

# Notas e Resenhas

## INFLUÊNCIA ANTRÓPICA E ATRIBUTOS DE SOLO: INTER-RELAÇÕES EM AMBIENTES DE VOÇOROCAS NA MESORREGIÃO CAMPOS DAS VERTENTES, MG

GEOGRAFIA, Rio Claro, v. 36, n. 1, p. 209-219, jan./abr. 2011.

### INTRODUÇÃO

O estado de Minas Gerais é dividido em doze mesorregiões sendo o Campos das Vertentes uma delas, localizada na porção setentrional da Bacia do Alto Rio Grande, a segunda maior bacia hidrográfica do estado, que abastece os reservatórios de Furnas, Itutinga, Camargos e Funil, entre outros. O Alto do Rio Grande foi a primeira área de Minas Gerais a ser ocupada pelos colonizadores portugueses no fim do século XVII, onde o município de Nazareno se destaca pela presença de áreas degradadas devido ao mau uso do solo. A mineração foi a principal atividade econômica da bacia durante séculos e, ainda hoje, diversos recursos minerais encontram-se em exploração gerando sérios problemas ambientais (SOARES *et al.*, 1994), notadamente no que se refere à principal forma de degradação do solo, a erosão hídrica.

O estágio mais avançado da erosão hídrica é denominado voçoroca. O processo de voçorocamento é controlado por uma variedade de fatores intimamente relacionados, tais como litologia, solos, clima, topografia e vegetação (GUTIÉRREZ *et al.*, 2009, p.535), além do uso e manejo do solo. Neste tipo de erosão, a água se acumula em canais estreitos e, em períodos curtos, remove o solo dessas áreas a profundidades consideráveis, variando de 0,5 até 30 m (SSSA, 2008). Isto acarreta na instabilidade de nascentes, sub-bacias hidrográficas ou dos próprios cursos d'água, cujas conseqüências se propagam através do ciclo hidrológico, com potencial comprometimento da qualidade dos recursos hídricos. Assim, as voçorocas podem representar uma importante fonte de sedimentos para uma variedade de ambientes e também podem atuar como um indicador sensível das alterações ambientais (OOSTWOUD WIJDENES; BRYAN, 2001, p.911; POESEN *et al.*, 2003, p.91).

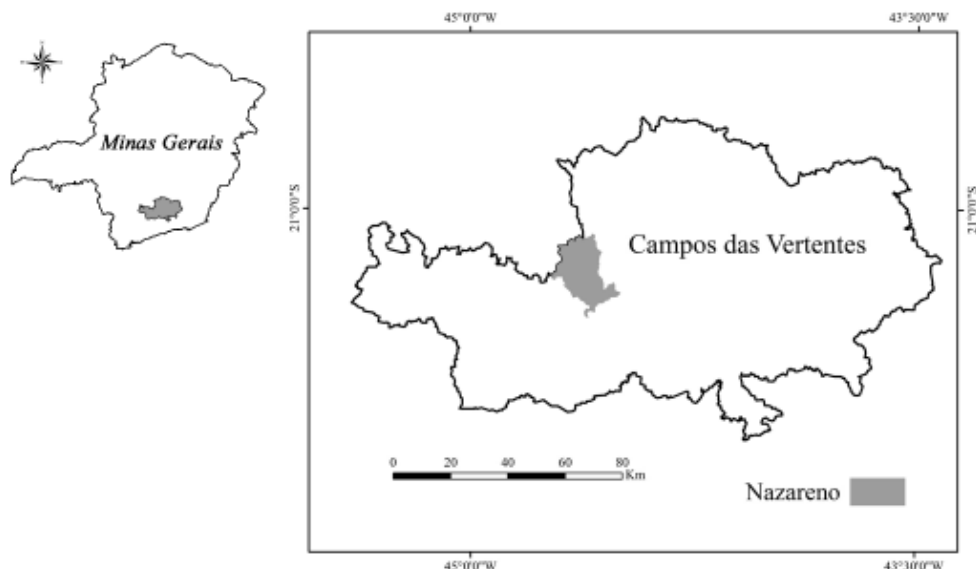
O início do processo de voçorocamento é uma combinação do uso da terra e das diferentes resistências dos solos à erosão hídrica, relacionadas a fatores como estabilidade de agregados e permeabilidade do solo a água (SILVA *et al.*, 1993, p.459). São poucos os estudos que avaliam sistematicamente características como atributos, tipo e uso do solo dos diferentes tipos de voçorocas em uma ampla gama de ambientes. Tais dados quantitativos são necessários ao melhor planejamento e manejo do solo, à medida que permitem identificar o potencial de voçorocamento quando ocorrem mudanças no uso da terra (POESEN *et al.*, 2003, p.91).

No município de Nazareno, as prováveis origens deste fenômeno estão associadas principalmente ao desmatamento e à mineração do ouro no século XVII que se davam no perímetro urbano, sendo potencializadas pela presença de solos com alta suscetibilidade a erosão hídrica, expressa pela alta erodibilidade (SILVA *et al.* 2005, p.1223), baixa fertilidade natural, manejo incorreto e ausência de práticas conservacionistas. Este quadro afeta diretamente a população local, que apresenta Índice de Desenvolvimento Humano-Renda de 0,62, sendo este índice inferior à média nacional e regional (IBGE, 2000).

Este estudo objetivou avaliar a influência antrópica e os atributos do solo para o desenvolvimento de voçorocas no município de Nazareno, MG.

## MATERIAL E MÉTODOS

O município de Nazareno está localizado na região sudeste do Brasil, estado de Minas Gerais, na mesorregião Campos das Vertentes, nas coordenadas 21° 21' 64" S e 44° 61' 14" W, altitude média de 935 m, e área de 324 km<sup>2</sup> (Figura 1). O clima é tropical de altitude com invernos frios e secos e verões quentes e úmidos, Cwa segundo a classificação de Köppen. A temperatura média anual varia de 18 a 19 °C, com precipitação média anual variando de 1.200 a 1.500 mm por ano (ANTUNES *et al.*, 1982). O tipo de vegetação dominante é transição Mata Atlântica e cerrado tropical subcaducifólio (MARQUES *et al.*, 2002).



**Figura 1 - Localização da mesorregião Campos das Vertentes com destaque para o município de Nazareno, MG**

A região localiza-se em áreas de rochas graníticas e gnáissicas do embasamento cristalino, recobertas por espessa capa de regolito, muito susceptível à erosão por voçorocas (MORAIS *et al.*, 2004, p. 1055). A área de estudo faz parte do Domínio dos Remanescentes de Cadeias Dobradas, dentro da região dos Planaltos do Alto Rio Grande, na unidade geomorfológica denominada Planalto de Andrelândia. A unidade é constituída pelos relevos elaborados nas rochas metassedimentares do Complexo Amparo e dos Grupos São João Del Rei, Carrancas e Andrelândia, bem como quartzitos e alguns trechos isolados de rochas cristalinas do Gnaiss-Piedade (RADAMBRASIL, 1983).

Para escolha das voçorocas estudadas, foram percorridos cerca de 3.000 km no município e áreas limítrofes com a orientação de ortofotocartas, cartas topográficas, imagens de satélite e GPS (Sistema de Posicionamento Global). No período de outubro de 2003 a agosto de 2004 foram identificadas 96 voçorocas, das quais 18 foram amostradas e cadastradas de acordo com a representatividade e impacto nas regiões de ocorrência em que estão inseridas. A influência antrópica foi avaliada a partir de um diagnóstico que contou com a participação da população local, levantando as seguintes informações: prováveis origens, uso da borda numa faixa de 10 metros no entorno da voçoroca, surgência de água no leito da voçoroca e práticas de controle de erosão implantadas. Questionários foram aplicados à população que vive nas proximidades das voçorocas com base nesses assuntos. Considerando as distintas densidades demográficas, fo-

ram aplicados cinco questionários referentes a cada voçoroca na área urbana e na área rural três questionários, totalizando 66 questionários.

A área de cada voçoroca selecionada correspondeu àquela delimitada a partir de sua borda e os solos dominantes foram identificados e descritos morfologicamente (SANTOS *et al.*, 2005). Foram determinadas as profundidades médias dos horizontes A + B (*solum*), variável conforme a posição do perfil, no qual cada voçoroca está inserida e coletadas amostras no horizonte A (0-20 cm) para as análises químicas do complexo sortivo, pH em água e teor de carbono orgânico (CO) (EMBRAPA, 1997). Também foram realizadas análises físicas de textura (EMBRAPA, 1997) e estabilidade de agregados (KEMPER; ROSENAU, 1986, p.425) para os horizontes A (0-20 cm) e C. Para cada tipo de solo aplicou-se o teste de Scott-Knott a 0,05% de significância na análise dos resultados de profundidade do *solum* e da área das voçorocas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 2 apresenta o resultado do diagnóstico relativo às prováveis origens das voçorocas no município, ressaltando que para a mesma voçoroca mais de um fator pode ter sido responsável pelo seu surgimento. Do total das voçorocas amostradas, 66% tiveram suas origens relacionadas às estradas antigas. Segundo o levantamento realizado, foram detectadas dez voçorocas relacionadas às estradas antigas e destas, oito ainda não estão estabilizadas, intensificando o problema ambiental para população local. Conforme relatado pela população local, durante as décadas de 1950 e 1960 as estradas rurais recebiam tráfego de veículos com tração animal que compactavam o solo devido à pequena espessura das rodas de madeira, criando sulcos profundos. Com a formação das voçorocas as estradas eram realocadas para áreas adjacentes, contribuindo para o crescimento da área atingida.

A construção das estradas constitui um forte fator predisponente à erosão, pois impermeabiliza a faixa trafegável e acumula as águas nas margens, direcionando-as morro abaixo. Estas águas concentram grande força destrutiva e de arraste de solo, causando prejuízos às estradas e suas áreas adjacentes, como voçorocas, grotas profundas, assoreamentos de corpos d'água (BERTOLINI, 1993). Assim, a drenagem inadequada de águas superficiais nas estradas tende a induzir um aumento na taxa de erosão. Estes resultados também foram observados em estudo desenvolvido na Etiópia, onde houve uma evolução da voçoroca após a construção da estrada (NYSSSEN, 2001).

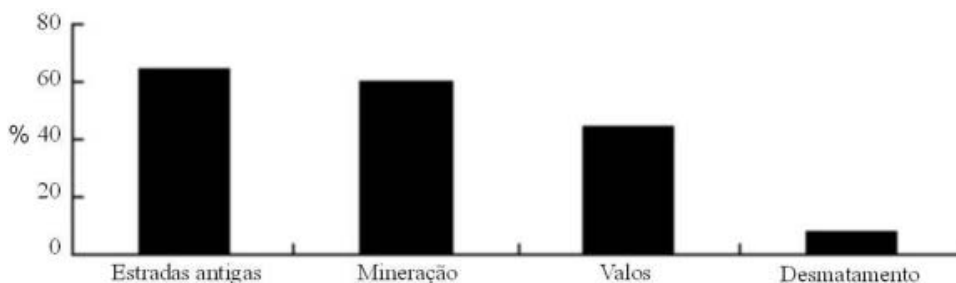


Figura 2 - Prováveis origens das voçorocas no município de Nazareno, MG

A relação entre estradas e voçorocas ainda é agravada pelo fato dos caminhos de escoamento do ouro e transporte de alimentos estarem associados às áreas de mineração do ouro no século XVII (Figura 2), a qual ocorria por meio do desmonte das encostas onde o minério era encontrado. Das 18 voçorocas estudadas, em 11 delas há relatos sobre a prática de mineração, sendo oito associadas à exploração do ouro e o restante à extração do caulim e ouro, quartzo e

manganês. Dessas voçorocas onde houve mineração, cinco estão localizados hoje em áreas urbanas, corroborando com estudos realizados por Silva *et al.* (1993, p.459) na região de Lavras (MG).

Há ocorrência de uma voçoroca na área urbana originada da construção de um valo limitrofe. Estes valos eram uma forma antiga de delimitação de propriedades na região, e a presença destes está relacionada com a origem de 44% das voçorocas (Figura 2).

Os valos e as áreas de mineração abandonadas atualmente promovem a exposição de horizontes subsuperficiais, tornando os ambientes instáveis e propensos à formação e ampliação das voçorocas, conforme já relatado por Resende *et al.* (1997). Esta observação corrobora com o diagnóstico realizado por Silva (1990) e com a percepção da origem das voçorocas pelos agricultores, diagnosticada por Carniel *et al.* (1994).

Para minimizar os impactos, proprietários e poder público implantaram práticas de controle, sendo estas: controle das águas superficiais, plantio de mudas de espécies florestais, gramíneas e leguminosas, isolamento das áreas no entorno das voçorocas, construção de paliçadas e retaludamento das paredes. Estas práticas foram constatadas em oito voçorocas. Situação semelhante foi encontrado por Carniel *et al.* (1994). Esses dados indicam uma preocupação e uma busca de soluções para o grave problema, contudo observa-se, em curto prazo, uma ineficácia no controle do processo erosivo mesmo com a adoção de tais práticas. As dificuldades para implementar as ações referem-se à limitação tecnológica e financeira dos proprietários das áreas degradadas e à baixa capacidade operacional e disponibilidade financeira do município de Nazareno, ficando assim dependente de projetos de captação de recursos externos (governos federal e estadual), pois grande parte dos produtores rurais apresenta nível tecnológico médio e baixo.

O crescimento populacional aliado à pressão imobiliária coloca em risco o processo de estabilização destas voçorocas, o qual tem com premissa o isolamento da área afetada (borda e interior).

Foram observados no entorno as seguintes atividades: pastagem, estradas, construções civis, trilhas de uso animal e humano, além de plantios agrícolas. Estas atividades não contribuem para a recuperação deste passivo ambiental, onde o ideal seria o estabelecimento de vegetação arbórea, a qual atua tanto na subsuperfície por meio da estruturação do solo promovida pelas raízes e atividades biológicas, bem como na proteção física do impacto direto da gota de chuva e do escoamento superficial. Neste estudo, o desmatamento e o manejo agrícola inadequado foram os prováveis desencadeadores do processo em 11% das voçorocas estudadas.

Em todas as voçorocas observou-se surgências de lençol freático no leito. Este fato terá consequências diretas sobre os recursos hídricos adjacentes, afetando a população local. Deve-se ressaltar que como a erosão é considerada um tipo de poluição de caráter difuso, suas consequências extrapolam a escala local. Neste âmbito, considerando a gravidade da erosão em voçorocas, onde as perdas de solo podem alcançar 60 toneladas por hectare (MACHADO, 2007), tais sedimentos terão um impacto regional.

Esta situação não está sendo ignorada pelo órgão público e população local, que há cerca de 10 anos vem implementando ações de controle e estabilização das voçorocas do município, além de trabalhos de conscientização do problema nas comunidades atingidas.

As voçorocas amostradas ocorrem nas principais classes de solo do município, a saber: Latossolos Vermelhos (LV), Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA) e Cambissolos (C) (Figura 3).

Estas voçorocas ocupam uma área de 134 ha, sendo que 47,7% desta área encontra-se sobre C, seguido pelo LVA (31,6%) e o LV (20,7%). Os Cambissolos ocorrem em relevo ondulado e forte ondulado (HORTA *et al.*, 2009, p.1940) e apresentam menor espessura média do *solum* (horizonte A + B) comparado aos Latossolos (tabela 1), fatores que influenciam nas maiores áreas de voçorocas dos primeiros. Estes resultados corroboram com o observado por outros autores, os quais relatam a maior suscetibilidade dos Cambissolos ao processo de voçorocamento relacionado à menor profundidade do *solum* (FARIAS, 1992; SILVA *et al.*, 1993, p.459; SILVA *et al.*, 2005, p.1223). Observa-se redução na espessura do *solum* no sentido inferior das encostas em que estão inseridas as voçorocas, sendo que o horizonte C permanece profundo e mais susceptível ao processo erosivo. Nesse sentido, há casos em que o solo varia de Latossolo Vermelho na parte superior da voçoroca para Latossolo Vermelho-Amarelo ou mesmo Cambissolo na parte inferior da encosta, de acordo com a profundidade do horizonte B.

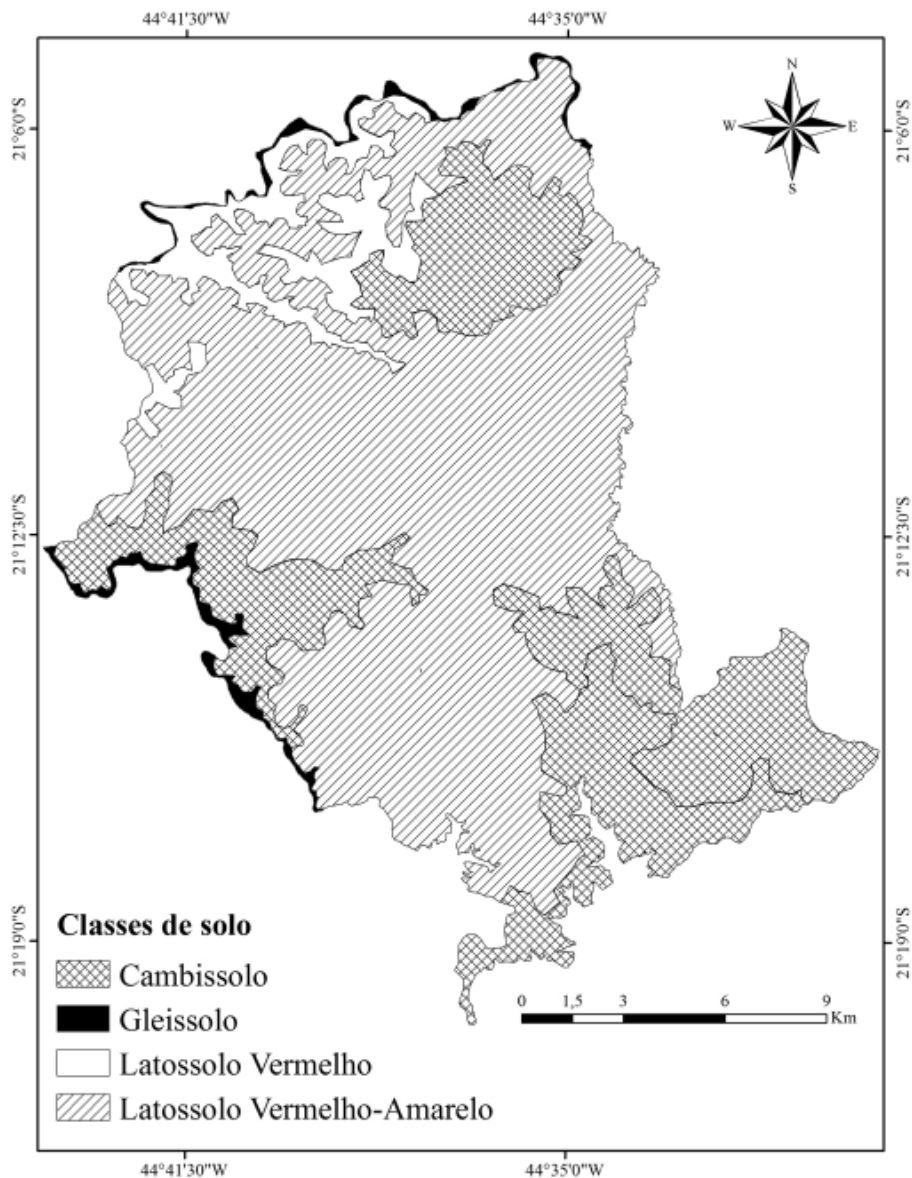


Figura 3 - Mapa de solos do município de Nazareno

Modificado de Horta *et al.*, 2009

**Tabela 1 - Caracterização das voçorocas amostradas no município de Nazareno, MG**

Voçoroca	Área (ha)	Profundidade do <i>solum</i> (cm)	Relevo
Latossolo Vermelho			
1	7,22	1,60	Ondulado
2	2,73	1,20	Ondulado
3	4,45	0,90	Ondulado
4	3,84	0,80	Ondulado
5	1,34	1,30	Ondulado
6	8,17	1,00	Ondulado
Média*	4,63b	1,13a	
Latossolo Vermelho-Amarelo			
1	6,32	0,90	Ondulado
2	7,86	1,10	Ondulado
3	10,52	1,00	Suave ondulado
4	5,34	0,80	Ondulado
5	5,49	0,60	Ondulado
6	6,81	0,80	Suave ondulado
Média*	7,06b	0,87b	
Cambissolo			
1	8,29	0,60	Forte ondulado
2	5,63	0,50	Ondulado
3	10,05	0,50	Ondulado
4	11,78	0,40	Ondulado
5	20,4	0,50	Forte ondulado
6	7,77	0,60	Suave ondulado
Média*	10,65a	0,52c	

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si. *Solum*: Horizonte A+B.

Os atributos químicos dos solos podem ser observados na tabela 2. De maneira geral, os solos são considerados de baixa fertilidade natural (teor médio de CO, acidez média, baixa CTC), fator que os tornam limitantes ao estabelecimento da vegetação nas áreas erodidas (tabela 2). Estes resultados eram esperados, visto que, na região Campos das Vertentes há predominância de solos ácidos, pobres em matéria orgânica e com deficiência acentuada de vários nutrientes, particularmente de fósforo devido à baixa reserva de P total e à alta capacidade de fixação de fosfatos (SAGGIN-JÚNIOR, 1997). Além da proteção mecânica da vegetação, um solo sob cobertura vegetal possui melhor estrutura e maior aporte de nutrientes, fatores que irão auxiliar na redução da erosão, conforme observado por Falcão Sobrinho e Ross (2007, p.53) em áreas agriculturáveis de Argissolo no Ceará.

Em relação aos atributos físicos dos solos, o Cambissolo apresentou maiores teores de silte + areia fina do que os Latossolos (tabela 3), o que favorece o encrustamento e a diminuição da infiltração de água, favorecendo o arraste das partículas do solo pela ação erosiva das chuvas, pois o aumento do deflúvio superficial diminui a resistência do solo à erosão (RESENDE *et al.*, 1990; SILVA *et al.*, 1993, p. 459).

**Tabela 2 - Atributos químicos dos solos (0-20 cm) ocorrentes nas voçorocas de Nazareno – MG**

Voçoroca	pH	CO g kg <sup>-1</sup>	P ---mg dm <sup>-3</sup> ---	K	Ca	Mg	H + Al -----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	S	T	V -----%-----	m
Latossolo Vermelho											
1	5,1	12,2	0,4	9	0,4	0,2	1,7	0,6	2,3	26,7	0
2	5,2	5,8	0,4	16	0,5	0,2	2,9	0,7	3,6	20,3	21
3	5,4	23,2	0,4	58	1,2	0,8	4,0	2,2	6,2	35,0	9
4	5,3	16,8	0,4	25	0,8	0,2	2,3	1,1	3,4	31,5	0
5	4,8	14,5	0,4	19	0,4	0,1	2,9	0,6	3,5	15,9	27
6	5,0	12,2	0,4	5	0,4	0,1	2,9	0,5	3,4	15,0	37
Latossolo Vermelho-Amarelo											
1	5,2	6,4	0,4	33	0,5	0,2	2,9	0,8	3,7	21,2	34
2	5,4	24,9	0,6	34	0,7	0,2	3,6	1,0	4,6	21,6	34
3	5,4	12,2	0,4	8	0,5	0,2	2,3	0,7	3,0	23,8	29
4	5,7	7,5	0,1	19	0,4	0,1	1,5	0,6	2,0	26,8	0
5	5,0	9,3	0,4	16	0,5	0,2	2,9	0,7	3,6	20,3	29
6	5,1	11,6	0,4	23	0,4	0,2	2,9	0,7	3,6	18,5	31
Cambissolo											
1	5,2	9,3	0,4	12	0,5	0,2	2,1	0,7	2,8	25,8	0
2	5,1	11,0	0,4	17	0,4	0,1	2,9	0,5	3,4	15,7	53
3	5,2	12,2	0,4	27	0,6	0,2	3,2	0,9	4,1	21,4	36
4	5,1	16,8	0,6	14	0,4	0,1	3,6	0,5	4,1	13,0	48
5	5,3	12,2	0,4	33	0,8	0,2	2,6	1,1	3,7	29,3	36
6	5,0	11,0	0,4	16	0,4	0,2	2,9	0,6	3,5	18,1	44

CO: Carbono orgânico; S: Soma de bases; T: Capacidade de troca de cátions (CTC) a pH 7;  
V: Saturação por bases; m: Saturação por alumínio.

**Tabela 3 - Atributos físicos dos solos (0-20 cm) e do material de origem das voçorocas de Nazareno – MG**

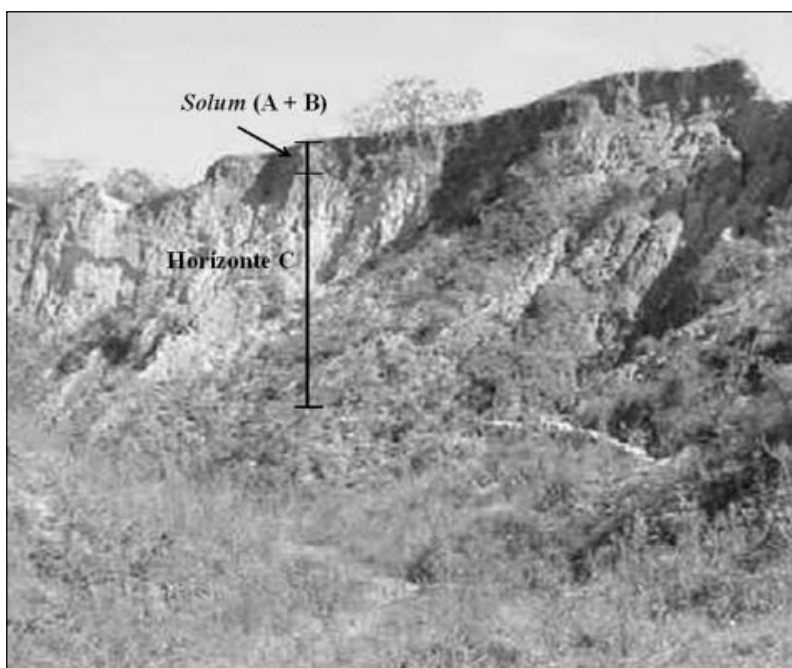
Voçoroca	Agregados		DMG	Silte	Argila	Areia		Silte + areia fina	Relação silte/argila
	<0,25	<0,5				Fina	Grossa		
-----%-----		Mm	----- g kg <sup>-1</sup> -----						
<b>Latossolo Vermelho</b>									
1	6,8	8,7	3,27	220	550	110	120	330	0,40
2	3,7	4,1	4,70	260	570	70	100	330	0,45
3	4,3	5,1	3,85	160	680	60	100	220	0,23
4	6,8	10,4	2,93	260	560	70	110	330	0,46
5	5,4	7,2	3,09	180	700	60	060	240	0,25
6	3,9	4,9	3,87	200	550	90	160	290	0,36
<b>Latossolo Vermelho-Amarelo</b>									
1	3,3	4,1	4,00	180	520	180	120	360	0,35
2	4,0	5,6	3,61	130	510	160	200	290	0,25
3	4,8	7,1	3,12	160	480	150	210	310	0,33
4	3,2	4,2	4,00	120	560	190	130	310	0,21
5	3,9	5,3	3,72	180	500	130	190	310	0,36
6	4,3	6,5	3,49	190	470	120	220	310	0,40
<b>Cambissolo</b>									
1	3,7	4,8	3,98	170	530	170	130	340	0,32
2	4,0	6,4	3,53	160	490	150	200	310	0,33
3	5,4	9,6	2,94	190	390	190	230	380	0,49
4	5,1	6,7	3,50	180	500	190	130	370	0,36
5	4,0	6,0	3,62	290	450	100	160	390	0,64
6	7,3	15,4	2,05	110	360	170	360	280	0,31
<b>Material de Origem</b>									
GG	50,4	74,7	0,27	330	320	220	130	550	1,03

DMG: Diâmetro médio geométrico; GG: Produto de alteração de gnaiss granítico.

O principal condicionante dos solos, nessa região, é o produto de alteração do gnaiss granítico (GG), sendo este, portanto, o principal material que compõe o horizonte C desses solos. O GG apresenta alta suscetibilidade à erosão, com acentuado teor de silte + areia fina (tabela 3) e estrutura maciça responsável pela baixa drenagem verificada em campo, confirmando estudos desenvolvidos por Lima (1987) e Silva *et al.* (1993, p. 459). Neste tipo de estrutura, a coerência entre partículas é praticamente ausente, acarretando intenso arraste de partículas e pequenos agregados do material exposto (horizonte C).



A espessura do horizonte C, conforme observado, pode chegar a 14 m (Figura 4). Assim, com a exposição dos horizontes do solo decorrentes do processo de mineração e construção de estradas, a espessura do *solum* e do horizonte C irão exercer forte influência no avanço do processo de voçorocamento. Este horizonte apresenta elevada relação silte/argila (tabela 3), o que dificulta a organização das partículas em unidades estruturais mais estáveis, além disso, a presença de pseudomorfo de caulinita (RESENDE *et al.*, 1997), torna tal horizonte praticamente sem estrutura quando úmido. Avaliações realizadas em taludes de voçorocas mostraram que o horizonte C apresenta menor resistência ao cisalhamento quando comparado aos horizontes subjacentes (ROCHA, 2003).



**Figura 4 - Ilustração dos horizontes do solo de uma voçoroca da região de Narazeno**

Nestas circunstâncias, a classe de solo irá determinar a gravidade e frequência de voçorocas, visto que, a remoção dos horizontes superficiais será tão prejudicial quanto menor a espessura do *solum*, pois o horizonte C estará mais próximo à superfície como acontece no Cambissolo (tabela 1). Uma vez exposto, este horizonte é facilmente erodível, provocando um sulcamento acelerado do solo, como pode ser observado na figura 4, e induzindo grandes voçorocamentos, concordando com estudos de Parzanese (1991) e Silva *et al.* (1993, p.459). Tal fato foi observado em campo, onde aproximadamente metade da área comprometida pelas voçorocas encontrava-se em Cambissolo.

## CONCLUSÃO

As principais causas das voçorocas no município foram a atividade mineradora e a construção de estradas sem planejamento, sendo que atualmente, não há um projeto de recuperação das áreas mineradas.

O Cambissolo mostrou ser a classe de solo mais suscetível ao voçorocamento, ocupando aproximadamente metade da área afetada. O processo de voçorocamento sofre influências tanto ambientais como antrópicas, contudo, os usos históricos na região desempenharam papel determinante no desencadeamento e rápida evolução do fenômeno.

As práticas de conservação do solo adotadas são meios que auxiliam, porém não tem o poder em médio e curto prazo para uma total reversão do processo aos níveis naturais de equilíbrio. Assim, deve-se sempre visar o planejamento estratégico tanto de locação de estradas e uso do solo, como também a recuperação das áreas degradadas pela mineração no passado e presente.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Projeto Maria de Barro pelo suporte dado a este trabalho e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, F.Z., SANTANA, D.P., BOUÇADA, A.V., LADEIA, L.C., SEDIYANA, G.C., COELHO, D.T., COSTA, J.M.N., RESENDE, M., SILVA, T.C.A. **Atlas Climatológico do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Epamig/Inmet/UFV, 1982, 120 mapas.
- BERTOLINI, D. **Controle de erosão em estradas rurais**. Campinas: CATI, 1993, 37p. (Boletim Técnico 207).
- CARNIEL, T., VALE, F. R., CURI, N., SIQUEIRA, J. O. **Atividade agrícola e recursos naturais na região sob influência da Hidrelétrica de Itutinga / Camargos**. Belo Horizonte: Cemig/Esal, 1994, 65p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997, 212p.
- FALCÃO SOBRINHO, J., ROSS, J.L.S.O. Processo de erosão em ambiente de superfície sertaneja - Varjota (CE). **GEOUSP - Espaço e Tempo**, n.21, p.53-66, 2007.
- FARIAS, C.A. **Dinâmica da revegetação natural de voçorocas na região de Cachoeira do Campo - MG**. Dissertação (Mestrado), Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004, 63p.
- GUTIÉRREZ, A.G., SCHNABEL, S., CONTADOR, F.L. Gully erosion, land use and topographical thresholds during the last 60 years in a small rangeland catchment in SW Spain. **Land Degradation & Development**, v.20, 2009, p.535-550.
- HORTA, I.M.F., PEREIRA, J.A.A., MARQUES, J.J., CARVALHO, L.M.T. Levantamento de reconhecimento com apoio digital dos solos do município de Nazareno-MG. **Ciência & Agrotecnologia**, v.33. p.1940-1947, 2009.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contagem da População**. Resultados Relativos a Sexo da População e Situação da Unidade Domiciliar. vol.I. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento e Orçamento, 2000.
- KEMPER, W.D., ROSENAU, R.C. Aggregate stability and size distribution, In: KLUTE, A. **Methods of soil analysis: part 1: physical and mineralogical methods**. 2.ed. Madison: SSSA, 1986, p. 425-441. (Agronomy Monograph, 9).
- LIMA, J.M. **Relação entre erosão, teor de ferro, parâmetros físicos e mineralógicos de solo da região de Lavras, (MG)**. Tese (Doutorado). Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1987, 88p.
- MACHADO, R. L. **Perda de solo e nutrientes em voçorocas com diferentes níveis de controle e recuperação no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul**, RJ. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Rural do Rio de Janeiro, 2007, 86p.
- MARQUES, J.J.G.S.M., CURI, N., LIMA, J.M. **Recursos Ambientais da Bacia do Alto do Rio Grande**, Minas Gerais. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002, 33p.
- MORAIS, F., BACELLAR, L.A.P., SOBREIRA, F.G. Análise da erodibilidade de saprolitos de gnaíссе. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.1055-1062, 2004.

NYSSSEN, J. **Erosion processes and soil conservation in a tropical mountain catchment under threat of anthropogenic desertification** - a case study from Northern Ethiopia. PhD Thesis, Dept. Geography – Geology, K.U. Leuven, Belgium, 2001.

OOSTWOUW WIJDENES, D.J., BRYAN R. Gully-head erosion processes on a semi-arid valley oor in Kenya: a case study into temporal variation and sediment budgeting. **Earth Surface Processes and Landforms**, v.26, p.911–933, 2003.

PARZANEZE, G.A.C. **Gênese e desenvolvimento de voçorocas em solos originados de rochas granitóides na região de Cachoeira do Campo, Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991, 117p.

POESEN, J., NACHTERGAELE, J., VERSTRAETEN, G., VALENTIN, C. Gully erosion and environmental change: importance and research needs. **Catena**, v.50, p.91–133, 2003.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. v.32. Rio de Janeiro: Ministério das minas e Energia, 1983, 780p.

RESENDE, M., REZENDE, S.B., CARMO, D.N. **Roteiro pedológico I**. Viçosa: UFV, 1990, 84p.

RESENDE, M.; CURI, N.; DUARTE, M.N. Mineralogia, Química e Estratificação de Ambientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Palestras...** Rio de Janeiro: EMBRAPA/SBCS, 1997. 1CD-ROM.

ROCHA, W.W. **Resistência ao cisalhamento e estabilidade de taludes de voçorocas em solos da região de Lavras, MG**. Tese (Doutorado). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003, 101p.

SAGGIN JÚNIOR, O.J. **Micorrizas arbusculares em mudas de espécies arbóreas nativas do Sudeste brasileiro**. Dissertação (Mestrado). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1997, 120p.

SANTOS, R.D., LEMOS, R.C., SANTOS, H.G., KER, J.C., ANJOS, L.H.C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5.ed. Viçosa: SBCS, 2005, 100p.

SILVA, A.C. **Relação entre voçorocas e solos na região de Lavras (MG)**. Dissertação (Mestrado). Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1990, 124p.

SILVA, A.C., LIMA, J.M., CURI, N. Relação entre voçorocas, usos da terra, solos e materiais de origem na região de Lavras (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, p.459-464, 1993.

SILVA, A.M., SILVA, M.L.N., CURI, N., LIMA, J.M., AVANZI, J.C., FERREIRA, M.M. Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural. Pesquisa **Agropecuária Brasileira**, v.40, p.1223–1230, 2005.

SOARES, A.C.P., DARDENE, M.A., HASSUI, Y., CASTRO, F.D.C., CARVALHO, M.V.A. **Nota explicativa dos mapas geológico, metalogenético e de ocorrência minerais do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: COMIG, 1994, 97p.

SSSA - SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **Glossary of Soil Science Terms 2008**. Madson: SSSA, 2008, 88p.

*VINICIUS MARTINS FERREIRA*

(Projeto Maria de Barro. Engenheiro Agrônomo. E-mail: vocorocas1@yahoo.com.br.)

*MARX LEANDRO NAVES SILVA*

(Departamento de Ciência do Solo – UFLA. Professores Doutores. Universidade Federal de Lavras/UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras, MG. E-mail: marx@dcs.ufla.br, niltcuri@dcs.ufla.br.)

*NILTON CURI*

(Departamento de Ciência do Solo – UFLA. Professores Doutores. Universidade Federal de Lavras/UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras, MG. E-mail: marx@dcs.ufla.br, niltcuri@dcs.ufla.br.)

*ANNA HOFFMANN OLIVEIRA*

(Departamento de Ciência do Solo – UFLA. Doutorandas. Universidade Federal de Lavras/UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras, MG. E-mail: anna.ufla@gmail.com, mayesse@gmail.com.)

*MAYESSE APARECIDA DA SILVA*

(Departamento de Ciência do Solo – UFLA. Doutorandas. Universidade Federal de Lavras/UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras, MG. E-mail: anna.ufla@gmail.com, mayesse@gmail.com.)

*JUNIOR CESAR AVANZI*

(Departamento de Ciência do Solo – UFLA. Pós-Doutorando. Universidade Federal de Lavras/UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras, MG. E-mail: javanzi@gmail.com.)

