

**LEVANTAMENTO DE VOÇOROCAS NO MUNICÍPIO DE ALEGRE, ES****Lidiane dos Santos Gomes<sup>1</sup>; Luis Carlos Mendes Cardoso<sup>1</sup>; Pedro Peluzio de Oliveira<sup>1</sup>; Elaine da Silva<sup>1</sup>; Jéferson Luiz Ferrari<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Federal do Espírito Santo/ Programa de Pós-graduação Lato Sensu em Agroecologia, Rua Principal s/nº - Distrito de Rive - Caixa Postal 47 - CEP: 29.500-000, Espírito Santo, Brasil, lydygomes@bol.com.br, luiscmcardoso@gmail.com, pedropeluzio@yahoo.com.br, elaineagronomia@hotmail.com, ferrarijuliz@gmail.com

**Resumo-** O uso e a ocupação desordenada do solo têm provocado alterações ambientais às vezes irreversíveis. Ações antrópicas relacionadas às atividades agropecuárias, superpastoreio e manejo inadequado do solo que leve à compactação ou à diminuição da cobertura vegetal e a construção de estradas mal alocadas ou que deságuam quantidade de água superior à que os solos sejam capazes de suportar, podem contribuir para o início e/ou a aceleração de processos erosivos. As formas de erosão hídrica são determinadas conforme o grau de desagregação e transporte de partículas do solo, tendo nas voçorocas o estado avançado de erosão hídrica. Quanto à medição das voçorocas são necessários determinar tanto o desenvolvimento horizontal quanto o vertical. As medições fornecem dados para determinar a intensidade com que às bordas das voçorocas. O objetivo deste trabalho foi estudar a ocorrência e as causas das voçorocas na comunidade de Alegre, ES. A área em estudo foi dividida em quatro quadrantes, numerados no sentido horário. A descrição do uso do solo foi obtida informações levantadas em visitas a campo, sendo registradas digitalmente, através de fotografias as áreas com voçorocas. As ações antrópicas ao longo dos anos contribuem efetivamente para que uma área apresente maior ou menor degradação ambiental independente do uso da terra exercido sobre o local e seus atributos naturais.

**Palavras-chave:** Erosão do solo, uso do solo, sistemas de informações geográficas

**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias

**Introdução**

O uso e a ocupação desordenada do solo têm provocado alterações ambientais às vezes irreversíveis, problemas causados por intervenções humanas das mais variadas formas vêm comprometendo toda a dinâmica dos subsistemas que a integram, como as habitações em áreas de risco, desmatamento das cabeceiras de drenagem, além de obras de infra-estrutura sem controle técnico (MEIRA et al., 2004).

As ações antrópicas relacionadas às atividades agropecuárias como, desmatamento para agricultura, superpastoreio e manejo inadequado do solo que leve à compactação ou à diminuição da cobertura vegetal do mesmo podem ser relacionadas à urbanização, e a construção de estradas mal alocadas ou que deságuam quantidade de água superior à que os solos sejam capazes de suportar, podem contribuir para o início e/ou a aceleração de processos erosivos (GOULART, 2005).

Segundo Guerra; Guerra (1997), voçoroca pode ser compreendida por "escavação ou rasgão do solo ou de rocha decomposta, ocasionado pela erosão do lençol de escoamento superficial." Suas características físicas associam-se a paredes laterais íngremes e geralmente possuem fundo

chato no qual ocorre fluxo de água no seu interior durante eventos chuvosos. Vale salientar que uma voçoroca poderá alcançar a uma profundidade tal chegando a atingir o limite do lençol freático.

As formas de erosão hídrica são determinadas conforme o grau de desagregação e transporte de partículas do solo, tendo nas voçorocas o estado avançado de erosão hídrica. Entre as consequências negativas ao voçorocamento do solo, encontram-se a perda de área utilizável dificultando o trânsito nas propriedades rurais, assoreamento de mananciais hídricos, e morte de animais devido a acidentes. A recuperação desse solo é difícil, na maioria das vezes associada a custos elevados e longo prazo (ARAUJO, 2007).

Quanto à medição do desenvolvimento de voçorocas é necessário determinar tanto o desenvolvimento horizontal quanto o vertical. As medições fornecem dados para determinar a intensidade com que as bordas das voçorocas, estão se movimentando, para esse tipo de levantamento, também podem ser usadas fotografias tiradas sempre no mesmo ponto. As voçorocas são classificadas pela sua profundidade e pela área da sua têm bacia, são profundas quando têm mais 5 metros de profundidade; média, quando têm de 1 – 5 m, e pequena, com menos de 1 m (BERTONI; LOMBARDI NETO,

2010). Segundo Cardoso; Pires (2009), as voçorocas podem ser classificadas conforme seu grau de desenvolvimento em: ativa, inativa e paleovoçoroca, sendo que o grau de atividade pode ser definido pelo grau de suavização de suas bordas e pela presença de vegetação, voçorocas com níveis baixos de vegetação e com encostas mais íngremes são classificadas como ativas.

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho realizar um levantamento das voçorocas em ocorrência na comunidade de Alegre, ES.

## Metodologia

### Caracterização da área de estudo

A comunidade de Alegre caracteriza-se pelo distrito sede e região circunvizinha do então município de Alegre, localizado ao sul do Estado do Espírito Santo, nas coordenadas geográficas de latitude - 20°45'49", longitude - 41°31'57", Figura 1.

O município abrange uma área de aproximadamente 778,6 km<sup>2</sup>. Segundo dados do IBGE (2010), a população do município é de 31.143 habitantes. Destes, um pouco mais de 18.000 residem na sede, e os demais em 7 distritos: Araraí, Café, Rive, Celina, Santa Angélica, Anutiba e São João do Norte.

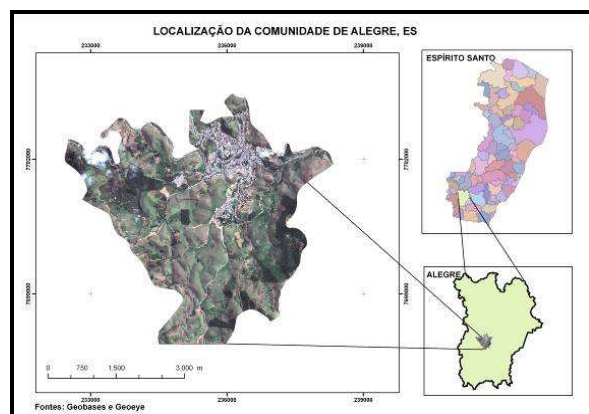


Figura 1 - Localização da área de estudo.

Segundo a classificação internacional de Köppen, o clima da região é do tipo "Cwa", ou seja, tropical quente úmido, com inverno frio e seco, temperatura média de 23,1° C e precipitação total média de 1341 mm. Lima et al. (2008) estudando a variabilidade temporal de uma série histórica de 63 anos de dados de precipitação deste município constataram que as estações chuvosa e seca são bem definidas, aparecendo o mês de dezembro com a maior precipitação média (242,2 mm) e o mês de junho com o menor valor médio observado (26,7 mm).

Em relação ao solo encontram-se minerais pouco profundos, bem drenados, pouco erodíveis, ácidos, bastante poroso e de fertilidade natural baixa, ocorrendo associados aos pouco profundos, moderadamente drenados, susceptíveis à erosão, de pouca capacidade de retenção de água e com baixa reserva mineral (Latossolo vermelho amarelo e Cambissolo). Há, ainda, terra roxa estruturada (manchas) e solos Podzólico Vermelho-amarelo e Litólicos (ALEGRE, 2010).

### Mapeamento das voçorocas

De acordo com a figura 2, o mapeamento das voçorocas foi realizado com o auxílio do programa computacional ArcGIS® 9.2, módulos ArcMap e ArcInfo Workstation (ESRI, 2006), tomando como base uma imagem ortoretificada local do satélite GEOEYE - 1, com resolução espacial de 50 cm, nos intervalos espectrais do visível (0,45 - 0,69 µm) e infravermelho próximo (0,78 - 0,92 µm), datada de novembro de 2009 (GEOEYE, 2010). Desta forma, após a observação visual cuidadosa do plano de informação foi realizada a digitação em tela e mensuração dos polígonos, na escala de 1:800. A classificação visual de imagens, segundo Moreira (2007), é o processo de extração de informações a respeito dos alvos da superfície terrestre, com base em suas respostas espectrais, aliado a outros elementos, tais como: forma, textura, tonalidade/cor, sombra, etc.

Vale destacar que antes de analisar a imagem, foi realizada a operação de transformação das projeções cartográficas e datums originais da imagem para a projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) e o Datum Horizontal SIRGAS 2000, procurando cumprir o Decreto N° 5334/2005 e Resolução N° 1/2005 do IBGE que estabelecem o SIRGAS 2000 como o novo Sistema de Referência Geocêntrico para o Brasil.

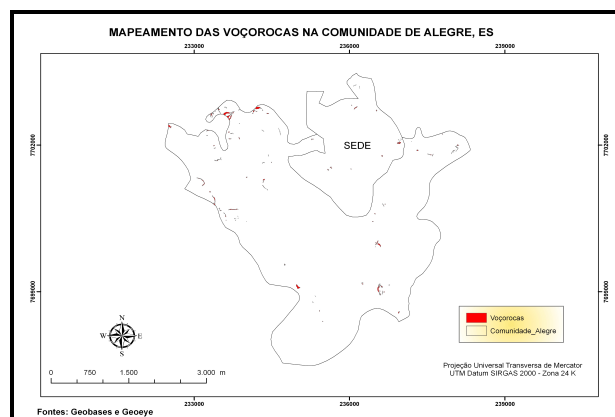


Figura 2 - Mapeamento das voçorocas na Comunidade de Alegre, ES.

### Levantamento das voçorocas

A área em estudo foi dividida em quatro setores A, B, C e D, iniciado no sentido horário. Dentro dos setores foram selecionadas aleatoriamente oito áreas em processos erosão acelerada, para efetuar os diagnósticos a campo das voçorocas.

As coordenadas geográficas foram obtidas com auxílio de um aparelho de GPS modelo Garmim 12 XL, configurado na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM zona 24) e sistema de referência South America Datum 1969 (SAD 69).

A descrição do uso do solo foi obtida informações levantadas em visitas a campo, sendo registrado digitalmente, através de fotografias as áreas com voçorocas.

A profundidade média, a largura média e o comprimento das voçorocas, foram determinados com uma trena de 25 metros. Para algumas voçorocas, devido sua extensão e dificuldade de acesso ao local, optou-se pelo o uso do software Google Earth, medindo digitalmente o comprimento e a largura média em imagem disponibilizada pelo Geoeye (2010).

As declividades dos locais foram determinadas

com um nível de pedreiro adaptado em uma régua de madeira, para empregar a seguinte expressão:

$$\text{Decl}(\%) = \frac{DV}{DH} * 100, \text{ onde Decl refere à}$$

declividade do local em porcentagem; DV é altura da régua com relação ao solo e DH é o tamanho da régua de madeira.

### Resultados

A Tabela 1 ilustrar a localização, as coordenadas geográficas na projeção UTM (X, Y) e datum SAD69; tipo de cobertura do solo; comprimento (Com.) em metros; largura média (Larg. média) em metros; profundidade média (Prof. média) em metros; e declividade do local (Dec Local) em porcentagem, levantadas a campo nas áreas escolhidas nos setores A, B e D com voçorocas.

Tabela 1: Resultados das informações levantadas a campo nas oitos voçorocas escolhidas nos setores A, B e D na Comunidade de Alegre -ES

S	Local	Coordenadas geográficas UTM (24K)		Tipo de cobertura	Comp	Larg	Prof	Dec
		X	Y		(m)	média	média	(%)
						(m)	(m)	
A	Charqueada	235662	7701442	Pastagem	22,6	8,3	3	62,8
A	Rua 13 de maio	235681	7701593	Pastagem	37,5	8,6	2	50,3
A	Parque Exposição	236949	7702087	Perímetro urbano	57	13,4	8,9	67,8
B	Estrada p/ Roseira	236566	7700033	Vegetação natural	83,7	16,8	5,8	60,7
D	Alto da Serra	233381	7702674	Pastagem	60,5	11	12,1	54,3
A	Estrada p/ túnel	236660	7701154	Pastagem	70,5	14	10,6	40
A	Vila Viana	236662	7701833	Perímetro urbano	32,5	12	11,4	60
A	Vila Alta	236150	7702922	Pastagem	60	16	11,6	39,3

As Figuras 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 representam à situação atual das voçorocas nos setores A, B e D, fotografadas no mês de Julho de 2010 na Comunidade de Alegre.

Ao analisar os resultados pode-se dizer na Figura 2, foi observada a maior ocorrência de voçorocas no setor D, enquanto setor C quase nenhuma ocorrência, foram registrada. Já o setor A, onde se localiza a sede do município foi constado à ocorrência um número elevado de

voçorocas. O setor C também apresentou algumas voçorocas.

Quando ao tipo de cobertura, foram observados na tabela I e nas figuras 3, 4, 7, 8 e 10, que as áreas com cobertura de pastagens ocorrem à maioria das voçorocas na área em estudo. No perímetro urbano há ocorrência de voçorocas, como foram notados na figuras 5 e 9.



Figura 3 - Voçoroca no Bairro Charqueada, localizada no setor A em julho 2010, nas coordenadas geográficas 235662 S, 7701442 W.



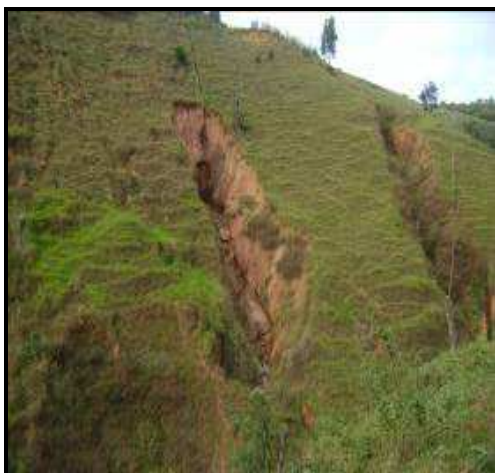
Figura 4 - Voçorocas na Rua 13 de maio, localizada no setor A em julho 2010, nas coordenadas geográficas 235662 S e 7701442 W.



Figura 5 - Voçorocas nas proximidades do Parque de Exposição "Geraldo Santos", localizada no setor A em julho 2010, nas coordenadas geográficas 236949 S e 7702087 W.



Figura 6 - Voçoroca na estrada para a comunidade da Roseira, localizada no setor B em julho 2010, nas coordenadas geográficas 236566 S e 7700033 W.



**Figura 7** - Voçorocas no Alto da Serra, localizada no setor D em julho 2010, nas coordenadas geográficas 233381 S e 7702674 W.



**Figura 8** - Voçorocas na estrada para o túnel, localizada no setor A em julho 2010, nas coordenadas geográficas 236660 S e 7701154 W.



**Figura 9** - Voçoroca no Bairro Vila Viana, localizada no setor A em julho 2010, nas coordenadas geográficas 236662 S e 7701833 W.



**Figura 10** - Voçoroca no Bairro Vila Alta localizada no setor A em julho 2010, nas coordenadas geográficas 236150 S e 7702922 W.

## Discussão

De acordo com Guerra et al. (1999) e Goulart (2005), que afirma quanto menor a proteção vegetal, mais intenso superpastejo e compactação, maiores serão o processo erosivo.

Analisando o comprimento e largura média das voçorocas, verificou que as voçorocas de maiores dimensões estão situadas fora da sede da Comunidade, e está associado à cobertura das pastagens, com exceções das voçorocas na estrada para a Comunidade da Roseira, que está localizada em cobertura natural de bambuí, conforme a figura 6 e as voçorocas localizadas na

proximidade do Parque de Exposição “Geraldo Santos”, e na Vila Viana no perímetro urbano.

De acordo com a classificação proposta por Bertoni; Lombardi Neto (2010), as voçorocas na Comunidade de Alegre foram classificadas em médias (1 - 5 m de profundidade) e profundas (profundidade maior que 5 m), sendo as voçorocas localizadas na Rua 13 de maio e no Bairro Charqueada, classificadas com médias, as demais foram classificadas como profundas, algumas medindo até mais de 10 m de profundidade. Segundo a classificação dada por Cardoso ; Pires (2009), as voçorocas na área em estudo são quase todas ativas, estão situadas em áreas de pastagens encostas íngremes, com pouca vegetação rasteira. Porém a voçoroca localizada na estrada para a Roseira pode ser considera

ativa, pois a sua cabeceira está abaixo de uma estrada de terra e tipo de cobertura do local é vegetação natural de bambuí, corroborando com Goulart (2005) que afirma que construção de estradas mal alocadas pode contribuir com processos erosivos.

De posse dos resultados da declividade do local foram verificadas que apenas duas voçorocas estão localizadas em declives menores que 50%, as que estão situadas na estrada para o antigo túnel e a do Bairro Vila, em quando as outras estão localizadas declives maiores que 50%, chegando até 67,8 % nas voçorocas próximas ao Parque de Exposição. Segundo Bertoni; Lombardi Neto (2010) a inclinação do terreno tem parte importante no fenômeno erosivo junto com o comprimento dos lançantes implicarão na velocidade do escoamento superficial.

### Conclusões

- 1- As ações antrópicas ao longo dos anos contribuem efetivamente para que uma área apresente maior ou menor degradação ambiental independente do uso da terra exercido sobre o local e seus atributos naturais.
- 2- Apenas 32,2% das voçorocas possui declives menores que 50%, em quanto às outras estão localizadas declives maiores que 50%, chegando até 67,8 % nas voçorocas.
- 3- As voçorocas foram classificadas em médias (1-5 m de profundidade) e profundas (profundidade maior que 5 m), algumas medindo até mais de 10 m de profundidade.
- 4- As voçorocas em estudo foram classificadas como ativas.

### Referências

- ALEGRE. Secretaria Municipal de Comunicação da Prefeitura Municipal de Alegre. **Características geográficas de Alegre**, Alegre-ES, disponível em: <[http://www.alegrecidade.com.br/mat\\_vis.aspx?cd=6530](http://www.alegrecidade.com.br/mat_vis.aspx?cd=6530)>. Acesso em: 19 de jul. 2010.
- ARAUJO, G.H. de, ALMEIDA, J.R. de e GUERRA, A.J.T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.
- BERTONI, J ; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 7ed. São Paulo: Ícone Editora, 2010.
- CARDOSO, R. S. B ; PIRES, L.V. **Voçorocas: processos de formação, prevenção e medidas corretivas**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. Disponível em: <

[http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos\\_completos/eixo7/024.pdf](http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo7/024.pdf)> Acesso em: 4 Ago. 2010.

-ESRI - ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (2006) ArcGIS Professional GIS for the desktop, versão 9.2.

-GEOYE (2010) GeoEye: inovative geospatial products & solutions provider. Disponível em: <<http://www.geoeye.com/>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2010.

-GUERRA, A.T. ; GUERRA A.J.T. **Dicionário Geológico - Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

-GUERRA, A.J.T.; SILVA, A. S.da ; BOTELHO, R.G.M. **Erosão e conservação dos solos: Conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

-GOULART, R.M. **Atributos de solos e comportamentos de espécies florestais em processo de estabilização de voçorocas**. 2005. 91p. Dissertação - Universidade Federal de Lavras, MG.

-IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm>> . Acesso em: 19 de jul. 2010.

-IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2005) Projeto mudança de referencial geodésico – Definições e materialização do sistema de referência. 7 p.

-LIMA, J. S. de S.; SILVA, S. de A.; OLIVEIRA, R. B. de; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre – ES. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 02, p. 327 - 332, 2008.

-MEIRA, A. S.; LEÃO, J. L.; SANTOS, J. M. **O uso e a ocupação do solo e a formação de voçorocas no município de Caetité – BA**. Universidade Estadual da Bahia, BA, 2004.

-MOREIRA, M. A. (2007) Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. Viçosa, MG: UFV, 3ª edição, 320 p.