

Cartografia Geomorfológica e Processos de Voçorocamento: uma contribuição a partir do mapeamento de vertente na Depressão de Gouveia / MG

Eliane Ferreira Campos Vieira¹

Luciano Alves da Silva¹

Nádia Antônia Pinheiro Santos¹

(¹ Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFMG / elianefcvieira@yahoo.com.br)

Roberto Célio Valadão²

(² UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Geociências / valadao@ufmg.br)

Abstract

“Depressão de Gouveia”, the relief unit of the southern portion of Espinhaço range in Minas Gerais presents predominantly convex hillslopes shape where gullies are a remarkable feature of the landscape. The space-time dynamics of gullies as well as their natural and man-made constraints have been the subject of academic research since the 1980`s and have been conducted mostly by researchers of the Geosciences Institute of Universidade Federal de Minas Gerais (Brazil). This paper is another initiative focused on the characterization and analysis of hillslopes and gullies present in that depression and it consists of considerations regarding the contribution of the geomorphological mapping understanding of the dynamics of space-time erosive processes and mass wasting. In order to achieve this goal detailed thematic mapping was carried out at the hillslope of “Córrego do Quebra” where gullies in different evolutionary stages can be seen. The mapping refers to the vegetation cover of hillslope as well as morphological and erosive processes. A brief review of literature was held focusing on different cartographic representations employed by several authors in the treatment of the gully erosion.

Keywords: *geomorphologic mapping; gully; land use.*

Resumo

A Depressão de Gouveia, unidade de relevo localizada na porção meridional da Serra do Espinhaço, em Minas Gerais, tem seu piso modelado em vertentes predominantemente convexas em que voçorocas constituem traço marcante da paisagem. A dinâmica espaço-temporal desses voçorocamentos, bem como seus condicionantes naturais e antrópicos, vêm sendo objeto de pesquisas acadêmicas desde os anos de 1980, conduzidas, em sua maioria, por pesquisadores do Instituto de Geociências da UFMG. Este trabalho constitui mais uma iniciativa voltada para a caracterização e análise das vertentes e voçorocas presentes na referida depressão, com foco principal de interesse voltado para considerações acerca da contribuição da cartografia geomorfológica ao entendimento da dinâmica espaço-temporal dos processos erosivos e de transferência gravitacional de massa. Na busca deste objetivo, foram realizados mapeamentos temáticos detalhados de vertente localizada no Córrego do Quebra, a qual apresenta voçorocas em diferentes estágios evolutivos. Esses mapeamentos tratam da cobertura vegetal da vertente, morfologia e processos erosivos. Uma breve revisão de literatura é realizada, com destaque para as diferentes representações cartográficas empregadas por autores diversos no trato dos processos de voçorocamento.

Palavras-chave: *cartografia geomorfológica; voçoroca; uso do solo.*

I. Introdução

A cartografia é considerada recurso gráfico importante como ferramenta nos estudos ambientais e no planejamento físico-territorial. A ciência geomorfológica, por outro lado, tem por objetivo identificar, classificar e analisar as formas da superfície terrestre, buscando compreender as relações processuais pretéritas e atuais. A cartografia, uma vez

aplicada à interpretação de dados concernentes a Geomorfologia, é capaz de gerar subsídios para o entendimento dos processos atuantes sobre e nos ambientes, na medida em que espacializa informações e garante uma forma de representação dos processos ocorridos em um dado recorte espacial. O mapeamento de processos erosivos, a exemplo daqueles de voçorocamento, muito tem contribuído para a compreensão e identificação de sua morfologia, morfogênese e processos atuantes. As voçorocas vêm sendo consideradas um problema ambiental comumente associado à degradação de terras produtivas e à exportação de sedimentos responsáveis pelo assoreamento de canais fluviais e barragens. Interferem, também, na qualidade dos recursos hídricos, já que os sedimentos erodidos provocam turbidez e aumentam os custos de utilização da água. Apesar de presentes em áreas não-parceladas, as voçorocas têm apresentado cada vez mais recorrência em áreas urbanas, comprometendo infra-estruturas diversas, como arruamentos e edificações (MENDONÇA et al., 2003).

O município de Gouveia, localizado na porção centro-norte de Minas Gerais, caracteriza-se por apresentar degradação da paisagem bastante acentuada associada, principalmente, à ocorrência de voçorocamentos. Em razão disso, essa área tem sido alvo de estudos diversos que procuram integrar geomorfologia, pedologia, geologia, biogeografia, dentre outras áreas das geociências, com a evolução da paisagem. Nesses estudos, a representação cartográfica dos processos de vertente muito tem favorecido o entendimento da dinâmica ambiental regional, uma vez que busca inter-relacionar vários aspectos da paisagem, tais como a cobertura vegetal e uso do solo com a forma, gênese e evolução das voçorocas.

É nesse contexto que se insere este trabalho, cujo objetivo é demonstrar a importância da cartografia geomorfológica como subsídio ao entendimento de processos e eventos que ocorrem em vertentes, com destaque para os processos de voçorocamento. Para tanto, foi realizado mapeamento de voçorocas localizadas em vertente da Bacia do Córrego do Quebra, localizada no município de Gouveia/MG, ressaltando seus aspectos morfológicos, hidrológicos e processuais.

II. Quadro ambiental da área investigada

A área de estudo está inserida no município de Gouveia, localizado a 253 km de Belo Horizonte, ocupando a porção centro-norte do Estado de Minas Gerais (Figura 01).

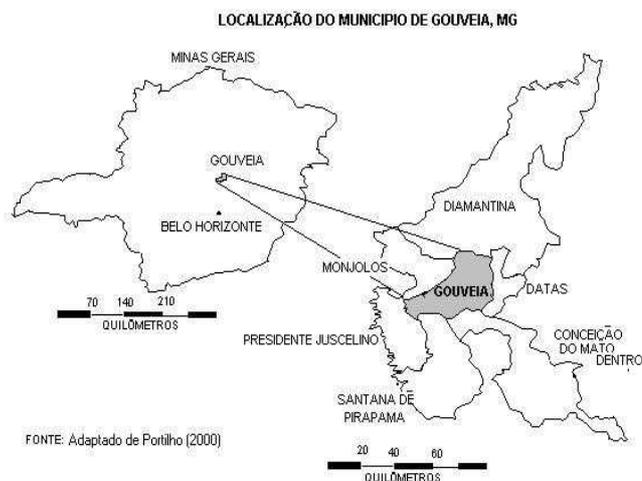


Figura 01: Localização do município de Gouveia, no estado de Minas Gerais. Regionalmente esse município está situado na porção mineira do Planalto do Espinhaço, uma cordilheira de terras altas de marcante orientação norte-sul.

A vertente estudada localiza-se na porção NW do município de Gouveia, precisamente entre as coordenadas $18^{\circ}24'75''$ (796 UTM) de latitude sul e $43^{\circ}46'11''$ (629 UTM) de longitude oeste, às margens do Córrego do Quebra, afluente da margem esquerda do Córrego Rio Grande (Figura 02). O acesso à área de estudo é feito por estrada sem pavimentação, que liga a sede municipal ao distrito de Cuiabá.



Figura 02: Vertente investigada neste trabalho, localizada na margem direita do Córrego do Quebra (Município de Gouveia/MG).

O clima predominante na região, segundo classificação de Koppen, é o Cwb – Mesotérmico –, caracterizado por apresentar verões brandos e úmidos (outubro a maio), e invernos secos e de baixas temperaturas (maio a setembro). A precipitação média nos anos de 1941 a 1999 foi de 1.336 mm (MACHIORO, 2002), sendo a temperatura média anual $21,2^{\circ}$ C.

Do ponto de vista geomorfológico a área de estudo encontra-se inserida na Depressão de Gouveia, compartimentada por AUGUSTIN (1995) em quatro unidades

morfoestruturais. A primeira unidade se caracteriza por apresentar a maior altitude, sendo modelada em rochas quartzíticas – 1300 a 1450m de altitude. A segunda engloba altitudes entre 1200 a 1300m e é composta de ortoquartzitos finos e diaclasados. O terceiro nível compreende altitudes de 1000 a 1200m, onde se encontram xistos do Grupo Costa Sena. O último nível corresponde às altitudes abaixo de 1000m, em que predominam granitos milonitizados do embasamento cristalino. Esta unidade de altitude mais reduzida correspondente à Depressão de Gouveia, configurando a mais recente superfície de retrabalhamento geomorfológico. Essa depressão, além de circundada pelas escarpas quartzíticas da Serra do Espinhaço, possui complexo arcabouço litoestrutural, no qual predominam gnaisses e xistos. Suas vertentes assumem, sobretudo, perfis convexos, onde são bastante recorrentes voçorocas e, em menor importância, ravinas.

A vegetação original é o cerrado, que apresenta variações em função das características pedológicas, geológicas e altimétricas. São encontrados dois domínios botânicos principais: campo rupestre e campo limpo (acima de 1200 m) e as formações tipo cerrado e cerradão nas áreas de altimetria mais reduzida (BARBOSA, 2002). Atualmente o cerrado encontra-se bastante degradado e em grande parte da região deu lugar às pastagens para a criação extensiva de gado, como é o caso da vertente estudada.

III. Voçorocas: breve referência conceitual, morfológica e cartográfica

Estudos consideram as voçorocas *links* efetivos que atuam transferindo água e sedimentos dos topos para os fundos de vale e canais permanentes. Dados coletados em diferentes partes do mundo mostram que as perdas do solo causadas por processos de voçorocamento representam entre 10 a 94% do total de sedimentos produzidos pela erosão pluvial. Contudo, ainda não existe uma definição exata e amplamente aceita quanto à forma e ao processo de voçorocamento, embora a voçoroca – ou *gully erosion* – seja considerada, por diversos autores, como a forma mais destrutiva de erosão. POESEN (2003:92) define voçorocamento como o processo através do qual a água acumulada por *runnoff* retira, em curtos períodos, camadas profundas de solo. O autor apresenta dois outros termos – *permanent gullies* e *ephemeral gully erosion*, bem como sugere que os voçorocamentos terminam naquelas áreas onde a capacidade de transporte do escoamento superficial diminui e onde a resistência à erosão das camadas superficiais aumenta fortemente. Do ponto de vista da

morfologia da vertente em que comumente se instala, uma voçoroca está normalmente associada à porção côncava, na qual há aumento da velocidade do fluxo da água.

De acordo com MOREIRA (1987) as voçorocas, de modo genérico, apresentam grande variedade de formas, as quais se expressam em três categorias principais: (i) as ovóides, que apresentam configuração de um anfiteatro de paredes íngremes na parede superior e um canal a jusante; (ii) as digitadas, constituídas por mais de um anfiteatro a montante, resultante de reentrâncias nas paredes laterais, que evoluem de forma independente; (iii) as lineares, que apresentam grande desenvolvimento longitudinal, terminando igualmente por um canal estreito. Aquelas voçorocas que não apresentam o estreitamento na parte inferior evoluem, comumente, por escorregamentos nos taludes de estradas ou solapamentos nas bordas de canais. Porém, a gênese destas formas é a mesma, ou seja, os escoamentos superficiais e sub-superficiais, articulados no espaço e no tempo aos movimentos de massa originados pelo solapamento do canal ou pela exfiltração na base de taludes laterais e, principalmente, na cabeceira que avança a montante. Tais formas desenvolvem-se rapidamente, principalmente em locais de rochas friáveis. TRICART (*apud* MOREIRA, 1987), propõe que, devido à variedade de formas das voçorocas, é preferível conferir ao termo um significado genético, e não morfológico.

MALHEIROS (1986) concluiu que variáveis como perímetro e diâmetro são determinantes na morfometria das voçorocas, uma vez que são conseqüências do aumento de outros elementos morfométricos. Essa autora propõe uma terminologia para os elementos da voçoroca, sendo eles: (i) borda: linha de ruptura de declive da vertente em relação à voçoroca; (ii) cabeceira: ponto mais avançado da voçoroca à montante; (iii) desembocadura: local onde o canal principal da voçoroca encontra o córrego; (iv) fundo da voçoroca: fundo do canal onde se encontram as cotas mais baixas; e (v) ramificação: setores ou áreas onde se processa o desenvolvimento da voçoroca.

Do ponto de vista da representação cartográfica das voçorocas e sua dinâmica, utiliza-se comumente de mapeamentos geomorfológicos, os quais aparecem como importante ferramenta na realização de projetos voltados à preservação dos recursos naturais, uma vez que estes permitem a visualização do quadro ambiental em questão. TRICART (*apud* Ross, 1996:52) lembra que "*o mapeamento geomorfológico constitui a base da pesquisa e não a concretização gráfica da pesquisa já feita*", servindo como instrumento de direcionamento e como um produto de síntese. SOUZA (2003) considera que o trabalho de mapeamento

compreende desde os levantamentos e observações diretas no campo, análise de documentação, técnicas de representação cartográfica, linguagem visual, até a interpretação, impressão, e publicação definitiva do mapa. Assim sendo, a cartografia não é apenas uma forma de apresentação dos dados, mas também um instrumento de interpretação dos mesmos, daí sua importância nos estudos geomorfológicos.

Bülow (2003:203) ressalta que *"a Geomorfologia fornece através da Cartografia subsídios ao conhecimento da realidade espacial em questão, ou seja, identificação das formas do relevo de acordo com sua gênese e os processos morfogenéticos responsáveis pela sua dinâmica, possibilitando, assim, o planejamento das formas mais apropriadas de ocupação de uma determinada área"*. Na representação dos processos de voçorocamento, o mapeamento pode auxiliar na observação da evolução das cabeceiras de voçorocas, os processos concomitantes, os movimentos de massa futuros, associando todos esses dados na definição de estratégias de minoração das conseqüências do processo. Procurando verificar como as voçorocas são representadas graficamente em trabalhos científicos, foi analisada publicação de notório reconhecimento internacional na divulgação de resultados de pesquisa das ciências do solo, hidrologia e Geomorfologia – volume do periódico CATENA, publicado em 2003. Esse volume agrega artigos científicos voltados para a gênese, dinâmica e mitigação dos processos de voçorocamento. Nesta análise, verificou-se que são utilizados diversos tipos de representação dos processos de voçorocamento, tais como mapas topográficos e hipsométricos (SIDORCHUK et al., 2003), além de perfis e cortes topográficos (IONITA, 2003). O uso do solo e o desenvolvimento das voçorocas são acompanhados a partir de mapas cronológicos por GÁBRIS et al. (2003). A técnica da modelagem digital de terreno foi utilizada por diferentes autores, como VALCÁRCEL (2003) e DABA et al. (2003). O primeiro autor usou a técnica para representar, esquematicamente, os fluxos de concentração das voçorocas durante o inverno no nordeste da Espanha; utilizou também fotografias aéreas, assim como propôs VANDEKERCKHOVE et al. (2003). OYGARDEN (2003) utilizou croquis esquemáticos para representar o padrão de erosão em campo com culturas de inverno na Noruega. As fotografias aéreas associadas com curvas de nível produziram um efeito visual interessante no trabalho de ESTEVES & LAPETITE (2003) em estudo sobre *runnof* no Níger. Além das formas convencionais de representação, novos recursos e tecnologias têm sido utilizados no acompanhamento das voçorocas, como mostra MARTINEZ-CASASNOVAS (2003), no qual foi apresentado método para contabilizar a taxa de retração

das paredes das voçorocas e a taxa associada de produção de sedimentos. O estudo apresentado por RIES & MARZOLFF (2003) propõe a utilização de sistema dirigível para fornecer monitoramento detalhado com alta resolução temporal e espacial a partir das fotografias captadas pelo aparelho.

O fenômeno de voçorocamento tem recebido cada vez mais atenção por parte de comunidades científicas nacionais e internacionais. Nesse cenário a cartografia pode e vem sendo utilizada como linguagem que permite tanto a exposição desses trabalhos e suas conclusões, como também o diálogo entre diferentes pesquisas e pesquisadores.

IV. Mapeamento de voçorocas e de seu entorno em vertente no Córrego do Quebra

A partir de atividades desenvolvidas no campo, foram elaborados três mapeamentos principais da área investigada: (i) cobertura vegetal; (ii) morfologia da vertente; e (iii) processos erosivos (Figuras 03, 04 e 05). A partir da análise desses mapeamentos foi possível tecer algumas considerações, as quais são apresentadas a seguir.

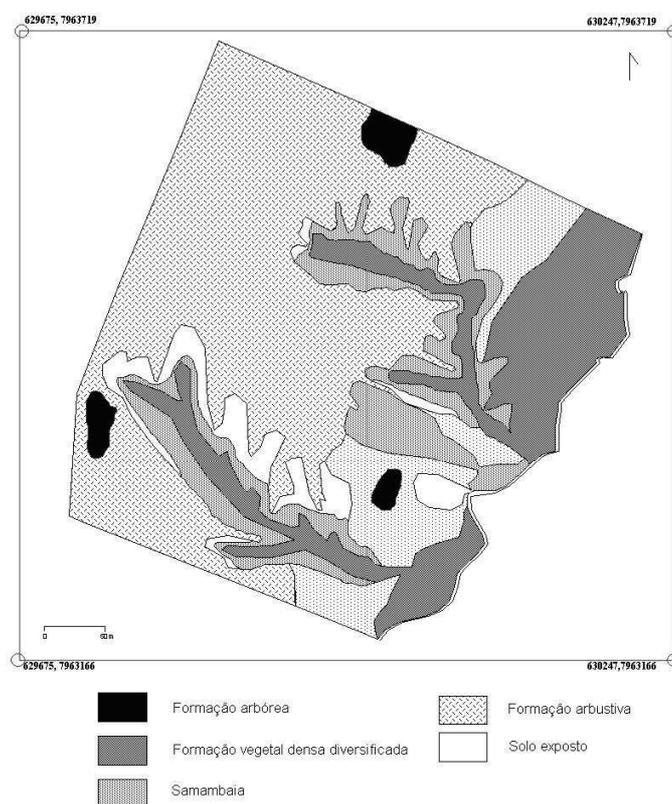


Figura 03: Cobertura vegetal de vertente do Córrego do Quebra (Depressão de Gouveia/MG).

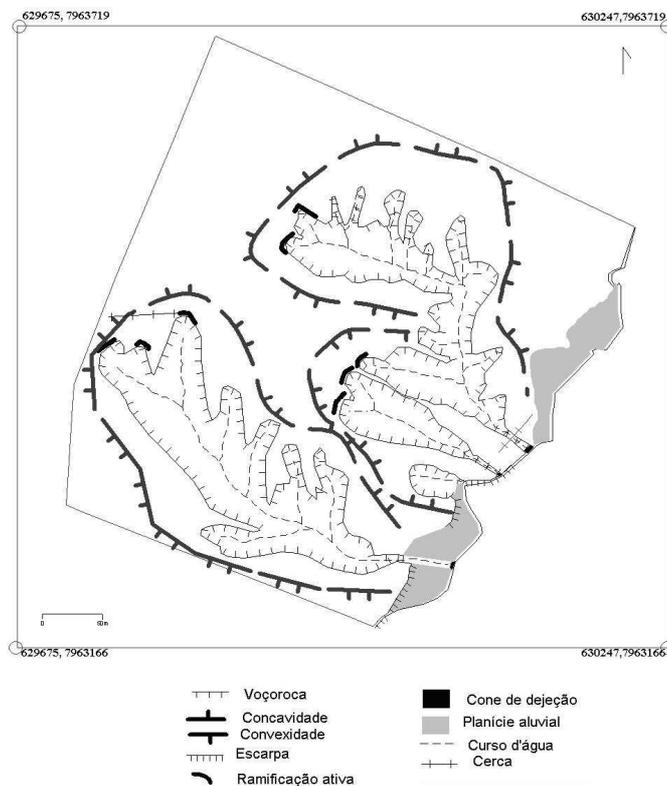


Figura 04: Morfologia de vertente do Córrego do Quebra (Depressão de Gouveia/MG).

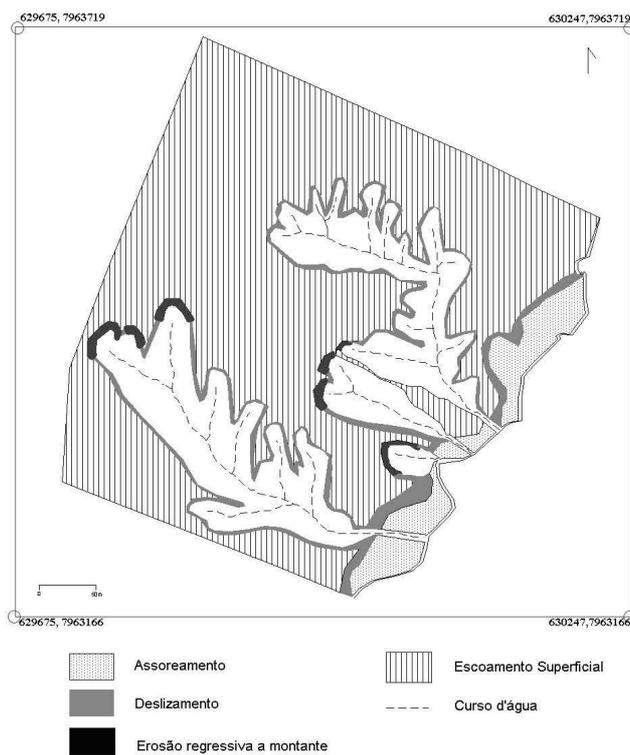


Figura 05: Processos erosivos de vertente do Córrego do Quebra (Depressão de Gouveia/MG).

No tocante à cobertura vegetal, entende-se que essa atua como elemento importante na manutenção do equilíbrio da vertente. REY (2003) estudou a influência da distribuição da vegetação sobre os sedimentos produzidos em voçoroca reflorestada. No presente artigo, ratifica-se as conclusões do autor quando o mesmo destaca que a distribuição da vegetação é importante para reduzir a saída de sedimentos. O autor afirma ainda que existem poucos estudos sobre a relação entre a vegetação, erosão e perda do solo, especificamente em voçorocas. Na área investigada predominava, originalmente, vegetação de cerrado. Com a introdução do gado, essa vegetação foi substituída por extensas áreas de pastagem, cobertura vegetal predominante atualmente na área e no entorno das voçorocas (Figura 06), levando ao entendimento de que, quanto à cobertura vegetal, não existem barreiras nas vertentes que possam inibir a evolução das bordas dos voçorocamentos.

Como é possível observar na Figura 03, o interior da voçoroca de maior extensão da área investigada é ocupado por vegetação de porte arbóreo, evidenciando processo de estabilidade. Por comporta-se como obstáculo natural ao trânsito de pessoas e do gado, as voçorocas acabam sendo preservadas e passam por um processo de re-vegetação, como ilustra a Figura 07.

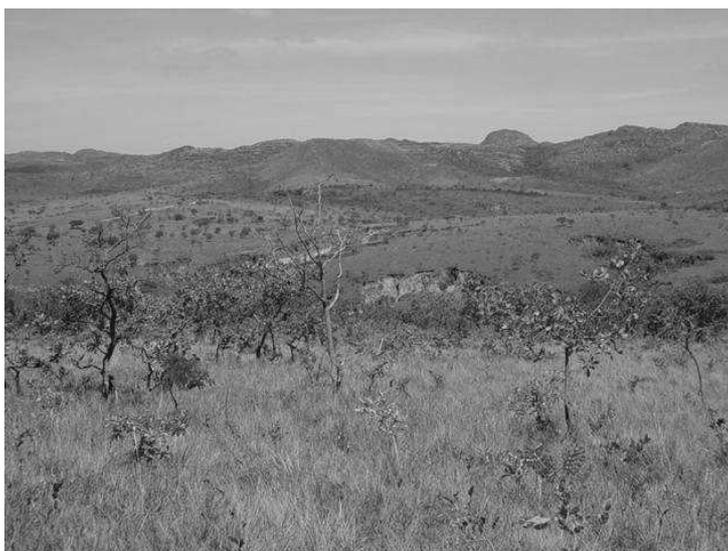


Figura 06: Cobertura vegetal atual predominante na área e ao redor das voçorocas investigadas.



Figura 07: Voçoroca em processo de regeneração da cobertura vegetal (Vertente do Córrego do Quebra).

Outra constatação digna de nota é o fato da cobertura vegetal no interior da voçoroca assumir a função de "corredor de biodiversidade", ou seja, assume o papel de área de refúgio de fauna e de flora. Durante as atividades desenvolvidas no campo foi possível contemplar aves, a exemplo de tucanos e maritacas, além de buracos provavelmente feitos por tatus.

Quanto à morfologia, observa-se que, de modo geral, as voçorocas associam-se a elementos côncavos, embora ocorram também em porções convexas (Figura 04).

Com relação aos processos erosivos atuantes na vertente investigada observam-se, como mostrado na Figura 05, a presença do (i) escoamento difuso responsável pela erosão laminar, (ii) erosão regressiva à montante, evidenciada pelas bordas ativas da voçoroca (Figura 08), deslizamentos (Figura 09) e assoreamento (Figuras 10 e 11).



Figura 08: Movimentos gravitacionais de massa rápidos nas bordas de uma das voçorocas (Vertente do Córrego do Quebra).

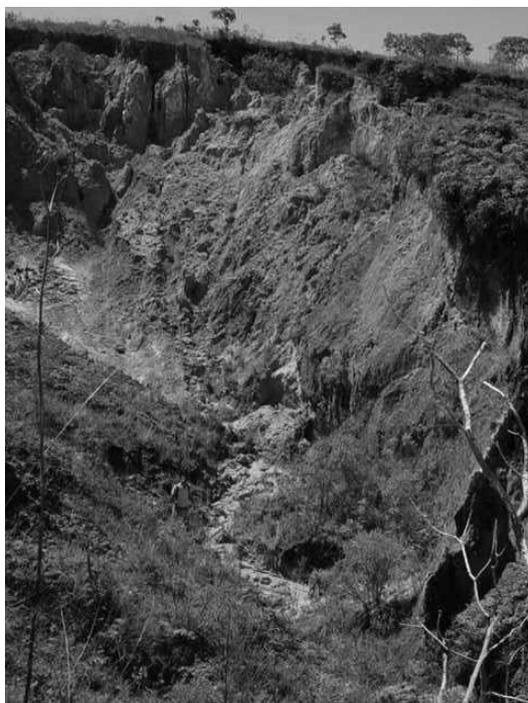


Figura 09: Borda de voçoroca sem cobertura vegetal (Vertente do Córrego do Quebra).

Esses processos compõem um quadro de rebaixamento natural da paisagem a partir do encaixamento do nível de base regional que é acompanhado, também, pela flutuação do nível freático, como evidencia o processo de erosão regressiva acentuadamente desenvolvido no interior das voçorocas. Os movimentos de transferência gravitacional de massa atuam no alargamento das bordas das voçorocas que, conseqüentemente, têm contribuído para o assoreamento dos canais fluviais na área investigada (Figuras 10 e 11).



Figura 10: Assoreamento no Córrego do Quebra, nível de base local que controla a evolução das voçorocas.



Figura 11: Cone de dejeção na desembocadura da voçoroca.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reflexão a respeito das características e da importância da cartografia aplicada à Geomorfologia contribuiu para o entendimento dos processos e eventos nas vertentes estudadas. Como vantagem da representação cartográfica, pode-se citar o fato de que os

mapeamentos elaborados apresentam uma visão analítica, ao mesmo tempo em que possibilitam uma visualização do conjunto morfo dinâmico da vertente em que as voçorocas estão inseridas. Isso quer dizer que, a partir das sobreposições das informações, pode-se obter síntese dos processos e fatores condicionantes do evento em questão. É possível associar diferentes fatores, como, por exemplo, cobertura vegetal e processos erosivos, ou ainda morfologia, cobertura vegetal e processos erosivos. Essa visão analítica que a cartografia oferece representa ganho nos estudos descritivos, pois permite rearranjo das informações de acordo com o estudo ou elementos que se deseja enfatizar. Nesse sentido, pode-se considerar que o mapeamento constitui elemento fundamental no estudo dos processos e formas atuantes na região estudada.

Existem desvantagens ou pontos negativos da técnica de mapeamento. No trabalho realizado, foi possível notar que os mapas representam bem o fenômeno estudado, entretanto, uma expressão mais fiel das informações requer a presença, ou melhor, a associação com elementos descritivos provenientes de mapas de geologia e pedologia.

As vantagens apresentadas no emprego da cartografia como ferramenta para os estudos geomorfológicos são, sem dúvida, superiores às suas limitações. A cartografia representa, atualmente, elo de ligação entre várias outras ciências que a utilizam como vitrine para expor idéias e visualizar fenômenos. Quando bem utilizada, tem a capacidade de permitir ao leitor leigo acesso à informação visual rápida e de fácil entendimento. Além disso, a cartografia possibilita trabalhar em várias escalas de estudo, ou seja, viabiliza a representação de fenômenos que abrangem áreas pontuais e zonais. Neste trabalho, procurou-se empregar nível de detalhamento em que fosse possível mapear tanto questões pontuais quanto não pontuais. Nesse aspecto o mapeamento atingiu o objetivo proposto, pois possibilitou visualizar parte considerável das informações coletadas em campo.

BIBLIOGRAFIA

AUGUSTIN, C. H. R. R. Aspectos Geomorfológicos da Região de Gouveia, Espinhaço Meridional, MG. In: Anais do 8º Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 1995. Bol. 13, 3-4.

BARBOSA, V. C. C. Análise da erosão laminar em vertente no município de Gouveia, MG: baseado na variação da micro-forma da vertente e da cobertura vegetal. 2002. Volume único. (Monografia). Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

BÜLOW, A. E. Mapeamento geomorfológico da folha de Gravataí (SH.22-X-C e D). In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, X, 2003. Rio de Janeiro.

- DABA, S; RIEGER, W; STRAUSS, P. Assessment of gully erosion in eastern Etiópia using photogrammetric techniques. CATENA, 50, p. 273-292, jan. 2003.
- ESTEVEZ, M., LAPETITE, J.M. a multi-scale approach of runoff generation in a Sahelian gully catchment: a case study in Niger. CATENA, 50, p.255- 272, jan. 2003.
- GÁBRIS, G; KERTÉSZ, A.; ZAMBÓ, L. Land use change and gully formation over the last 200 years in a hilly catchment. CATENA, 50, p.151-164, jan. 2003.
- IONITA, I. Hydraulic efficiency of the discontinuous gullies. CATENA, 50, p.369-380, jan. 2003.
- MACHIORO, E. Perda de solo por escoamento superficial difuso em vertentes do Córrego Quebra, no município de Gouveia-MG. 2002. Vol. Único. (Dissertação de Mestrado). Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.
- MALHEIROS, D.D. Análise preliminar da morfologia das bordas das voçorocas da região do alto Paraúna – Serra do Espinhaço – Gouveia – MG – 2ª etapa. 1986. Vol. Único. (Monografia). Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1986.
- MARTINEZ-CASASNOVAS, J.A. A spatial information technology approach for the mapping and quantification of gully erosion. CATENA, 50, p.293-308, jan. 2003.
- MENDONÇA, J.K.S., BEZERRA, J. F. R., ALMEIDA, E.P., GUERRA, A.J.T. FEITOSA, A. C. Proposta de recuperação em áreas degradadas por voçorocas na zona urbana do município de São Luís – MA. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, X, 2003. Rio de Janeiro.
- MOREIRA, P. F. Estudos da capacidade de infiltração dos solos na região do Alto Paraúna, município do Gouveia, Espinhaço Meridional – MG. 2ª. Etapa. (monografia de graduação) Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1987.
- OYGARDEN, I. Rill and gully development during an extreme winter runoff event in Norway. CATENA, 50, p.217-242, jan. 2003.
- POESEN, J., NACHTERGAELE, J., VERSTRAETEN, G., VALENTIN, C. Gully erosion and environmental change: importance and research needs. In: CATENA, vol. 50, 2003.
- REY, F. Influence of vegetation distribution on sediment yield in forested marly gullies. CATENA, 50, p.369-380, jan. 2003.
- RIES, J.B., MARZOLFF, I. Monitoring of gully erosion in the Central Ebro Basin By large-scale aerial photographs taken from a remotely controlled blimp. CATENA, 50, p.309-328, jan. 2003.
- ROSS, J. L. S. Geomorfologia: Ambiente e Planejamento. São Paulo: Contexto, 1996. 85p. (Repensando a Geografia).
- SIDORCHUK, A. et al. Gully erosion modelling and landscape response in the Mbuluzi River catchment of Swaziland. CATENA, 50, p.507-526, jan. 2003.
- SOUZA, L. H. F., RODRIGUES, S. C. Emprego do sistema cad no desenvolvimento e aperfeiçoamento de linhas especiais para utilização na cartografia geomorfológica. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, X, 2003. Rio de Janeiro.
- VALCÁRCEL, J. Ephemeral gully erosion in northwestern Spain. CATENA, 50, p.199-216, jan. 2003.
- VANDEKERCKHOVE, L., POESEN, J., GOVERS, G. Medium-term gully headcut retreat rates in Southeast Spain determined from aerial photographs and ground measurements. CATENA, 50, p.329-352, jan. 2003.