

## **DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS VOÇOROCAS EM GOUVEIA - MG: FATORES ASSOCIADOS**

Cristina Helena Ribeiro Rocha Augustin  
Universidade Federal De Minas Gerais - UFMG  
chaugustin@hotmail.com

Paulo Roberto Antunes Aranha  
Universidade Federal De Minas Gerais – UFMG  
Kranz\_spy@yahoo.com.br

Heloisa Helena Gomes Coe  
Universidade do Estado do Rio De Janeiro – UERJ/FFP  
heloisacoe@yahoo.com

### **EIXO TEMÁTICO: RISCOS, SOCIEDADE E FENÔMENOS DA NATUREZA**

#### **Resumo**

Trata-se de pesquisa sobre o impacto antrópico na distribuição espacial de voçorocas no município de Gouveia, Serra do Espinhaço, MG. A área apresenta uma grande densidade dessas formas erosivas nos domínios das rochas do complexo granítico, nos xistos do Supergrupo Rio Paraúna e nas vertentes desenvolvidas sobre rochas básicas e metabásicas. Por apresentarem um substrato relativamente homogêneo do ponto de vista litológico, feições estruturais que em grande parte foram suavizadas pelo espesso manto de alteração e características climáticas muito semelhantes, a distribuição espacial e formas das voçorocas apontam para a influência de outros fatores. Foto-interpretação, utilizando foto-aéreas na esc 1:25.000, permitiu identificar a presença de voçorocas associadas à feições geomorfológicas côncavas (anfiteatros e alvéolos). A própria foto-interpretação revelou, no entanto, que fatores relacionados ao uso e ocupação do terreno respondem prioritariamente pela distribuição espacial das voçorocas, bem como por formas anômalas de alguns dos seus canais. Trabalhos de campos revelaram que os principais impactos encontram-se associados ao uso e ocupação do terreno para fins agro-pecuários, em especial a utilização de diferentes tipos de delimitações de propriedades, ou divisões dentro da mesma propriedade de áreas de usos diferenciados. Também a mineração a céu aberto contribui com o desenvolvimento dessas formas resultantes de erosão acelerada, mas com participação mais discreta em termos de densidade e extensão destas.

**Palavras chaves:** distribuição espacial, voçorocas, fatores antrópicos.

#### **Abstract**

This research deals with the influence of human impact on the special distribution of gullies in the Gouveia Municipality, in the Espinhaço mountain range, MG. The area presents a dense occurrence of these accelerated erosion forms in especial on the domain of the granitic complex as well as on the schists of the Supergroup Rio Paraúna and on the basic and metabasic rocks. Taking into consideration that the lithology is relatively homogenous, that the structural elements that could affect the gullies distribution in the area have been weakened by a thick weathered mantle, the fact that climatic characteristics are very similar, the distribution and form of the gullies channels seems to have influence of other factors. Photo-interpretation of aerial photographs (esc: 1. 25.000), allowed to identify the presence of gullies associated with geomorphic features like amphitheater and hollows. However, it also showed the importance of other factors especially that linked to land use and management. Further field investigation revealed that different types of property delimitation, but also associated with the separation of the land for cultivation and pasture for cattle and the way it was conducted in the study area have a major effect on the initiation

and development of the gullies. It was also identified as cause for the gully development open miming activities. Its influence however is much less important.

**Keywords:** gullies, spatial distribution, human factors.

## Introdução

O processo de voçorocamento é comumente associado aos impactos provocados por atividades antrópicas (POESEN et al., 1990; KOSMAS, et al., 2002; KAKEMBO et al., 2003; KEAY-BRIGHT et al., 2006; 2007; MOLINA, et al., 2007). Essa associação tende a se refletir na definição das voçorocas, como é o caso daquela adotada pela FAO (1965), na qual elas são consideradas canais nos quais a largura e a profundidade não permitem uma plantação normal.

A ênfase nos fatores antrópicos possivelmente decorre do fato que os voçorocamentos surgem, cada vez mais, acompanhando, e tendo efeitos catastróficos, no espaço construído, seja este agrícola ou urbano. O aumento no número de publicações abordando esse processo atesta a importância e dimensão mundial do problema (FURLANI, 1980; COELHO NETO et al., 1988, POESEN et al., 1990; CROUCH, 1990; MOEYERSONS, 1991; BOCCO, 1991; BULL et al., 1997; JONES et al., 1997; CASALI, 1999; BRYAN et al., 2000; LÉONARD et al., 2004; BILLI et al., 2003; AUGUSTIN et al., 2006; KAKEMBO et al., 2009; SVORAY et al., 2009; FULLER, 2011).

As voçorocas constituem hoje parte da paisagem de algumas regiões, independentemente do regime climático e/ou dos tipos de solos ou rochas. São encontradas em climas semi-áridos (DE PLOEY, 1974), em rochas sedimentares e neossolos, como os desenvolvidos sobre margas no sul Espanha (AUGUSTIN, 1979), em regiões andinas, como relatado por Harden (1996), bem como em climas equatoriais e tropicais úmidos como no Brasil (COELHO NETO et al., 1988; AUGUSTIN et al., 2006; FURLANI, 1980), e em extensas áreas em diferentes partes da terra, como apontado por Kalemga et al. (2009).

Esse fato sugere a possibilidade de que o processo tenha uma forte influência do fator antrópico como indutor da sua iniciação e desenvolvimento, levando ao que Hudson (1985) identifica como as condições ideais para a formação da voçoroca. Para este autor, ela inicia quando há a quebra do equilíbrio entre processos e formas em um curso d'água, causado por um acréscimo na quantidade do fluxo de escoamento, ou por um decréscimo na capacidade de transporte do canal.

Para entender a importância dos fatores antrópicos nessa quebra de equilíbrio, foi realizado estudo na região de Gouveia, MG, localizada no Espinhaço Meridional (Fig. 1) caracterizada pela presença de frequentes e extensas voçorocas.

Elas ocorrem preferencialmente na Depressão de Gouveia, no domínio do complexo granítico, dos xistos do Supergrupo Rio Paraúna e nas rochas básicas e metabásicas que cortam essas litologias. As vertentes da Depressão de Gouveia apresentam topos longos, achatados e são pouco recortadas em esporões e reentrâncias pela drenagem, formando extensos interflúvios.

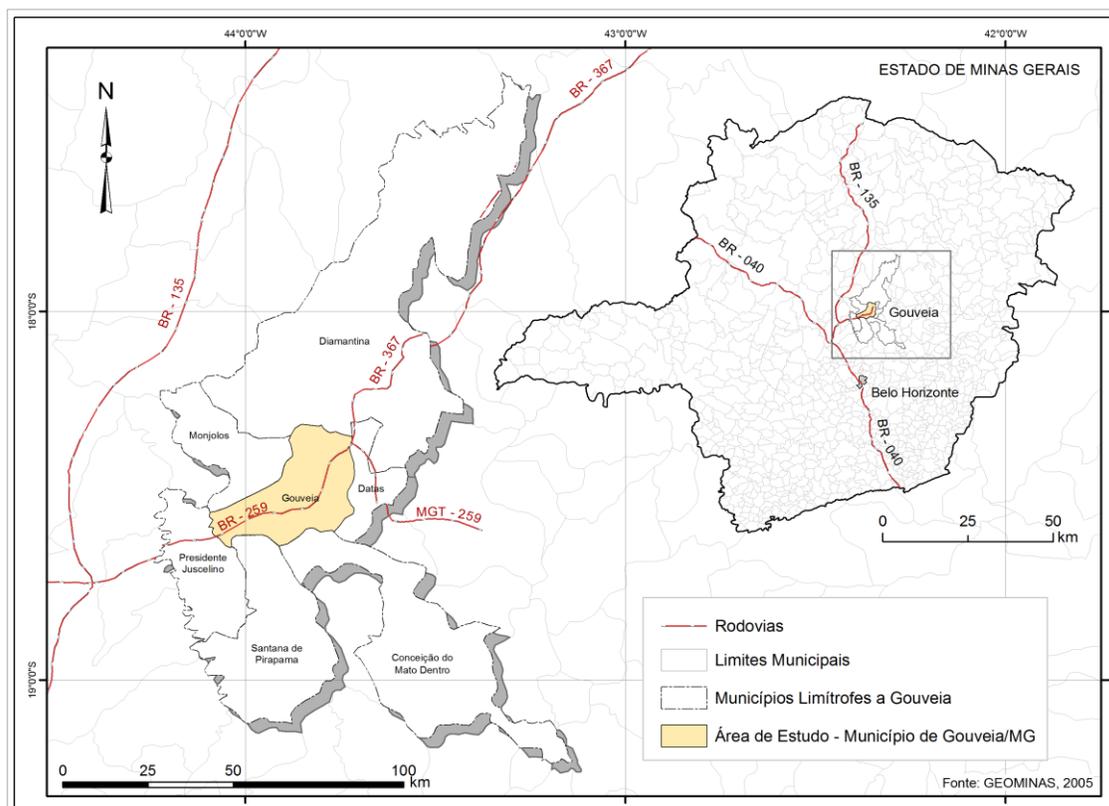


Fig. 1 - Localização da área de estudo, no município de Gouveia, Serra do Espinhaço Meridional, MG.

A declividade média das encostas é em torno de  $12^{\circ}$  (AUGUSTIN et al., 2006), não caracterizando inclinações muito acentuadas que possam favorecer, de uma maneira particular, o desenvolvimento de voçorocas.

Também o clima tropical úmido com duas estações bem definidas é comum às áreas de predominância da cobertura vegetal do cerrado, com temperatura média anual de  $22^{\circ}\text{C}$  e pluviosidade média anual de 1.500mm, concentrados nos meses de dezembro e janeiro. Enquanto as meias, altas vertentes e topos são ocupados por cerrado degradado, os fundos de vale e algumas áreas de cabeceiras contam com matas (ciliares).

Os objetivos deste trabalho são, portanto, o de analisar a distribuição espacial das voçorocas na área de estudo e sua relação com fatores naturais ou antrópicos, utilizando métodos relativamente simples e de fácil acesso a qualquer pesquisador.

### **Métodos e Técnicas**

Inicialmente foi realizada foto-interpretação, com o uso de foto-áreas nas escalas 1: 25.000, voo Cruzeiro do Sul, com o objetivo de espacializar a distribuição das voçorocas e verificar que elementos do meio bio-físico e antrópicos poderiam ser identificados com a presença destas formas erosivas. Mesmo tratando-se de fotos antigas, de 1979, considerou-se que as formas teriam permanecido sem alterações radicais, assim como grande parte dos fatores bio-físicos. O que poderia ter mudado seriam os fatores antrópicos, o que teria condições de ser acrescido à foto-interpretação, posteriormente, em campanhas de campo.

Como base para a foto-interpretação buscou-se mapear as voçorocas e identificar elementos, fossem eles “naturais” ou antrópicos, presentes nas proximidades das mesmas para orientar as feições a serem analisadas. Em cada voçoroca foram também identificados: a) fatores geológicos: presença de fraturas, falhas, mudanças e contatos lito-estruturais, pois a área apresenta indícios de deformações herdadas do Evento tectônico do Ciclo Brasileiro e a presença de rochas básicas e metabásicas, identificadas em mapeamento da COMIG (1996), bem como na própria foto-aérea pela mudança de tonalidade e textura das mesmas; b) feições morfológicas tais como: alvéolos deposicionais, anfiteatros, cabeceiras, proximidade com rios, ribeirões ou córregos; c) cobertura vegetal: tipo e densidade estimada; d) feições específicas decorrentes do uso e ocupação tais como valas, estradas, caminhos ou trilhas, minerações, ou retirada de solo em áreas de empréstimo para obras nas estradas e a presença de valas, estas últimas perceptíveis na escala das fotos utilizadas.

O mapeamento geológico (Folha Diamantina, COMIG, 1996) teve utilidade restrita para a foto-interpretação, tendo em vista as diferenças de escala (1:100.000) com relação às das foto-áreas (1:25.000) e pelo fato da lito-estrutura ser muito homogênea na área estudada. Em função disso, não houve categorização de elementos geológicos, a não ser com relação à presença ou não de rochas básicas e metabásicas.

Posteriormente, foram realizados trabalhos de campos para convalidação da foto-interpretação e coleta de informações adicionais e de atualização das condições de usos e ocupação do terreno e da cobertura vegetal.

### **Apresentação e Discussão dos Resultados**

O mapa resultante da foto-interpretação (Fig. 2) indicou a presença de voçorocas próximas a quatro tipos de situações: 1- a anfiteatros e/ou alvéolos; 2- de estradas, caminhos e/ou trilhas; 3- de valas para delimitação de propriedades; 4- de minerações.

Também foi observado que, em algumas situações, a forma dos canais das voçorocas apresenta curvaturas, ou mudanças mais ou menos abruptas de direção, consideradas incompatíveis com o que é esperado da erosão provocada pelo escoamento superficial pela água da chuva, ou por controles estruturais, como falhas ou fraturas (Fig. 2). Estas feições geológicas, embora presentes na área, têm muitas vezes influência secundária no controle nos processos erosivos, tendo em vista que elas foram praticamente eliminadas com a formação de espessos mantos de alteração (2 a 30m de espessura), resultado do prolongado intemperismo químico na área, como pode ser identificado nas paredes da voçoroca da figura 4.

Dessa maneira, passou-se a investigar possíveis causas para o comportamento anômalo dos canais das voçorocas mapeadas, associadas ou não à presença de alvéolos/anfiteatros, uma vez que aquelas ocorrendo próximas às atividades de mineração de quartzo e ouro, não apresentaram tais formas.

#### **Fatores antrópicos: o impacto de diferentes tipos de delimitação de propriedades na ocorrência de voçorocas**

Embora um dos tipos de delimitação de propriedades tenha sido identificado pela foto-interpretação (valas), apenas os trabalhos de campo permitiram identificar outros tipos utilizados para separar propriedades, ou mesmo áreas de usos distintos na mesma propriedade (ALVARENGA, 1985; AUGUSTIN, 1995).

Foram identificadas três tipos principais de delimitações de propriedades (Fig. 2): as cercas feitas de blocos irregulares de granito-gnaíse; as de arame farpado e as divisões realizadas por valas, com profundidades variadas.

#### ***Muros de blocos de granito-gnaíse***

As cercas feitas de blocos irregulares de granito-gnaíse não têm associação alguma com a ocorrência de voçorocas. Ao contrário, em casos de vertentes com declividades mais acentuadas, esse tipo de cerca tende a diminuir a velocidade da água de enxurrada e a aumenta a infiltração, minorando os efeitos da erosão superficial.

Essas cercas remontam ainda do tempo dos escravos e são formadas pelo empilhamento de blocos irregulares, levemente arredondados, de granito-gnaiss e não apresentam feições erosivas, mesmo quando acompanham a declividade máxima da vertente.

As duas outras delimitações de propriedade, no entanto, têm efeito devastador na iniciação e desenvolvimento dos processos de voçorocamento na área.

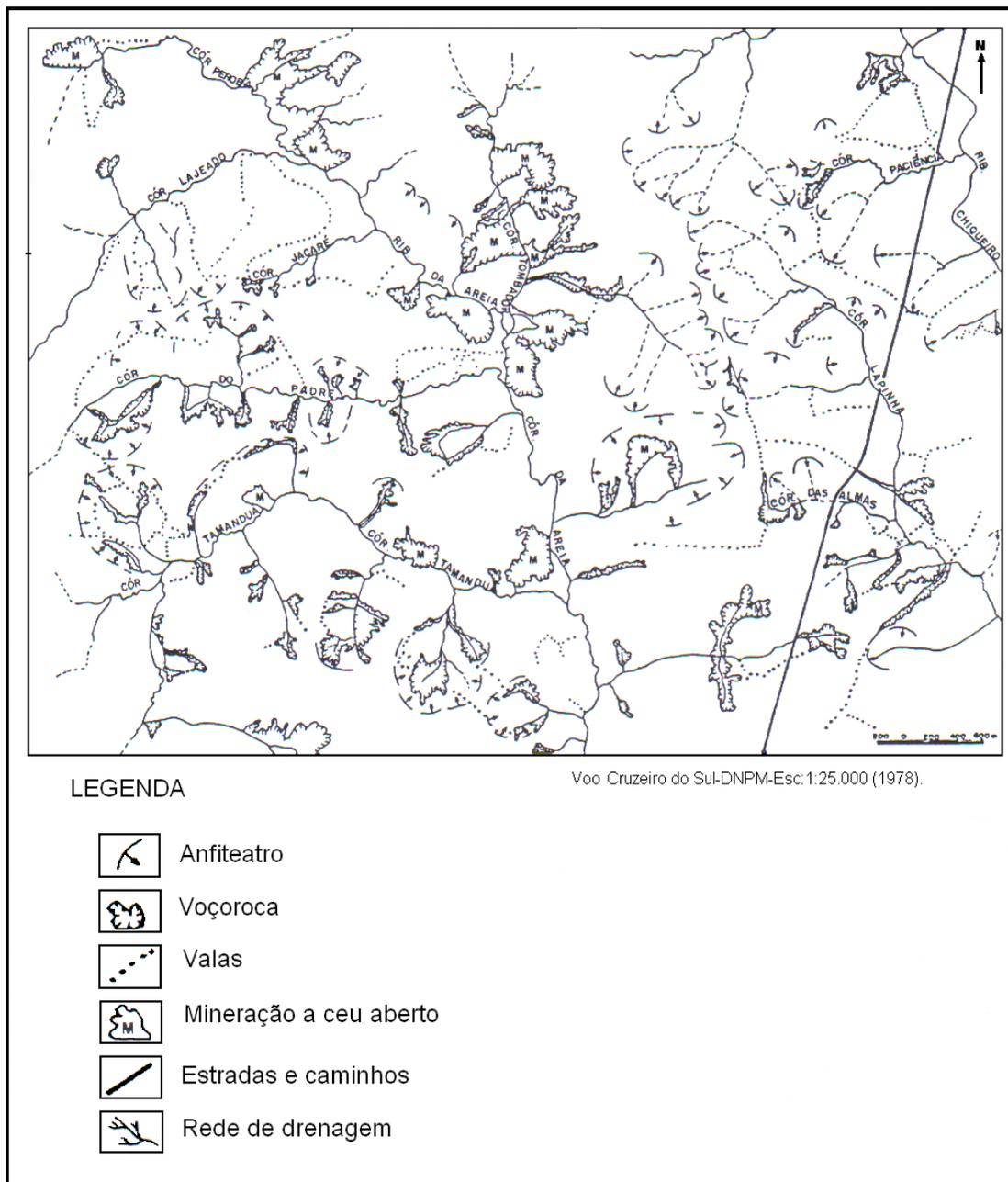


Figura 2: Fatores associados à presença de voçorocas nos altos cursos do Ribeirão do Chiqueiro e da Areia, Gouveia, MG. Fonte: Augustin, 1995.

### *Valas*

As valas eram usadas, em um passado recente, para delimitar propriedades e também áreas de diferentes usos na mesma propriedade, em especial a agricultura, que é praticada basicamente nos anfiteatros e alvéolos, da pecuária, realizada nas altas vertentes e topos (Fig. 3).

Eram utilizadas ainda como prática de manejo, para retirar o excesso de escoamento superficial nas áreas côncavas do relevo, com a abertura de valas com até 0,5m de profundidade.



Fig. 3-Voçoroca semicircular, contornando um anfiteatro, formada a partir da abertura de vala para proteger áreas do fundo do excesso de água, bem como do acesso do gado à área antigamente utilizada para o plantio (à direita).

Tornavam-se, portanto, canais que passavam a ser utilizados pela água de escoamento superficial, que, a esta profundidade, perdia a capacidade de migrar a cada ciclo chuvoso, levando ao aprofundamento da “vala” e desestabilização das suas paredes. O desenvolvimento de voçorocas foi apenas questão de tempo (Fig. 3).

Por tratar-se de valas abertas pelo homem, estas formam curvas, contornando as áreas de alvéolos ou de anfiteatro, ou separando-as da pecuária, ou mesmo para drenar o excesso de escoamento das áreas cultivadas; fazem, em geral, ângulos retos, quando se trata de separação de propriedades (Fig. 2).

Há situações (Fig. 3) nas quais o canal da voçoroca desenvolveu-se paralelamente à linha do topo. Somente retorna a posição vertente abaixo, após interceptar alguma ravina, ou outra vala aberta na direção da declividade.

### ***Cercas de arame farpado***

Essas cercas, aparentemente inofensivas como iniciadoras de processos de erosão acelerada, ganharam novos contornos na região estudada. Para economizar arame, é construído um pequeno murundu de terra acompanhando a cerca, sendo que o murundu serve ainda para dispersar o escoamento superficial a água de chuva (Fig. 4). Também é comum a presença de pequenas valas ao longo das cercas de arame farpado, com o mesmo propósito de controlar o escoamento da água de chuva.

O efeito, tanto dos murundus, quanto das “pequenas valas”, é que estes se tornam caminhos preferenciais do escoamento que, por ventura, era disperso (Fig. 4). A acumulação da água ao longo das cercas de arame farpado causa o aprofundamento dos canais e colapso das paredes, levando à formação de voçorocas que, dessa maneira, nem sempre contam com canais concordantes com as declividades da vertente (Fig. 2).



Fig. 4- Presença de voçoroca acompanhando cerca de arame farpado. Notar a presença de pequeno rebaixamento à direta da cerca, que faz sobressair a porção (murundu) na qual os postes da cerca estão assentado. Também se observa a ocorrência de latossolo vermelho, comumente encontrado em rochas básicas e metabásicas.

### **Estradas, caminhos e trilhas**

Estas feições construídas pelo homem também estão presentes e associadas às voçorocas na área de estudo (Fig. 2). O fato de se tratar de estradas não pavimentadas obriga que se construam drenagens (canais) às margens das mesmas, denominadas de “bigodes”. Esses canais, embora inicialmente pouco profundos, são abertos de maneira frequente depois de curvas das estradas, em pontos, portanto, de extrema velocidade da enxurrada. Associado a esse fato, ao se abrir esses pequenos canais, as camadas melhor estruturadas do solo e sua cobertura vegetal são retiradas, induzindo a um trabalho bastante efetivo da água concentrada do escoamento superficial em aprofundá-los.

Esse efeito ainda é mais eficiente, quando os bigodes interceptam ravinas ou linhas preferenciais de escoamento superficial e sub-superficial da água de chuva (Fig. 2).

O mesmo ocorre com as trilhas e caminhos, em especial quando estes passam próximos às cabeceiras dos alvéolos e dos anfiteatros, como pode ser observado na Figura 5.



Fig. 5 – Colapso de parte de uma estrada vicinal, como consequência do avanço de ramificação de uma voçoroca por causa do efeito da enxurrada que é canalizada pela estrada.

## Conclusão

Os resultados da foto-interpretação permitiram associar grande parte da ocorrência das voçorocas à práticas agropecuárias na área estudada. Entre elas, destacam-se os tipos de delimitações entre propriedades e, em alguns casos, delimitações em áreas da própria propriedade para separar tipos diferentes de atividades agropecuárias, bem como para impedir a concentração excessiva de água de escoamento superficial em porções cultivadas do terreno. Como a pecuária está restrita aos topos e às vertentes, o cultivo é realizado nos anfiteatros, alvéolos e fundos de vale. Portanto, a presença de voçorocas associadas às feições côncavas (alvéolos e anfiteatros) se deve, em grande parte, às estas práticas de uso e manejo da terra, uma vez que em sua proximidade, ou mesmo dentro delas, foram abertas valas, ou utilizados arames farpados, como forma de manejo.

Os anfiteatros e alvéolos foram também afetados pela abertura de estradas, caminhos e trilhas, que tendem a serem construídos aproveitando as linhas de cumieira, afetando a quantidade de água que converge para o interior daquelas feições. No entanto, em todas as situações analisadas, independentemente dos fatores iniciais responsáveis, houve uma ruptura do equilíbrio entre forma e processo, como apontado por Hudson (1985), levando ao desenvolvimento de voçorocas.

**Agradecimentos:** À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro às pesquisas que deram suporte a essa publicação (CRA APQ 01652-09).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, A. **Ocupação do Solo na Porção Norte Ocidental da Cidade de Gouveia**. 1985. 61 p. Monografia de Graduação. Departamento de Geografia. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais Belo Horizonte.

ARANHA, P.R.A. **Estudo das Coberturas Superficiais e sua Dinâmica na Região de Gouveia, Serra do Espinhaço, MG: Utilizando o Radar de Penetração no Solo (GPR)**. 2002. 305 p. Tese de doutorado. Departamento de Geologia da Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, MG.

AUGUSTIN, C.H.R.R. **Geoökologische Studien in südlichen Espinhaçogebirge bei Gouveia, Brasilien unter besonderer Berücksichtigung der Landschaftsentwicklung**. 1995. 294 p. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia Física da Johann Wolfgang Goethe Universität, Frankfurt am. Main, Alemanha

\_\_\_\_\_ **A preliminary interacted survey of the natural resources near Alcantarilla, Southeast Spain**. 1979. 314 p. Dissertação de Mestrado, University of Sheffield, Sheffield, UK.

AUGUSTIN, C.H.R.R., ARANHA, P.R.A. **A Ocorrência de Voçorocas em Gouveia, MG: características e processos associados**. *Geonomos* 14 1(1, 2), p. 75-86, 2006.

BILLI, P., DRAMIS, F. **Geomorphological investigation on gully erosion in the Rift Valley and the northern highlands of Ethiopia**. *Catena*, 50, p. 353– 368, 2003.

BOCCO O. **Gully Erosion: Processes and Models Progress**. *Physical Geography*, 15, p. 392-406, 1991.

BRYAN, R.B., JONES, J.A.A. **The significance of soil piping processes: inventory and prospect**. *Geomorphology*, 20 (3-4), p. 209-218, 1997.

BULL L.J., KIRKBY M.J. **Gully processes and modelling Progress**. *Physical Geography*, 21, p. 354-374, 1997.

CASALI J., LOPEZ J.J., GIRÁLDEZ, J.V. **Ephemeral Gully Erosion in Southern Navarra (Spain)**. *Catena*, 36, p. 65-84, 1999.

COELHO NETO A. L. , FERNANDES N.F., DEUS C.E. **Gullying in southeastern Brazilian Plateau, Bananal, SP**. In: *Anais, Proceedings of the Porto Alegre Symposium of Sediments Budgets*, 174, p. 35-42, 1988.

COMIG-MG. **Projeto Espinhaço**, Folha de Diamantina, escala: 1:100.000, 1996. Belo Horizonte, MG.

CROUCH R.J. **Erosion Processes and Rates for Gullies in granitic soils Bathurst, New South Wales, Austrália**. *Earth Surface Processes and Landforms*, 15, p. 169-173, 1990.

DE PLOEY, J. **Mechanical properties of hillslopes and their relation to gullying in Central semi arid Tunisia**. *Zeitschrift für Geomorphologie. Suppl-Bd 21*, p. 177-190, 1974.

F.A.O. **Soil Erosion by Water: Some Measures for its Control on Cultivated Lands**. FAO/UNESCO, Rome. 1965.

FULLER I.C., MARDEN, M. **Slope-channel coupling in steepland terrain: A field-based conceptual model from the Tarndale gully and fan, Waipaoa catchment, New Zealand**. *Geomorphology*, 128, p. 105-115, 2011.

FURLANI G. M. **Estudo geomorfológico das boçorocas de Casa Branca - São Paulo**. Dissertação de Mestrado. 1980. 379p. Departamento de Geografia, FFLCH - USP, São Paulo.

GEESON, N.A., BRANDT, C.J., THORNES, J.B. (Eds.). **Mediterranean Desertification: A Mosaic of Processes and Responses**. Wiley, Chichester, 2002, p. 57-70.

HARDEN, C.P. Interrelationship between land abandonment and land degradation: a case from the Ecuadorian Andes. **Mountain Research and Development**, 16, p. 274-280, 1996.

HUDSON, N.W. A world view of the development of soil conservation. **Agricultural History**, 59, p. 326-339, 1985.

IWASA O.Y., PRANDINI F.L. Diagnóstico da origem e evolução de boçorocas: condição fundamental para prevenção e correção. In: **ABGE, Simpósio sobre o controle de erosão**. Curitiba, Anais São Paulo, Vol II, 1980, p. 5-34.

JONES J.A.A., RICHARDSON, J.M. JACOBS, H.J. Factors controlling the distribution of piping in Britain: a reconnaissance. **Geomorphology** 20 (3-4), p. 289-306, 1997.

JONES, J.A.A. Subsurface flow and subsurface erosion: further evidence on forms and controls. In D.R. Stoddart (ed) **Process and form in geomorphology**, Routledge, London, p. 74-120, 1997.

JONES, J.A.A. Pipeflow contributing areas and runoff response. **Hydrological Processes**, 11, p. 35-41, 1997.

KAKEMBO, V., ROWNTREE, K.M. The relationship between land use and soil erosion in the communal lands near Peddie Town, Eastern Cape, South Africa. **Land Degradation & Development**, 14, p. 39-49, 2003.

KAKEMBO, V., XANGA, W.W., ROWNTREE, K. Topographic thresholds in gully development on the hillslopes of Ngqushwa communal areas in Local Municipality, Eastern Cape, South Africa. **Geomorphology**, 110, p. 188-194, 2009.

KEAY-BRIGHT, J., BOARDMAN, J. Changes in the distribution of degraded land over time in the central Karoo, South Africa. **Catena**, 67, p. 1-14, 2006.

KEAY-BRIGHT, J., BOARDMAN, J., The influence of land management on soil erosion in the Sneeuberg Mountains, Central Karoo, South Africa. **Land Degradation and Development**, 18, p. 423-439, 2007.

KOSMAS, C., DANALATOS, N.G., LÓPEZ-BERMÚDEZ, F., ROMERO DIAZ, M.A., The effect of land use on soil erosion and land degradation under Mediterranean conditions. In: Geeson, N.A., Brandt, C.J., Thornes, J.B. (Eds.), **Mediterranean Desertification: A Mosaic of Processes and Responses**. Wiley, Chichester, 2002, p. 57-70.

LÉONARD J, RICHARD, G.. Estimation of runoff critical shear stress for soil erosion prediction from soil shear strength. **Catena**, 57, p. 233-249, 2004.

MOEYERSONS T. Ravine formation on steep slope: forwards versus regressive erosion- some study cases from Rwanda. **Catena**, 10, p. 308-321, 1991.

MOLINA, A., GOVERS, G., VANACKER, V., POESEN, J., ZEELMACKERS, E., CISNEROS, F. Runoff generation in a degraded Andean ecosystem: interaction of vegetation cover and land use. **Catena**, 71, p. 357-370, 2007.

PETIT M, BOURGEAL, F. Os Lavaka Malgaches: Um Agente natural de Evolução das Vertentes. **Boletim Geográfico**, Ano XXV, 190, Rio de Janeiro, p. 29-32, 1966.

POESEN J., GOVERS G. Gully erosion in the loam belt of Belgium: typology and control measures. In: Boardman J., Foster D.L., Dearing, J.A. (eds.), **Soil Erosion on Agricultural Land**, Wiley, UK. 1990, p. 513-530.

PRICE-WILLIAMS, D., WATSON, A. New observations on the prehistory and palaeoclimate of the Late Pleistocene in southern Africa. **World Archaeology**, 13, p. 372–381, 1982.

SVORAY T., MARKOVITCH, H. Catchment scale analysis of the effect of topography, tillage direction and unpaved roads on ephemeral gully incision. *Earth Surface Processes and Landforms*. **Earth Surf. Process. Landforms**, 34, 1970–1984 (2009). Published online in Wiley InterScience ([www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com)) DOI: 10.1002/esp.1873.