamento na região de Itabirito, na área do Córrego Água Suja, afluente de margem esquerda do Rio das Velhas.
Cartografia Geomorfológica como subsídio ao ordenamento territorial das bacias do Ribeirão Carioca, Córrego do Bação e Córrego Carioca, Itabirito, MG.	SANTOS, C. A.; SOBREIRA, F. G (2006).	VI simpósio nacional de geomorfologia/ Departamento de Geologia da UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto	Levantamento e elaboração de mapas temáticos, seguido da descrição analítica dos elementos do relevo, tendo como base o mapa geomorfológico da região, trabalhos de campo, análise da banda 8 da imagem de satélite Landsat 7 ETM+ e interpretação de fotografias aéreas na escala de 1:40.000	Construir um mapa geomorfológico da região com o intuito de ser analisado a vulnerabilidade natural do solo frente a processos antropicos e erosivos no sentido e de disponibilizar análises que auxiliem o poder público e à comunidade em geral no ordenamento territorial da região.
Impactos da Atividade de Extração Mineral na Morfologia do Córrego do Bandeira, Ouro Preto - MG.	FABRI, E. S; LEITE, M. G. P; CARMO, E. M. (2006).	VI simpósio nacional de geomorfologia/ Departamento de Geologia da UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto	Foram realizadas três etapas de campo no qual se chegou a três cartografias de detalhe do córrego, utilizando-se o método da prancheta e alidade, em uma escala de 1:200, medidos o sedimento em suspensão e a turbidez durante um ano hidrológico (setembro de 2004 a setembro de 2005).	Apresentar o impacto da atividade mineradora na morfologia do Córrego Bandeira devido à modificação do uso do solo feita, principalmente por ações antrópicas, nas encostas e taludes, no qual alterou as trocas com as águas fluviais e em consequência, a dinâmica das águas.
Respostas da rede de drenagem à heterogeneidade geológica das	LANA, C. E; CASTRO P. T. A. (2006)	VI Simpósio nacional de geomorfologia/ Departamento	Análise das cartas topográficas que fazem a cobertura das duas bacias, em duas escalas,	Relata os resultados de um estudo de identificação dos níveis de base presentes nas bacias do rio Jequitai e do alto

bacias hidrográficas: uma comparação entre as bacias do Alto Rio das Velhas e Jequitaiá - MG.		de Geologia da UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto	1:1. 000.000 e 1:500.000. 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.	Rio das Velhas. Considerando que esses níveis de base são lito-estruturais pode-se relacionar esse tema com os processos erosivos da região.
Impacto da silvicultura de eucalipto no aumento das taxas de turbidez das águas fluviais: o caso dos mananciais de abastecimento público de Caeté/MG	SALGADO, A. A. R; MAGALHAE S, A.P. (2006)	Revista Geografias/ Departamento de Geografia da UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais.		O trabalho visa mostrar a relação da plantação de eucalipto com a turbidez dos cursos fluviais da região, no sentido de se visualizar como essa silvicultura contribui para os processos erosivos do solo.
Denudation rates of the Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais, Brazil): Preliminary results from measurements of solute fluxes in rivers and in situ-produced cosmogenic Be ¹⁰	SALGADO, A.A.R. , NALINI Jr, F.C. BRAUCHER, R., ARIAS, H. VARAJÃO, A.F.D. C VARAJÃO, C.A. C. (2006).	Journal of Geochemical Exploration/ CEREGE- Europo le de l'Arbois; Departamento de Geologia da UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto; IRD-New Caledonia.	Coleta de amostras de água e medição da produção in situ do cosmogênio Be ¹⁰ em quatro bacias do Quadrilátero Ferrífero (Alto Fechos, Cata Branca/ Esperança, o Alto Maracujá e o Ato da bacia do rio Caraça).	Explicar quantitativamente a erosão diferencial do Quadrilátero Ferrífero
Study of the erosion rates in the upper Maracuja Basin (Quadrilátero Ferrífero/ MG, Brazil) by the in situ produced cosmogenic Be ¹⁰ method	SALGADO, A.A.R.. NALINI Jr, F.C. BRAUCHER, R. ARIAS, H. VARAJÃO, A.F.D. C VARAJÃO, C.A.C. (2006).	Earth Surface Processes and Landforms/, CEREGE – Universidade Aix-Marseille III e CNRS, Departamento de Geologia da IRD.	Cálculo da produção in situ do cosmogênio Be ¹⁰ em veios de quartzo e em sedimentos fluviais	Quantificar os processos erosivos em dois substratos rochosos (Xistos-filitos e granitos-gnaisses), na bacia do Córrego do Maracujá.
Estudo da proveniência de sedimentos	LANA, C.E.; CASTRO, P. de T.A.	Anais do X Congresso da Abequa/	Coleta de amostras de partículas seguida de análises	Encontrar a origem (local) de clastos depositados no leito do Rio das Velhas, na região de

recentes em um segmento fluvial do Alto Curso do Rio das Velhas - MG.	(2005).	Departamento de Geologia da UFOP- Universidade Federal de Ouro Preto.	granulométricas, petrográfica, mineralógica e avaliação do grau de arredondamento dessas.	Ouro Preto.
Caracterização dos Processos Evolutivos de Voçorocas em Rochas do Embasamento Cristalino do Complexo Bação, MG.	BACELLAR, L. de A. P; MORAIS, F. (2005).	XI Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. Departamento de Geologia da UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto.	Realização de dados de campo e de laboratório. Coletas de amostras para caracterização geotécnica e para a definição de erodibilidade, sendo útil também para a reprodução de processos erosivos em ensaios laboratoriais.	Esclarecem quais são os processos e mecanismos responsáveis pela evolução das voçorocas da região do embasamento no Quadrilátero Ferrífero, de forma a melhor subsidiar futuros estudos para a aplicação de técnicas mais eficazes e menos dispendiosas de contenção. A pesquisa mostrou que os processos que mais contribuem para o crescimento das voçorocas na região é a erosão superficial e os movimentos (escorregamentos rotacionais) que ocorre dentro da voçoroca e pouca contribuição tem a erosão subsuperficial, o piping e os carreamentos.
Controlling factors of gullyng in the Maracujá Catchment, Southeastern Brazil.	BACELLAR, L. de A.P.;NETTO, A.L.C.; LACERDA, W. A. (2005)	Earth Surface Processes and Landforms Published online in Wiley Interscience/ Departamento de Geologia da UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto,; Departamento de Geografia da UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro; COPPE/PEC da UFRJ.	Uso de mapas isométricos e de declividade. Construção de uma detalhada pesquisa estratigráfica das voçorocas.	Analisar fatores controladores do processo de voçorocamento da região, com o intuito de se explicar o principio (inicio) e a evolução dessas voçorocas e entender a razão de sua distribuição.

<p>Percepção ambiental sobre os processos erosivos da Bacia do Ribeirão Carioca, Itabirito/MG.</p>	<p>MERGAREJO NETTO, M. ; SOBREIRA, F. G. ; PRADO FILHO, J. F Do.(2005).</p>	<p>Simpósio Nacional sobre Geografia, Percepção e Cognição do Meio Ambiente/. Departamento de Geologia da UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto</p>	<p>Levantamento qualitativo, perfazendo a cobertura de toda a área da bacia, independente da localização dos processos erosivos, proporcionando uma vinculação imediata entre a percepção dos moradores sobre o seu espaço vivido.</p>	<p>Descrever e correlacionar as implicações sócio-ambientais geradas em função dos processos erosivos existentes na área da bacia hidrográfica do ribeirão Carioca.</p>
<p>Uso do sensoriamento remoto e de um sistema de informação geográfica na modelagem da poluição difusa na bacia hidrográfica do Rio das Velhas</p>	<p>SANTOS, N. A. P; MAILLARD, P. (2005)</p>	<p>Internet/Departamento de Cartografia da UFMG</p>	<p>Foram utilizadas três fontes de informação: imagens de satélite Landsat 7 ETM+ dos dias 06 (218/74 e 218/73), 13 (219/73 e 219/72) e 22 (218/72) do mês de outubro de 2002, dados pontuais de qualidade da água realizado pelo monitoramento do Projeto Águas de Minas do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (2002) e trabalhos de campo na Bacia do Rio das Velhas realizadas nos meses de agosto e setembro de 2004.</p>	<p>Criação de um mapa que demonstre a relação entre o uso e a cobertura do solo e as áreas poluídas na Bacia do Rio das Velhas.</p>
<p>Análise da erodibilidade de saprolitos de gnaisse.</p>	<p>MORAIS, F. ; BACELLAR, L. de A.P.; SOBREIRA, F. G (2004).</p>	<p>Revista Brasileira de Ciência do Solo/ UFV - Universidade Federal de Viçosa.</p>	<p>Análise mineralógica e textural do saprólito.</p>	<p>Investiga os processos erosivos subsuperficiais atuantes nas voçorocas e compreende que fatores mineralógicos e texturais poderiam influenciar na erodibilidade dos saprolitos.</p>

<p>Análise Pluviométrica: uma base para a prevenção de enchentes e para o entendimento da ocorrência das ravinas e voçorocas nas bacias Ribeirão Carioca, Córrego do Bação e Córrego Carioca, afluentes do Rio Itabirito, tributário do alto Rio das Velhas, no município de Itabirito, Minas Gerais.</p>	<p>SANTOS, C.A. dos; SOBREIRA, F.G.. (2004)</p>	<p>Internet/ Departamento de Geologia da UFOP- Universidade Federal de Ouro Preto</p>	<p>Medição da variabilidade pluviométrica com a obtenção de dados junto à Estação Meteorológica de Itabirito, pertencente à ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.</p>	<p>Relacionam índices de precipitação com processos erosivos acelerados, como ravinas e voçorocas, tendo por base que os processos erosivos são em grande parte ocasionados pelo processo hidrológicos associados as vulnerabilidade do solo e às ações antrópicas.</p>
<p>Meio Físico Urbano e Diagnóstico Ambiental: Estudo de Caso na Microbacia Hidrográfica do Córrego Cercadinho, Belo Horizonte – MG.</p>	<p>SOUZA, J.B.de; FIGUEIREDO, M. do A.; BUENO, G.T.DINIZ, A.D. (2003).</p>	<p>X Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada/ Curso de Geografia e Análise Ambiental da Uni-BH - Centro Universitário de Belo Horizonte</p>	<p>Investigações pedogeomorfológicas e de compartimentação do relevo na parte superior da microbacia; análise dos impactos gerados por exploração do minério de ferro da Formação Cauê e pela expansão da urbanização.</p>	<p>No trabalho faz-se uma apresentação de alguns aspectos do meio físico, analisando-se as bases geológicas e pedogeomorfológicas da área investigada, além de indicadores de uso e ocupação do solo, associando-os ao processo de diagnóstico ambiental, onde se constata processos de erosão numa mineração abandonada e em áreas de ocupação urbana que favorece o assoreamento do Córrego.</p>
<p>Porosidade textural de regolitos do Complexo Bação, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil.</p>	<p>FIGUEIREDO, M. do A.; VARAJÃO, A.F.D. C; FABRIS, J.D.; LOUTFI, I.S. (2003)</p>	<p>X Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada/ Departamento de Geologia da UFOP- Universidade Federal de Ouro Preto e Departamento de Química da UFMG - Universidade Federal de</p>	<p>Medição, em escalas microscópicas, da porosidade de sólidos pelas técnicas de sorção de nitrogênio a 77 K, denominada de N₂ BET, e de intrusão de mercúrio em três experimentos: numa vertente sem voçorocamento, numa área de voçorocamento ativo e numa vertente de voçorocamento inativo.</p>	<p>Apresentar o estágio de desenvolvimento do solo na região sul do Complexo Bação através de medidas de porosidade textural.</p>

		Minas Gerais.		
Estudos dos impactos ambientais causados pelo uso e ocupação do solo no bairro Belvedere III, Belo Horizonte - MG.	MOREIRA, S. J. M; GUIMARÃES, A. G; DINIZ, A. D. (2003).	X Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada/ Departamento de Ciências Biológicas, Ambientais e da Saúde e Curso de Geografia e Análise Ambiental da Unibh - Centro Universitário de Belo Horizonte.	Levantamento bibliográfico; mapeamento da área e checagem em campo; coleta de dados referentes à caracterização climatológica da região; fotointerpretação.	Analisa o crescente processo de construções não só habitacionais, mas também de áreas comerciais na bacia onde se encontra o bairro Belvedere III em Belo Horizonte. Com isso o artigo pretende levantar os possíveis impactos ambientais e as alterações causadas pelo uso e ocupação do solo na região.
Qualidade das águas em mananciais para abastecimento doméstico e industrial inseridos em áreas urbanas. Estudo de caso: Córrego Cercadinho em Belo Horizonte - MG.	OLIVEIRA, L.M. (2003)	X Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada/ Departamento de Ciências Biológicas, Ambientais e da Saúde da Unibh - Centro Universitário de Belo Horizonte.	Análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos, fornecidos pela COPASA, para avaliação da qualidade da água.	O artigo não vem analisar profundamente a questão de erosão na bacia, mas sim a questão da qualidade da água do córrego do Cercadinho. Uma das explicações que aqui nos interessa para a degradação da qualidade das águas, mas que foi apenas citado, é ocupação das áreas a montante da captação que não ocorre de forma sustentável provocando dentre outros fatores a ocorrência de erosão dos solos da bacia e remoção da cobertura vegetal.

<p>A realidade ambiental do Parque Aggeio Pio Sobrinho</p>	<p>SOUZA,R.B.d e; SANTOS, A.A.R. dos; SANTOS, F.de S.MORAIS, M. dos .S. (2003).</p>	<p>X Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada/ Curso de Geografia e Meio Ambiente do Centro Universitário Newton Paiva</p>	<p>A base cartográfica utilizada foi a carta topográfica de Belo Horizonte, em 1:50.000, editada pelo IBGE em 1979, tendo sido usadas imagens aéreas orto-retificadas (1:5.000) (1999). Foram realizadas visitas de campo com o auxílio de materiais cartográficos e GPS.</p>	<p>Analisa os problemas ambientais e seus impactos na região sendo constatado contaminações da água por indústrias próximas, ocorrência de erosão por fatores antropicos e movimento de massa. Esses últimos vêm contribuindo para o carreamento de sedimentos para a rede de drenagem ocasionando assoreamento e enchentes.</p>
<p>Zoneamento ambiental e plano de manejo da Bacia do Ribeirão Ribeiro Bonito - Caeté/ MG.</p>	<p>SALGADO, A. A. R; VALADÃO R. C; NEEF H. (2003).</p>	<p>X Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada/ Departamento de Geologia da UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto; Departamento de Geografia da UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais; e Universität Leipzig (Alemanha)</p>	<p>Correlação de mapas temáticos – geologia, hipsometria, declividade, uso do solo –, associados a resultados de qualidade da água egressos de exames bacteriológicos e físico-químicos; levantamento socioeconômico das populações residentes na bacia e verificação in situ de quadro ambiental; realização de audiências públicas para construção coletiva de um zoneamento ecológico-econômico da área.</p>	<p>Promove um zoneamento ambiental da área de proteção do Ribeirão Ribeiro Bonito. Foi analisado amostragens dos parâmetros das taxas de turbidez, pH, coliformes fecais e totais em oito pontos do Córrego. Ao que interessa sobre erosão é a citação da plantação de eucaliptos e sua relação nas taxas de turbidez.</p>
<p>O Papel da Denudação Geoquímica no Processo de Erosão Diferencial no Quadrilátero Ferrífero/MG.</p>	<p>SALGADO,A. A.R.. NALINI Jr, F.C. BRAUCHER, R. ARIAS, H. VARAJÃO, A.F.D.C VARAJÃO, C.A.C (2002).</p>	<p>Revista Brasileira de Geomorfologia / Departamento de Geologia da UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto.</p>	<p>Foram utilizadas análises físico-químicas e químicas de águas superficiais coletadas em 18 (dezoito) pontos de monitoramento, localizados em quatro sub-bacias hidrográficas que drenam a área de estudo</p>	<p>Investigar quantitativamente a existência da erosão diferencial no Quadrilátero Ferrífero e assim verificar as hipóteses levantadas nas investigações geomorfológicas anteriores sobre a referida região.</p>

<p>Aplicação de Métodos Geofísicos para a Caracterização Geológica - Geotécnica de áreas do Embasamento Cristalino Erodidas por Voçorocas</p>	<p>BACELLAR, L. A; NETTO, A. L. C; LACERDA, W; ARANHA, P. R. A. (2002).</p>	<p>10º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental/ Departamento de Geologia da UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto; Departamento de Geologia da UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais; Departamento de Geografia da UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro.</p>	<p>Aplicação de dois métodos indiretos de investigação geofísica (geo-radar de penetração no solo e eletrorresistividade).</p>	<p>Caracterização dos possíveis condicionantes subsuperficiais de duas voçorocas de uma encosta da região centro-sul do Complexo do Bação com padrão anômalo de desenvolvimento. Estas se situam nas cabeceiras de um pequeno tributário do córrego Holanda, na sub-bacia do rio Maracujá. As voçorocas de regiões do embasamento cristalino muitas vezes evoluem conforme padrões anômalos devido à influência de condicionantes subsuperficiais, tanto os ativos (água subterrânea) como os passivos (erodibilidade).</p>
<p>Comportamento hidrológico superficial e erodibilidade dos solos da região de Santo Antônio do Leite, Distrito de Ouro Preto - MG.</p>	<p>SANTOS, C.A. dos, SOBREIRA, F. G.; NETO, A.L.C (2002).</p>	<p>Revista Escola de Minas/ Departamento de Geologia da UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto e Departamento de Geografia da UFRJ- Universidade Federal do Rio de Janeiro.</p>	<p>Monitoramento de uma vertente, através de parcelas de análise de erosão laminar, ensaios de infiltração, ensaios de Inderbitzen, ensaios de estabilidade de agregados do solo e análise granulométrica.</p>	<p>Mostra a relação da erodibilidade da chuva e os focos de erosão acelerada no distrito de Santo Antônio do Leite, em Ouro Preto, distrito este que apresenta grande número de ravinas e principalmente de voçorocas.</p>
<p>Ensaio de Laboratório no Estudo da Erodibilidade dos Solos de Santo Antônio do Leite, Ouro Preto, Minas Gerais.</p>	<p>SANTOS, C.A. dos (2002).</p>	<p>10º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental/ Departamento de Geologia da UFOP- Universidade Federal de Ouro Preto</p>	<p>Revisão bibliográfica do assunto em questão, atividades de campo para coleta de amostras de solo e ensaios de laboratório (caracterização geotécnica, ensaio de Inderbitzen e ensaio de Estabilidade de Agregados do Solo).</p>	<p>Analisa a erodibilidade dos solos do distrito de Santo Antônio do Leite, inserida na bacia do rio Maracujá que se localiza no embasamento do Complexo Bação. A intenção é averiguar a susceptibilidade do solo frente à erosão superficial e dessa forma buscar compreender a ocorrência de inúmeras feições erosivas na região.</p>

<p>Fatores condicionantes do voçorocamento na bacia hidrográfica do Rio Maracujá, Ouro Preto, Minas Gerais.</p>	<p>BACELLAR, L. de A.P.; NETTO, A.L.C. ; LACERDA, W. (2001)</p>	<p>VI Simpósio Nacional de Controle de Erosão/ Departamento de Geologia da UFOP- Universidade Federal de Ouro Preto e Departamento de Geografia da UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro.</p>	<p>Trabalhos de campo, com caracterização geológica e geotécnica detalhada do regolito, das diversas unidades litológicas da bacia seguida da caracterização da erosão e da estratigrafia dos sedimentos quaternários. Posteriormente foram selecionadas áreas para aprofundamento dos estudos geológicos e geotécnicos, incluindo a caracterização hidrológica subsuperficial. Por fim, se fez o cruzamento dos dados.</p>	<p>Resumo parcial de uma tese de doutoramento (Bacellar, 2000), que consistiu no estudo integrado e regional do voçorocamento na bacia hidrográfica do rio Maracujá, com o intuito de diagnosticar os condicionantes desse fenômeno e as razões de sua distribuição desigual na paisagem. Identificados os condicionantes e suas variações temporais e espaciais, procurou-se investigar, através de técnicas próprias à geotecnia, os possíveis mecanismos genéticos e evolutivos das voçorocas e, assim, subsidiar métodos de combate ao fenômeno.</p>
<p>Zoneamento geomorfológico da Bacia do Rio Carioca – Itabirito, MG.</p>	<p>LANA, C. E. ; FERNANDES, S. M. (2001).</p>	<p>IX Seminário de Iniciação Científica da UFOP/</p>	<p>Visita de campo, objetivando análise geral dos cenários geológicos e geomorfológico, delimitação da bacia em cartas topográfica 1:25.000, compartimentação da área em três setores homólogos quanto ao padrão de curso d'água, estudo paralelo da geologia da área.</p>	<p>Evidenciar o porquê da ocorrência de perda de solos, assoreamento de rios e degradação de ecossistemas na bacia do Rio Carioca, de forma a favorecer o surgimento de alternativas que proporcionem maior sustentabilidade aos ambientes vítimas de degradação natural e antrópica.</p>
<p>Processos erosivos acelerados (Voçorocas): O exemplo de Cachoeira do Campo, Ouro Preto, MG.</p>	<p>SOBREIRA, F. G. (2000)</p>	<p>Revista Solos e Rochas/ Departamento de Geologia da UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto</p>	<p>Inicialmente buscou-se avaliar o estágio das formas erosivas e classifica-las. Em seguida foi elaborado um mapa cadastral de erosão através de trabalhos de campo e fotointerpretação. Por fim, realizou-se a coleta e o cadastro dos diversos tipos de solos das formas erosivas.</p>	<p>Abordar as erosões aceleradas nos Distritos de Cachoeira do Campo e Santo Antônio do Leite</p>

Quadro 1.2 - Trabalhos, autores e ano de publicação, fonte e instituto de pesquisa, metodologia e objetivos de teses defendidas entre os anos de 2000 a 2006 referentes ao tema Erosão no Quadrilátero Ferrífero.

Trabalhos	Autores/ano de publicação	Fonte/ Instituto de pesquisa	Metodologia	Assunto (objetivos)
Condicionantes geológicos, geomorfológicos e geotécnicos dos mecanismos de voçorocamento na Bacia do Rio Maracujá – Ouro Preto , MG	BACELLAR,,L. de A P. (2004)	Tese de Doutorado em Engenharia Civil/ Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Brasil.	Compilação de dados bibliográficos sobre o tema e uso de mapas topográficos, geomorfológicos e produtos fotográficos de toda Bacia, além de trabalhos de campo e ensaios geofísicos e de leitura periódica de 25 piezômetros.	Pretende-se recorrer a conceitos e metodologias geomorfológicas para o estudo de uma região, procurando entender quais são os fatores condicionantes do voçorocamento e distribuição espacial dessa forma erosiva na paisagem.
Estudo da Evolução do Quadrilátero Ferrífero, MG-Brasil, através da quantificação de processos erosivos desnudacionais.	SALGADO, A. A. R. (2006)	Tese de Doutorado em Evolução Crustal e Recursos Naturais/ Universidade Federal de Ouro Preto, UFOP, Brasil	Investigar quantitativamente a existência da erosão diferencial no Quadrilátero Ferrífero e assim verificar as hipóteses levantadas nas investigações geomorfológicas anteriores sobre a referida região.	Utilização de análises físico-químicas e químicas das águas superficiais coletadas em dezoito pontos de monitoramento, localizados em quatro sub-bacias hidrográficas que drenam a área de estudo (Bacias do alto Fechos, Cata Branca/Esperança, o alto Maracujá e o alto da bacia do Caraça).

Quadro 1.3 – Trabalhos, autores e ano de publicação, fonte e instituto de pesquisa, metodologia e objetivos de trabalhos publicados na forma de texto informativo e de apresentação de mapas entre os anos de 2000 a 2006 referentes ao tema Erosão no Quadrilátero Ferrífero.

Trabalhos	Autores/ano de publicação	Fonte/ Instituto de pesquisa	Metodologia	Assunto (objetivos)
O uso e a ocupação do solo, erosão e assoreamento.	SOBREIRA, F. G; PARAZZI, M. G; GALVÃO, T. C. de B. (2005).	Navegando o Rio das Velhas das minas aos Gerais/ Instituto GUACUI-SOS Rio das Velhas/Projeto Manuelzão-UFMG	Trabalhos de campo	De caráter informativo busca conscientizar a população e autoridades sobre a problemática da erosão. Explica o dinamismo desse fenômeno tendo como foco de análise a Bacia do Rio das Velhas.

Atlas da bacia do Rio das Velhas	CBH Rio das Velhas (2003)	Atlas da bacia do Rio das Velhas/ Parceria de várias Instituições como o CBH Rio das Velhas, a ANA; a OMM e o Bird.	Confecção de dezenas de cartas da bacia, afim de espacializar diversas características da mesma, desde cartas de suas divisões administrativas até cartas de potencial erosivo. Ao que se refere aos temas erosão e hidrossedimentologia, este trabalho apresenta cartas como: tipos de solo, uso do solo, comportamento espacial e sazonal médio das chuvas, cartas geológicas e geomorfológicas, potencial erosivo, entre outras.	Disponer ricas e diversificadas informações a respeito da bacia, o que pode servir de auxílio à gestão e sustentabilidade da mesma.
----------------------------------	---------------------------	---	---	---

3.1 – Análise das publicações

A partir das análises dos estudos já existentes sobre o tema erosão no Quadrilátero Ferrífero constatou-se que as instituições que mais apresentaram trabalhos sobre a referida região são aquelas que se situam no próprio domínio geomorfológico supracitado. A análise do Gráfico I mostra a contribuição de pesquisas por cada instituição. Percebe-se, portanto, que há uma grande concentração de trabalhos realizados pela UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) - que contribuiu com cerca de 61% dos 31 trabalhos publicados entre 2000 e 2006. Posteriormente, com um aporte de aproximadamente 19% nas pesquisas se encontra a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Com uma contribuição de 12% aparece a UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro - em pesquisas de parceria com a UFOP. A Uni-BH - Centro Universitário de Belo Horizonte e o CEREGE - Universidade Aix-Marseille III – França, essa também em parceria com a UFOP, contribuiu respectivamente com 9% e 6%. Há ainda, em menor número, outras instituições como a Newton Paiva e a UFV, ambos representando 3% de contribuição. Devido a um menor número de publicações, outras instituições foram agrupadas em uma só categoria (*outras*) correspondendo a 16% de contribuição de publicações, sendo representadas pelo CBH – Comitê de Bacias Hidrográficas-, Instituto GUACUI-SOS Rio das Velhas e a UNILESTE.

Os departamentos de pesquisa se diferenciam de acordo com cada instituição acadêmica. A análise da Figura 2 permite evidenciar esses aspectos. Percebe-se que na

UFOP dos trabalhos apresentados há uma grande quantidade de estudos concentrados no Departamento de Geologia, DeGeo, e algumas poucas participações do Departamento de Engenharia Ambiental. Na UFMG, quem mais vem se dedicando a esses estudos é o departamento de Geografia, com destaque também para a Cartografia. Além desses, nos estudos encontrados aprecem ainda o Departamento de Geologia e algumas poucas participações do Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos e do Departamento de Química. Também na UFRJ quem mais vem se dedicando a esses estudos é o Departamento de Geografia. Na Uni-BH os trabalhos são mais realizados pelo curso de Geografia e Análise Ambiental, e na Newton Paiva os estudos se concentram nos departamentos dos cursos de Geografia e Meio Ambiente e Ciências Biológicas Ambientais e da Saúde.

A análise do Quadro 2 permite evidenciar os principais autores e suas maiores contribuições referentes ao tema erosão no Quadrilátero Ferrífero. Entre os pesquisadores que mais contribuem para a compreensão da erosão no Quadrilátero Ferrífero aparece SOBREIRA, F., com uma participação de cerca de 22% nas publicações. Não muito distante se inserem BACELLAR L. A., NETTO, A. L. C. e SANTOS, C., G com respectivamente 19%, 16% e 12% de participação nos trabalhos. Todos esses autores apresentaram estudos voltados para os processos de voçorocamentos da região do Complexo Bação na busca de compreender e solucionar esses problemas, sendo eles, pesquisadores do DeGeo de Ouro Preto - exceto NETTO da instituição UFRJ, mas que nos estudos faz parceria com UFOP.

Ainda, do DeGeo se destacam os estudos de SALGADO, A. A. R, VARAJÃO, C.A.C. e VARAJÃO, A.F.D.C. no âmbito da análise sobre erosão diferencial no Quadrilátero Ferrífero, e os trabalhos de LANA, C. E. A com abordagens acerca de análises hidrossedimentológicas no Alto da bacia do Rio das Velhas.

Outros autores influentes que não constam no Quadro 2, por terem um número menor de publicações sobre o assunto, compreendem pesquisadores do departamento de Geografia da UFMG, com destaque para os estudos de VALADÃO, R.C, MAGALHÃES A. P. e, novamente, SALGADO, A. A. R com o foco, principalmente, em análises de erosões laminares e seus impactos em cursos fluviais. Na Uni-BH destaca-se os pesquisadores SOUZA, Jorge Batista de e FIGUEIREDO, Múcio do Amaral. Suas pesquisas dão enfoque aos aspectos geológicos e geomorfológicos no intuito de se compreender as conseqüências do uso e ocupação do solo das regiões estudadas.

A análise espacial dos estudos é evidenciada na Figura 3 e no Quadro 3.⁴ Percebe-se dessa forma que a maioria dos estudos encontrados nessa pesquisa bibliográfica concerne à Região do Complexo Bação que foi a área de estudo de pouco mais da metade das publicações. Do total das publicações referentes ao Complexo do Bação uma gama de trabalhos se concentra no sub-bacia do Rio Maracujá situado no município de Ouro Preto, mas aprecem ainda outros trabalhos, realizados na Sub-bacia do rio Itabirito, no município de Itabirito.

Outra região de grande enfoque nos estudos concerne à área do Super-Grupo Minas. Essa aparece em 19% dos trabalhos aqui presentes, sendo mais da metade destes

⁴ Para a análise espacial desses estudos tentou-se separar esses pela geologia, mas só dessa maneira não foi possível. O critério de divisão se encontra na Figura 3 e no Quadro 3. Acredita-se ser essa uma maneira eficaz de analisar as regiões onde se realizaram os estudos

ocorrentes na Micro-bacia do Córrego do Cercadinho, localizada na porção sul de Belo Horizonte. Aparecem ainda alguns estudos ocorrentes em micro-bacias na região de Ouro Preto que se insere nesse domínio geológico. Os trabalhos que se situam no Supergrupo Rio das Velhas representam 5% das publicações encontradas, apresentando como foco de estudo a sub-bacia do Ribeirão Ribeiro Bonito, em Caeté. Esses retratam os processos erosivos do solo associados à plantação de eucalipto na região.

Uma outra abordagem espacial se insere nos domínios de todo o Quadrilátero Ferrífero. Estes trabalhos apresentam uma contribuição de 13%, sendo a análise dos estudos realizados principalmente em sub-bacias pontuais que se inserem nesse domínio geomorfológico, como a bacia do alto Fechos, Cata Branca/Esperança, o alto Maracujá e o Alto da bacia do Caraça. Nesse sentido, os trabalhos mais recorrentes remontam à chamada denudação geoquímica diferencial. E por fim, correspondendo a 9% das publicações, encontraram-se pesquisas realizadas em toda a bacia do Rio das Velhas que também contribuem para a presente análise.

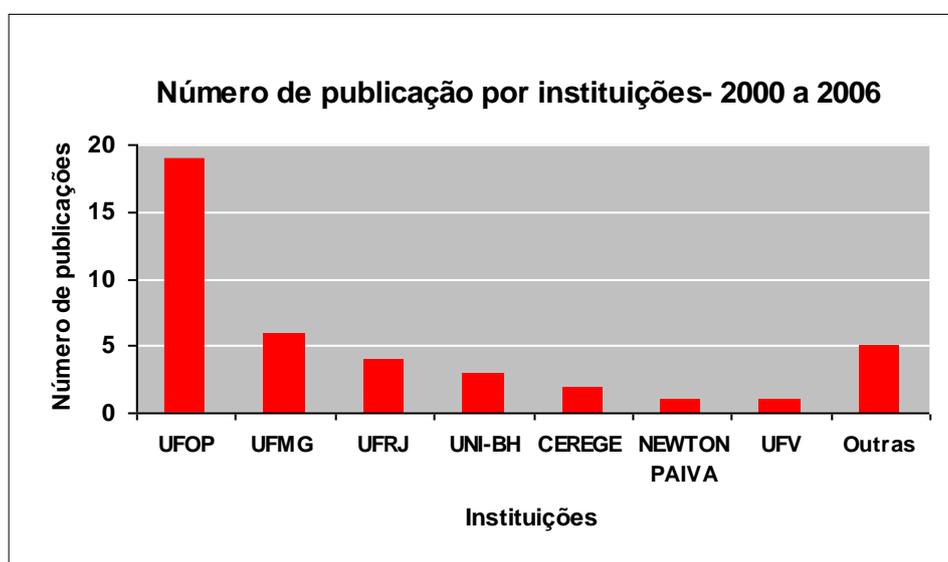


Gráfico 1 – Número de publicações por instituição entre os anos de 2000 a 2006 referentes ao tema erosão no Quadrilátero Ferrífero.

Instituições e departamentos envolvidos nas pesquisas - 2000 a 2006

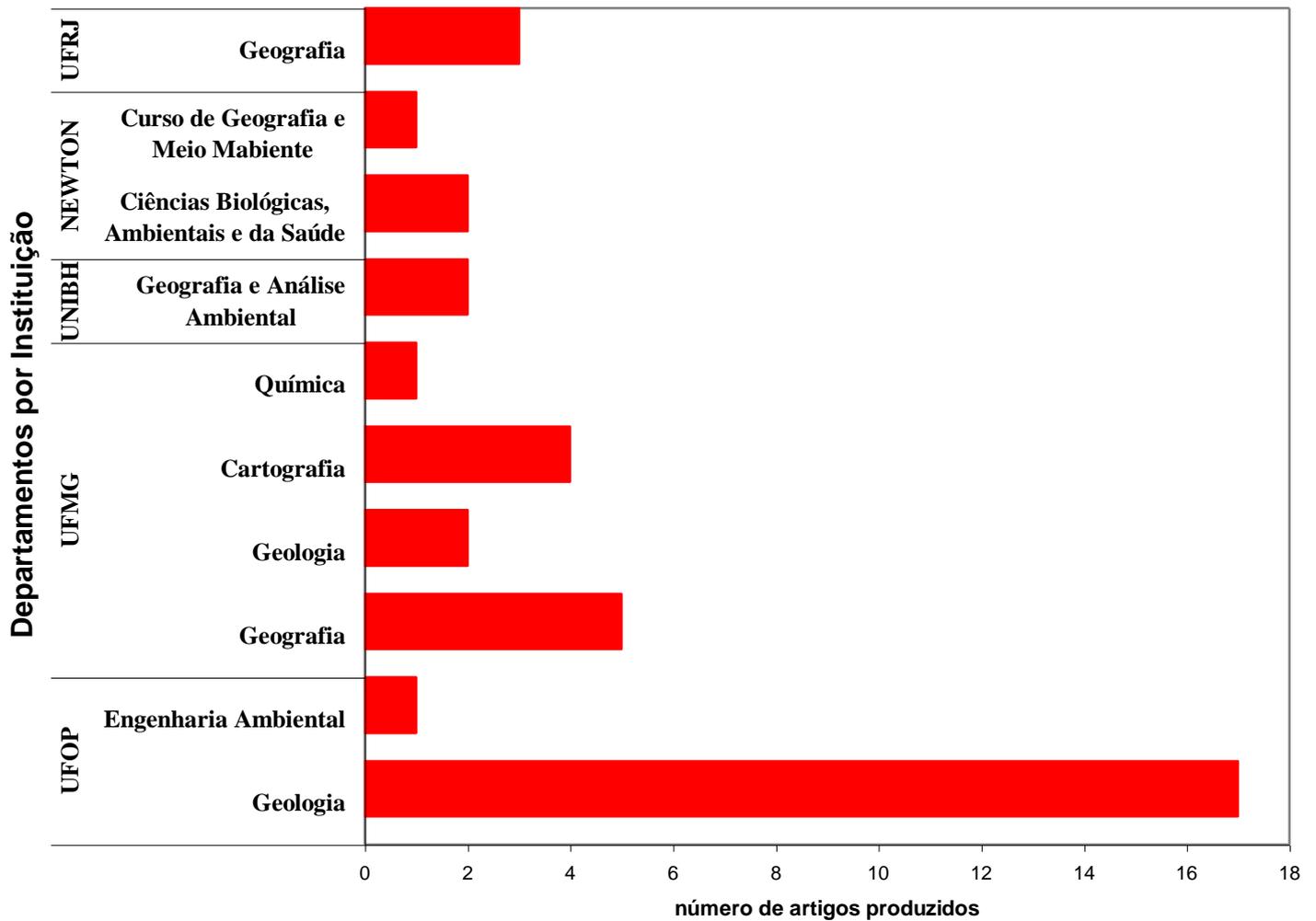


Figura 2 – Departamentos institucionais envolvidos em pesquisas referentes ao tema erosão no Quadrilátero Ferrífero, entre os anos de 2000 a 2006.

Quadro 2 – Contribuição dos autores e seu foco de estudo referente ao tema Erosão no Quadrilátero Ferrífero, entre os anos de 2000 e 2006.

Autor	Número participação em publicações	Contribuição	Foco de estudo
SOBREIRA, F. G	7	22,58	Processos erosivos no Complexo do Bação
BACELLAR, L. A. P;	6	19,35	Análises de erosão acelerada, principalmente em rios do complexo Bação.
SALGADO, A. A. R.	6	19,35	Análise da erosão diferencial no Quadrilátero Ferrífero
NETTO, A. L. C;	5	16,12	Análises de erosão acelerada principalmente no bação
SANTOS, C. A	4	12,90	Análise de erosão acelerada principalmente no complexo bação
VARAJÃO, A.	4	12,90	Análises de processos erosivos e superfícies de erosão no quadrilátero Ferrífero
VARAJÃO, C.	3	9,67	Análises de processos erosivos e superfícies de erosão no quadrilátero Ferrífero
LANA, C. E.A	3	9,67	Análises de hidrossedimentologia no Alto rio das Velhas.

Quadro 3 – Localização hidrográfica e da região de estudo, número de publicações por área, publicação total e contribuição de pesquisas referentes ao tema erosão no Quadrilátero Ferrífero, entre os anos de 2000 e 2006.

Localização da região do estudo	Localização hidrográfica do estudo	Número de publicações por área	Publicação Total	Contribuição
Complexo do Bação	Subbacia do rio maracujá	11	16	51,6129
	Subbacia do rio Itabirito	5		
Supergrupo Minas	Micro bacia do Córrego do Cercadinho	4	6	19,35484
	Microbacias de Ouro Preto	2		
Supergrupo Rio das Velhas	Ribeirão Ribeiro Bonito	2	2	6,451613
Todo o Quadrilátero Ferrífero	Subbacias do Alto Rio das Velhas	4	4	12,90323
Toda a Bacia do Rio das Velhas	O Rio das Velhas	3	3	9,677419



Figura 3 – Principais áreas de estudo das pesquisas referentes ao tema erosão no Quadrilátero Ferrífero, entre os anos de 2000 e 2006

Quadro 4: Contribuição de trabalhos por ano referentes ao tema erosão no Quadrilátero Ferrífero.

Ano	Número	Contribuição
2006	8	25,80
2005	6	19,35
2004	3	9,68
2003	7	22,58
2002	3	9,68
2001	2	6,45
2000	1	3,22

A análise temporal de contribuição de estudos entre 2000 e 2006, evidenciada no Quadro 4, não apresenta um padrão determinado de distribuição, porém percebe-se que houve grandes contribuições nos últimos dois anos e em 2003, enquanto que nos primeiros anos estipulados poucos trabalhos foram encontrados.

3.1 – Principais temas abordados acerca dos processos erosivos

Partindo do pressuposto que os processos erosivos mais abordados se referem à erosão hídrica, pretende-se, através da análise dos trabalhos expostos, fazer considerações acerca desses processos mostrando os principais assuntos abordados referentes à erosão na região do Quadrilátero Ferrífero, área que comporta a Alta Bacia do Rio das Velhas.

Entretanto, é importante salientar que, embora o foco desse trabalho seja os processos erosivos, também será feita alusão a outros tipos de processos desnudacionais, citados nos Quadros 1.1 e 1.2, dentre eles os processos geoquímicos e os movimentos de massa, o qual consideramos de suma importância para a compreensão do modelado geomorfológico da área de estudo. Entretanto, em relação aos movimentos de massa só

serão feitas considerações de interesse do trabalho no qual concerne esses movimentos por força gravitacional dentro de formas erosivas, como ravinas e voçorocas.

A análise dos Quadros 1. 1, 1.2, 1.3 permitem evidenciar um grande número de publicações que alude à erosão hídrica tanto por fluxo superficial quanto por fluxo subsuperficial. Esse tipo de erosão é abordado principalmente na medida em que se descrevem sobre as formas erosivas da região, que se apresentam tanto como formas de erosão laminar quanto como formas de erosão em canais, como sulcos, ravinas e voçorocas.

Grandes partes dos trabalhos, ao retratarem tal tipo de erosão recorrem comumente à Região do Complexo Bação, principalmente os municípios de Itabirito e a parte do município de Ouro Preto que se insere nesse domínio geológico (Figura 3 e Quadro 3). Os estudos referentes à região abordam as formas de erosão em canais, especialmente ravinas e voçorocas. Conforme vários autores, essas formas erosivas são freqüentes em áreas com rochas do embasamento cristalino, devido ao seu caráter frágil e a baixa resistência à erosão.

Bacellar, Netto & Lacerda, 2001, Morais, Figueiredo *et al.* , 2003, Bacellar & Sobreira, 2004 e demonstram que em virtude desse conjunto litológico, os regolitos da região são bastante espessos, demonstrando intensa atuação do intemperismo químico. Citando Parzanese, 1991, Bacellar, Netto & Lacerda, 2001 descrevem que os horizontes superficiais, sobretudo o B, são mais resistentes à erosão que o horizonte C (saprólito). Assim, as voçorocas tendem a se desenvolver plenamente, quando o saprólito é exposto aos processos tanto de erosão superficial como subsuperficial, especialmente no processo de piping. Também se podem encontrar referências à constatação supracitada nos trabalhos de Santos, Sobreira & Netto, 2002 e Santos, 2002.

Outros fatores condicionantes dessas formas erosivas nos quais vários trabalhos fazem alusão compreendem a precipitação ou a erodibilidade dos solos. Santos & Sobreira, 2004 ressaltam a importância da análise desse tema, visto que, em regiões de clima tropical úmido os problemas relacionados à erosão são fundamentalmente de natureza hidrológica, desencadeados pelo escoamento superficial e sub-superficial ou ainda pela ação gravitacional diante do decréscimo de resistência dos solos sob saturação ou próximo à saturação em água. Dessa forma, ao pesquisarem a ocorrência de ravinas e voçorocas nas bacias Ribeirão Carioca Córrego do Bação e Córrego Carioca, afluentes do Rio Itabirito, constatam que os processos erosivos são condicionados por uma série de fatores naturais (solo, substrato rochoso, vegetação e relevo) e antrópicos (uso desordenado do solo), e a precipitação é um fator deflagrador cuja ação está limitada pela vulnerabilidade à erosão dos outros fatores. Em consonância a essa perspectiva Sobreira, 2000 ao abordar as erosões aceleradas nos distritos de Cachoeira do Campo e Santo Antônio do Leite, em Ouro Preto constatam que os principais agentes atuantes no desenvolvimento dessas erosões são as águas superficiais (normalmente desviadas de zonas ocupadas) e as águas subterrâneas (causadoras do processo de piping).

Entretanto, em trabalhos posteriores, Santos *et al.* , 2002 e Santos, 2002 , ao analisarem a erodibilidade dos solos da região de Santo Antônio do Leite, verificam que a chuva, não se comporta como o fator deflagrador dos focos de erosão acelerada, mas sim pode ser considerado o acelerador do processo, haja vista que através da análise dos resultados obtidos com os ensaios de campo e laboratório, concluiu-se que a camada

superficial dos solos da região de Santo Antônio do Leite é bem resistente aos agentes causadores da erosão laminar (chuvas).

Nesse último trabalho citado encontra-se uma referência a um outro tipo de forma erosiva que compreende as formas erosivas laminares. Nesse sentido, o que se percebe é que além de formas erosivas em canais, alguns trabalhos ainda abordam sobre essa outra consequência da erosão hídrica. Entretanto, em comparação com a primeira, poucas referências explícitas são feitas às segundas. Nogueira et al, 2006 alude a esse fato quando afirma que os processos erosivos, que afetam o meio ambiente e as atividades antrópicas, muitas vezes passam despercebidos principalmente na sua forma laminar. No entanto, eles são muito evidentes quando formam canais, ravinas e, principalmente, voçorocas.

Estudos que concernem à forma erosiva laminar compreenderam os trabalhos de Salgado, Valadão & Neef, 2003 e Salgado & Magalhães, 2006 ambos retratando os processos erosivos do solo associados à plantação de eucalipto na Região de Caeté. Foi constatado que nos períodos de maior pluviosidade há aumento das taxas de turbidez, decorrente da aceleração da erosão laminar da chuva sobre o solo. Os maiores índices de taxa de erosão laminar foi observado nos períodos de dois anos após o corte do eucalipto, no qual o solo fica mais exposto aos processos.

É importante salientar que em todos os trabalhos supracitados a interferência antrópica constitui como um dos condicionantes inerentes para o entendimento dos processos erosivos haja vista que essas intervenções podem acelerar em poucos anos processos ou ciclos geomorfológicos que levariam décadas, séculos ou milhares de anos para serem concluídos.

Um bom exemplo disso se encontra nos trabalhos de Bacellar, 2000, Bacellar & Morais, 2005 e Bacellar, Lacerda & Netto, 2005. Esses remontam às ocupações locais que se iniciaram nos princípios do século XVIII - já que a área do Complexo Bação servia como centro de produção agrícola para as cidades que se desenvolviam com o Ciclo do Ouro, como Ouro Preto e Sabará - para explicar o grande número de voçorocas presentes na região. Nesse sentido, afirmam que a construção de muros de pedra seca, valos, estradas e caminhos e a compactação do solo proporcionaram o aparecimento generalizado de voçorocas na região. Valos são trincheiras de até 2 metros de profundidade escavadas com o propósito de separar propriedades, assim como os muros de pedra seca. Além disso, proporcionavam a concentração do escoamento superficial, os valos freqüentemente eram escavados até o saprólito (horizonte C), extremamente erodível, detonando-se, assim, a erosão. Grande parte das voçorocas da área estão de alguma forma conectadas a tais valos.

Fabri, Leite & Carmo, 2006 ao analisar o impacto da atividade mineradora na morfologia do Córrego Bandeira, Ouro Preto, constataram que a modificação do uso do solo feitas, principalmente por ações antrópicas, nas encostas e taludes, interferem as trocas com as águas fluviais alterando a dinâmica das águas. As cavas das minerações do local estudado apresentam-se na maioria das vezes desprovidas de vegetação e seu solo muito remexido o que permite o carreamento de material fino (siltes e argilas) para os cursos de água durante os períodos chuvosos.

Entretanto, os estudos concernentes à erosão em decorrência de causas antrópicas se mostraram mais relevantes em abordagens sobre erosões em áreas

urbanas. Essas vêm denotando um crescimento, já que se tornam preocupantes os impactos ambientais decorrentes dessa rápida expansão das cidades. Como afirma Moreira, Guimarães & Diniz, 2003 “seguindo as tendências econômicas da globalização, o processo industrial impulsionou uma rápida expansão urbana nas cidades, resultando num processo de ocupação, muitas vezes, desordenado. Essas ações resultaram numa intensa degradação do meio ambiente urbano e o surgimento de vários problemas ambientais nas cidades como a contaminação dos recursos hídricos e do solo, erosão acelerada, movimentos de massa, assoreamento de rios e córregos e a degradação da vegetação”.

Na busca dessas abordagens o que mais se encontrou foi estudos de casos da região de Belo Horizonte.

Moreira, Guimarães & Diniz, 2003, têm como foco de análise o Bairro Belvedere III localizado na Bacia do Córrego Cercadinho. Como afirmam “A razão da seleção da bacia do Alto Cercadinho foi em decorrência da necessidade de avaliação dos impactos ambientais no sistema (bacia hidrográfica) e não apenas em nível local (Bairro Belvedere III), uma vez que se um ponto da bacia sofre impacto ou intervenções, todos os outros podem ser afetados de alguma forma.”. Apresenta uma análise da verticalização da Serra do Curral e da ocorrência da impermeabilização do solo em área urbana “cuja ocupação se deu, justamente, na faixa de ocorrência de um dos principais domínios hidrogeológicos de Belo Horizonte e que condicionalmente afetará a contribuição de aquíferos que abastecem bacias como a do Córrego Cercadinho, importante manancial de abastecimento para a cidade”. As formas de erosão acelerada é mencionada ao se referir a presença de voçorocas na região, que se situam no domínio geológico da Formação Cauê e Cercadinho.

Souza *et al.*, 2003 e Santos *et al.*, 2003 também faz alusão à região do Córrego do Cercadinho, no qual ambos os trabalhos abordam a relação das atividades antrópicas com o carreamento de sedimentos para o rio e seus tributários, o que vem provocando um entalhamento da calha desses. Além disso, um outro aspecto é mencionado num desses estudos: o avanço da erosão nas margens do rio durante picos de descargas pluviométricas. Isto ocorre, devido ao aumento do aporte de águas no leito fluvial, que provém das variadas formas de impermeabilização do solo nessa área urbana.

Além dos trabalhos acima citados, diversos outros também apresentam como conseqüências desses processos erosivos o assoreamento de rios nos quais dentre eles podemos citar Santos, 2002 e Lana & Castro, 2005. A metodologia aplicada neste último demonstra que dentro do contexto da dinâmica hidrológica e das taxas de erosão e deposição, existem variáveis que não podem ser deixadas de lado, incluindo aqui a granulometria e o grau de arredondamento médio dos sedimentos, associado à sua filiação petrográfica (ou mineralógica). Essas variáveis, conforme colocado por Lana, 2004 quando relacionadas à identificação das possíveis áreas-fonte e da distância em que os sedimentos foram transportados permitem compreender melhor questões ambientais diversas, como, por exemplo, o assoreamento recente de canais.

Principalmente nos casos referentes a assoreamentos nas bacias englobadas na região do Complexo Bação, o que se percebe é que muitas vezes esse processo está associado aos próprios movimentos de massa dentro das voçorocas. Em quase todos os trabalhos que retratam sobre essas formas erosivas há constatações sobre o assunto, destacando os trabalhos de Bacellar, 2000, Sobreira, 2000, Santos & Sobreira, 2004 e

Bacellar & Morais, 2005. Nos dois primeiros trabalhos citados foi identificado que na região do Córrego do Maracujá os processos responsáveis pela propagação de voçorocas ativas se devem à erosão hídrica superficial e subterrânea (piping) incluindo diversos tipos de movimentos de massa (escorregamentos, quedas e corridas).

Nesse sentido, no último trabalho supracitado, ao pesquisar as erosões nas proximidades dos córregos Maracujá e Holanda, afirma que as dimensões de algumas erosões e as intensidades de pontos de instabilidade em algumas formas levam à produção de um volume considerável de material desagregado e transportado pelas águas de escoamento. Esse material acaba por assorear locais imediatamente próximos à erosão (quando não a própria) ou ser levado pelos tributários dos córregos Maracujá e Holanda, para ser depositado mais a jusante no Rio das Velhas.

Entretanto, esse mesmo autor discute que os movimentos de massa dentro de voçorocas pode ser a solução mais eficaz no controle desse processo. Isso porque, na medida em que se implementa barramentos ou diques de retenção no interior dessas erosões, os sucessivos movimentos de massa nos taludes tenderão a produzir uma configuração mais estável, uma vez que o material depositado na base dos taludes deixará de ser removido. O efeito deste processo será a diminuição do gradiente hidráulico e o confinamento da superfície freática, anteriormente exposta.

Outra abordagem relativa à erosão no Quadrilátero Ferrífero se refere à chamada denudação geoquímica diferencial. Essa alude a um caráter regional que procura explicar o modelado a partir de diferentes características litológicas. A idéia básica da erosão diferencial no Quadrilátero Ferrífero é que: as áreas mais altas correspondem aos quartzitos e itabiritos por esses serem mais resistentes; as áreas de altitude mediana estão sobre os xistos-filitos, de resistência média; e as áreas de menor altitude se encontram sobre os granito-gnaisses, que apresentam menor resistência.

No âmbito da análise de pesquisas atuais, compreendendo os anos de 2000 a 2006, os estudos concernentes a erosão diferencial no Quadrilátero Ferrífero se concentram nos trabalhos de Salgado, 2006. Isso porque desde o trabalho de Varajão, 1991 pouco ou praticamente nada se produziu sobre o assunto abordado, até o momento da publicação da tese do pesquisador supracitado.

Salgado, 2006 faz uma referência bibliográfica sobre análises feitas acerca da evolução do modelado do Quadrilátero Ferrífero. Dentre os trabalhos se destacam Tricart (1961), Barbosa & Rodrigues (1965; 1967); Dorr (1969); Lichte (1979); Barbosa (1980); Varajão (1991) e Valadão (1998) que abordam, variavelmente, superfícies de aplainamento, tectônica e erosão diferencial como uma explicação do modelado regional, estando o último essa última abordagem presente em todos os trabalhos. Em relação às superfícies de aplainamento abordadas por muito desses autores, Salgado afirma, assim como já assegurava Lichte (1979) que esse termo não cabe a referida região, por uma razão de escala. O que melhor se aplica ao Quadrilátero é a denominação de superfície erosiva.

Salgado *et al.*, 2006 quantifica a denudação geoquímica diferencial no Quadrilátero Ferrífero evidenciando que: quartzitos e itabiritos são as rochas que apresentam maior resistência aos processos desnudacionais; os xistos, filitos e granito-

gnaises apresentam uma resistência mediana; e os mármore e dolomitos constituem as menores resistências.

Nesse sentido, Salgado, 2006 afirma que “este fato prova, quantitativamente, que as análises qualitativas presentes nos diversos estudos geomorfológicos já realizados no Quadrilátero Ferrífero, estavam corretas em atestar que o modelado regional possui em sua gênese processos relacionados à erosão diferencial”. Além disso, seus trabalhos mostram que a análise química das águas é de grande auxílio para se compreender os processos desnudacionais, pois a partir dela é possível analisar o intemperismo químico das rochas.

Além dessas análises acerca da erosão diferencial o pesquisador apresenta em seus estudos reflexões concernentes à erosão em bacias hidrográficas. De acordo com Salgado *et al.*, 2006 a erosão nessa bacia tende a ser mais agressiva nas cabeceiras de drenagens do que nas partes baixas dessa. Isso vem a ratificar diversos trabalhos que investigaram os processos desnudacionais em bacias hidrográficas (Stallard *et al.*, 1991; Milliman & Syvitski, 1992; Anderson *et al.*, 1993; Howard *et al.*, 1994 e Edmond *et al.*, 1995), comprovando que estes tendem a ser mais agressivos junto às cabeceiras que nas partes baixas dos cursos fluviais. Outras pesquisas realizadas nesse trabalho ainda comprovaram que a região atualmente não vem sofrendo processos de dissecação dos rios.

Dessa forma, o que se percebe é que há uma abordagem considerável dos processos erosivos hídricos nas micro-bacias do Alto Rio das Velhas, nível de base central do Quadrilátero Ferrífero. Entretanto, nota-se que os focos de análise destas instituições se diferenciam. Os estudos das instituições de Belo Horizonte enfocam principalmente pesquisas de erosão hídrica relacionadas aos impactos ambientais nas bacias decorrentes da urbanização. As áreas com maior número de pesquisas foram às bacias dos municípios de Belo Horizonte onde se evidenciam processos desnudacionais oriundos da ocupação de áreas de risco, inundações e poluição dos mananciais. Já os estudos da UFOP se voltam principalmente para abordagens de consequências de processos erosivos acelerados no sentido de se verificar a origem e o desenvolvimento destas na tentativa de propor soluções para esses problemas. As pesquisas desta instituição se concentram nas bacias dos municípios de Ouro Preto e Itabirito, com destaque para os cursos fluviais do Córrego do Maracujá, evidenciando um acentuado número de voçorocamentos nessas regiões.

4 – Considerações Finais

A referência bibliográfica aqui apresentada tentou explicitar os principais achados e contribuições dos estudos referentes à erosão no Quadrilátero Ferrífero, considerando, entretanto a parte desse que confere o Alto Rio das Velhas. Tentou-se apresentar aqui como se encontra os estudos sobre a referida região, as contribuições das instituições, os autores mais influentes, as áreas e os assuntos mais focados, na busca conhecer muito do que vem sendo feito na região e o que vem sendo deixado de lado.

Percebeu-se assim que os estudos no Quadrilátero Ferrífero têm um foco de estudo muito evidente no Complexo do Baçõ. Esse fato, não é em vão. A grande complexidade de problemas que essa região apresenta devido aos inúmeros focos de

feições erosivas aceleradas como a perda de solos, destruição de edificações e estradas, assoreamento das drenagens, entre outros, acarreta uma maior apreensão na busca de se tentar compreender e solucionar esses problemas. É, portanto, a UFOP situada nas proximidades dessa região conturbada que vem apresentar o maior número de publicações.

Nesse sentido, o que se percebe é que muitos estudos surgem com o intuito de solucionar problemas ambientais que podem levar a sérios prejuízos ao ambiente e até a própria vida humana. Estudos concernentes a áreas urbanas, por exemplo, apresentam um crescimento haja vista que se tornam preocupantes os impactos ambientais decorrentes dessa rápida expansão das cidades, uma vez que as tendências econômicas da globalização impulsionam um processo de ocupação muitas vezes desordenado.

Um outro aspecto relevante refere-se ao crescimento, ao longo dos anos, de textos informativos, o que se analisa em publicações do Projeto Manuelzão, no Atlas bastante ilustrativo da Bacia do Alto Rio das Velhas e em textos de linguagem mais facilitada. Pode-se inferir que esse aspecto denota o fato de que há uma tentativa nesses últimos anos de trazer a população para conhecer a própria região e suas potencialidades e não deixar esses conhecimentos só restritos as academias.

Constatou-se também que os estudos voltados para a compreensão de superfícies de erosão no Quadrilátero Ferrífero apresentaram um salto nos últimos anos. Isso porque desde o trabalho de Varajão (1991) pouco ou praticamente nada se produziu sobre o assunto abordado, até o momento da publicação dos trabalhos de SALGADO, A. A. R.

Entretanto, as análises dos trabalhos apresentados permitem concluir que no que concerne à erosão hídrica poucas são as contribuições referentes a formas erosivas laminares. Além disso, há uma carência de estudos sobre outras áreas do Alto da Bacia do Rio das Velhas, o que se percebe pelo grande enfoque dado às regiões de Ouro Preto e de Itabirito, enquanto que pouco ou nenhum trabalho se encontra sobre outros municípios da Bacia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – pelo suporte financeiro na realização do trabalho, por meio de bolsas de iniciação científica e a Luiz Cherem e Gisele Santos pelas contribuições nas pesquisas e elaboração do presente trabalho.

5 – Referências Bibliográficas

- MORAIS, Fernando ; BACELLAR, Luis Almeida Prado ; SOBREIRA, F. G. . Análise da erodibilidade de saprolitos de gnaíse. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa MG, v. 28, p. 1055-1062, 2004.
- SANTOS, Clibson Alves dos ; SOBREIRA, F. G. ; COELHO NETO, A. L. . Comportamento hidrológico superficial e erodibilidade dos solos da região de

Santo Antônio do Leite, distrito de Ouro Preto, MG. Revista da Escola de Minas de Ouro Preto, Ouro Preto, v. 55, n. 4, p. 285-290, 2002.

- SOBREIRA, F. G. . Processos erosivos acelerados (voçorocas): o exemplo de Cachoeira do Campo, Ouro Preto, MG. Revista Solos e Rochas, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 217-233, 2000.
- SOBREIRA, F. G. ; PARIZZI, Maria Giovana ; GALVÃO, Terezinha Cássia de Brito . O uso e a ocupação do solo, erosão e assoreamento. In: Eugênio Marcos Andrade Goulart. (Org.). Navegando o Rio das Velhas das minas aos gerais. Belo Horizonte: Instituto GUACUI-SOS Rio das Velhas/Projeto Manuelzão/UFMG, 2005, v. 2, p. 329-347.
- SANTOS, Clibson Alves dos ; SOBREIRA, F. G. . Cartografia geomorfológica como subsídio ao ordenamento territorial das bacias do ribeirão Carioca, córrego do Bação e córrego da Carioca, Itabirito, MG. In: IV Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2006, Goiânia. Anais do IV Simpósio Nacional de Geomorfologia. Goiânia : UGB, 2006. v. CD-ROM. p. 13p.
- SANTOS, Clibson Alves dos ; SOBREIRA, F. G. . Ensaio de laboratório no estudo da erodibilidade dos solos de Santo Antônio do Leite, Ouro Preto, Minas Gerais. In: X Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 2002, Ouro Preto. X Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia. São Paulo : Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2002. v. CD ROM.
- SALGADO, A. A. R. ; MAGALHÃES Jr, Antônio Pereira . Impactos da Silvicultura de Eucalipto no aumento das taxas de turbidez das águas fluviais: o caso de mananciais de abastecimento público de Caeté / MG. Geografias, v. 2, p. 47-57, 2006.
- SALGADO, A. A. R. ; VARAJÃO, César Augusto Chicarino ; COLIN, Fabrice ; BRAUCHER, Régis ; NALINI JUNIOR, Herminio Arias ; VARAJÃO, Angélica Fortes Drummond . Denudation rates of the Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais, Brazil) : preliminary results from measurements of solute fluxes in rivers and in situ-produced cosmogenic ¹⁰Be.. Journal of Geochemical Exploration, Holanda, v. 88, p. 313-317, 2006.
- SALGADO, A. A. R. ; VARAJÃO, César Augusto Chicarino ; COLIN, Fabrice ; BRAUCHER, Régis ; NALINI JUNIOR, Herminio Arias ; VARAJÃO, Angélica Fortes Drummond . O papel da denudação geoquímica no processo de erosão diferencial no Quadrilátero Ferrífero/MG. Revista brasileira de geomorfologia, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 55-69, 2004.
- SALGADO, A. A. R. ; VARAJÃO, César Augusto Chicarino ; VARAJÃO, Angélica Fortes Drummond ; NALINI JUNIOR, Herminio Arias ; COLIN, Fabrice ; BRAUCHER, Régis . Study of the erosive and denudational processes in the upper Córrego Maracujá Basin (Quadrilátero Ferrífero/MG - Brazil) by

the in situ-produced cosmogenic ^{10}Be method (in press). *Earth Surface Processes and Landforms*, London, v. 2, p. 1, 2007.

- 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: IV Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2006, Goiânia. Anais do IV Simpósio Nacional de Geomorfologia. Goiânia : UGB, 2006. v. CD-ROM
- FABRI, E. S.; LEITE, M. G. P.; CARMO, E. M. Impactos da Atividade de Extração Mineral na Morfologia do Córrego do Bandeira, Ouro Preto - MG.. In: IV Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2006, Goiânia. Anais do IV Simpósio Nacional de Geomorfologia. Goiânia : UGB, 2006. v. CD-ROM
- LANA, C. E.; CASTRO P. T. A. Respostas da rede de drenagem à heterogeneidade geológica das bacias hidrográficas: uma comparação entre as bacias do Alto Rio das Velhas e Jequitaiá - MG. .. In: IV Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2006, Goiânia. Anais do IV Simpósio Nacional de Geomorfologia. Goiânia : UGB, 2006. v. CD-ROM
- LANA, C.E.; CASTRO, P. de T.A. Estudo da proveniência de sedimentos recentes em um segmento fluvial do Alto Curso do Rio das Velhas - MG. Anais do X Congresso da Abequa, Guarapari, 2005
- BACELLAR, L. de A. P.; MORAIS, F. Caracterização dos Processos Evolutivos de Voçorocas em Rochas do Embasamento Cristalino do Complexo Bação, MG. XI Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. Irianópolis, SP, 2005
- LACERDA, W. A. BACELLAR, L. de A.P.; NETTO, A.L.C.; Controlling factors of gullying in the Maracujá Catchment, Southeastern Brazil. *Earth Surface Processes and Landforms*. Published online in Wiley Interscience, 2005
- MARGAREJO NETTO, M. ; SOBREIRA, F. G. ; PRADO FILHO, J. F. Do . Percepção ambiental sobre os processos erosivos da Bacia do Ribeirão Carioca, Itabirito/MG. Simpósio Nacional sobre Geografia, Percepção e Cognição do Meio Ambiente. Londrina, PR, 2005
- SANTOS, N. A. P.; MAILLARD, P. Uso do sensoriamento remoto e de um sistema de informação geográfica na modelagem da poluição difusa na bacia hidrográfica do Rio das Velhas. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, 2005, INPE, p. 2551-2553.
- BACELLAR, L. A. P. ; COELHO NETO, A. L. ; LACERDA, W. A. . Fatores condicionantes do voçorocamento na bacia hidrográfica do rio Maracujá, Ouro

Preto, MG.. In: VI Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 2001, Goiânia.
CD Rom. Sao Paulo : ABGE, 2001. v. 1

- SANTOS, C.A. dos; SOBREIRA, F.G..Análise Pluviométrica: uma base para a prevenção de enchentes e para o entendimento da ocorrência das ravinas e voçorocas nas bacias Ribeirão Carioca, Córrego do Bação e Córrego Carioca, afluentes do Rio Itabirito, tributário do alto Rio das Velhas, no município de Itabirito, Minas Gerais.
- SOUZA, J.B.de; FIGUEIREDO, M. do A.; BUENO, , G.T.DINIZ, A.D. Meio Físico Urbano e Diagnóstico Ambiental: Estudo de Caso na Microbacia Hidrográfica do Córrego Cercadinho, Belo Horizonte – MG. In: X Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada, Rio de Janeiro, 2003
- FIGUEIREDO, M. do A.; VARAJÃO, A.F.D. C; FABRIS, J.D.; LOUTFI, I.S. Porosidade textural de regolitos do Complexo Bação, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. In: X Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada, Rio de Janeiro, 2003
- MOREIRA, S. J. M; GUIMARÃES, A. G; DINIZ, A. D. Estudos dos impactos ambientais causados pelo uso e ocupação do solo no bairro Belvedere III, Belo Horizonte - MG. In: X Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada, Rio de Janeiro, 2003
- OLIVEIRA, L.M. Qualidade das águas em mananciais para abastecimento doméstico e industrial inseridos em áreas urbanas. Estudo de caso: Córrego Cercadinho em Belo Horizonte - MG.In: X Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada, Rio de Janeiro, 2003
- SOUZA,R.B.de; SANTOS, A.A.R. dos; SANTOS, F.de S.MORAIS, M. dos .S. A realidade ambiental do Parque Aggeio Pio Sobrinho In: X Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada, Rio de Janeiro, 2003
- BACELLAR, L. A. P. . Condicionantes geológicos, geomorfológicos e geotécnicos dos mecanismos de voçorocamento na bacia do rio Maracujá, Ouro Preto, MG. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000 (Tese de Doutorado).
- LANA, C. E. ; FERNANDES, S. M.. Zoneamento geomorfológico da Bacia do Rio Carioca – Itabirito, MG. Ouro Preto, MG., 2001
- SALGADO, A. A. R. ; VALADÃO, Roberto Célio ; NEEF, H. . Zoneamento Ambiental e Plano de Manejo Ambiental da Bacia do Ribeirão Ribeiro Bonito (Caeté/MG). X Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada, 2003

- SALGADO, A. A. R .Estudo da Evolução do Quadrilátero Ferrífero, MG-Brasil, através da quantificação de processos erosivos desnudacionais. Oro Preto: DeGeo/UFOP, 2006 (tese de doutorado)
- BACELLAR, L. A. P. ; Aranha, P.R ; LACERDA, W. A. ; COELHO NETO, A. L. . Aplicação de métodos geofísicos para a caracterização geológico-geotécnica de áreas do embasamento cristalino erodidas por voçorocas. In: X Congresso da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 2002, Ouro Preto. X Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia. São Paulo : Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 2002. v. 1. p. 1-12.
- Atlas da Bacia do Rio das Velhas. - Belo Horizonte, CBH Rio das Velhas, 2003.

Referências bibliográficas que não constam no quadro.

- Figueiredo, M. do A. ; VARAJAO, A. F. D. C. ; Fabris, J. D. ; Loufti, I. S. . Aspectos da alteração superficial e da pedogeomorfologia no sul do Complexo Bação, Quadrilátero Ferrífero, MG. In: X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2003, Rios de Janeiro. Livro de Resumos. Rio de Janeiro : UERJ, 2003. p. 221-221
- PINHEIRO, Antônio Luiz ; SOBREIRA, F. G. ; LANA, Milene Sabino . Influência da expansão urbana nos movimentos em encostas na cidade de Ouro Preto, MG. REM - Revista Escola de Minas, Ouro Preto, v. 56, n. 3, p. 169-174, 2003.
- MERGAREJO NETTO, Marcos ; SOBREIRA, F. G. ; PRADO FILHO, José Francisco Do . Percepção ambiental sobre os processos erosivos da bacia do ribeirão Carioca, Itabirito, MG. In: Simpósio Nacional sobre Geografia, 2005, Londrina. Percepção e cognição do meio ambiente. Londrina PA : Departamento de Geociências Universidade Estadual de Londrina, 2005. v. CD-ROM. p. 1-16.
- SANTOS, Clibson Alves dos ; SOBREIRA, F. G. ; SILVA, S. P. . Mapeamento da cobertura vegetal e uso do solo nas bacias do Ribeirão Carioca, Córrego do Bação e Córrego da Carioca, no Município de Itabirito: uma análise preliminar. In: 7 Exposição de
- Experiências Municipais em Saneamento, 2003, Santo André. Anais da 7 Exposição de Experiências Municipais em Saneamento. Santo André : ASSAMAE - - Associação Municipal de Serviços Públicos de Saneamento, 2003. v. CD-ROM.
- COSTA, F. M. ; SOBREIRA, F. G. . Estudo preliminar das voçorocas da bacia do Rio Carioca, Quadrilátero Ferrífero, MG. In: VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 2001, Goiânia. VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. São Paulo : Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2001. v. CD-ROM
- BACELLAR, L. A. P. . Erosões por voçorocamento na bacia do rio Maracujá. ABGE em Revista, São Paulo - SP, p. 16 - 17, 03 jan. 2001.

- SOBREIRA, F. G. ; FONSECA, M. A. . Impactos físicos e sociais de antigas actividades de mineração em Ouro Preto, Brasil. Geotecnia, Lisboa Portugal, v. 92, p. 5-28, 2001
- SALGADO, A. A. R. ; VALADÃO, Roberto Célio ; BARRETOS, H. N. ; BARBOSA, V. C. C. . Interferência do Uso e Ocupação do Solo na Qualidade dos Recursos Hídricos da Bacia do Ribeirão Ribeiro Bonito - Caeté / MG.. In: IX Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada, 2001, Recife/PE. Resumos do IX Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada. Recife : Editora UFPE, 2001. v. 1. p. 238-239.