

ANALISE E MONITORAMENTO DA VOÇOROCA RIBEIRAO DA CACHORRA EM PARAISO DO TOCANTINS.

SILVEIRA, L. R. da¹

¹Universidade Federal do Tocantins-UFT. Laboratório de Geologia e Geomorfologia, Avenida NS 15, ACNO 14, Campus Universitário de Palmas, Bloco 01, Sala 20, CEP: 77.020-210 – Palmas, TO - /Brasil
Fone: (63) 3218-8021 – Fax (63) 3218-8020, e-mail: leoramos@uft.edu.br

MENDONCA, R.M.G.²

²Universidade Federal do Tocantins-UFT. Laboratório de Geologia e Geomorfologia, Avenida NS 15, ACNO 14, Campus Universitário de Palmas, Bloco 01, Sala 20, CEP: 77.020-210 – Palmas, TO - /Brasil
Fone: (63) 3218-8021 – Fax (63) 3218-8020, e-mail: rosemary@uft.edu.br

Frederico BONATTO, F.³

³ Universidade Federal do Tocantins-UFT. Laboratório de Geologia e Geomorfologia, Avenida NS 15, ACNO 14, Campus Universitário de Palmas, Bloco 01, Sala 20, CEP: 77.020-210 – Palmas, TO - /Brasil
Fone: (63) 3218-8021 – Fax (63) 3218-8020, e-mail: fredericobonatto@yahoo.com.br

PEREIRA, H.O.⁴

⁴ Universidade Federal do Tocantins-UFT. Laboratório de Geologia e Geomorfologia, Avenida NS 15, ACNO 14, Campus Universitário de Palmas, Bloco 01, Sala 20, CEP: 77.020-210 – Palmas, TO - /Brasil
Fone: (63) 3218-8021 – Fax (63) 3218-8020, e-mail: helcauft@uft.edu.br

RESUMO

O uso e a ocupação desordenada do solo em bacias hidrográficas têm provocado alterações ambientais às vezes irreversíveis. Problemas causados por intervenções sociais das mais variadas formas sobre o modelado vem comprometendo a dinâmica dos subsistemas que integram-na, a exemplo de habitações em áreas de risco, desmatamento das cabeceiras de drenagem, bem como a cobertura vegetal de um modo geral, além de obras de infra-estrutura sem controle técnico. A erosão do solo é um processo que consiste nas fases de remoção de partículas individuais da massa do solo pelo impacto das gotas da chuva, seguida de transporte realizado pelos agentes erosivos, como a água de escoamento. Em função do alto grau de erodibilidade de alguns tipos de solos e da retirada da vegetação que protege o terreno, há facilitação da ação direta da água da chuva, ocasionando a erosão e, num estágio mais adiantado, a formação de voçoroca. Quanto ao fenômeno de voçorocamento há definições distintas que podem ser agrupadas em três linhas de definição. Para alguns autores, as voçorocas são estágios avançados das ravinas que sofreram grande concentração de fluxo. Para outros autores as voçorocas são originadas, principalmente, por fluxo subterrâneo fluindo em uma camada de solo assente sobre outra menos permeável. Há, ainda, um terceiro grupo de autores, que definem boçorocas ou voçorocas como sendo ravinas profundas de erosão que se desenvolvem nas encostas de taludes naturais, tendo como agentes a água superficial e/ou a água subterrânea. O presente trabalho teve por objetivo monitorar uma erosão acelerada (voçoroca) em Paraíso do Tocantins (TO), gerando dados que poderão ser correlacionados com o conhecimento dos processos erosivos possibilitando o planejamento de ações voltadas ao controle desta voçoroca. Adotou-se a metodologia proposta por Guerra (1998) com modificações para a confecção das malhas de referência. Essas malhas foram construídas com a utilização de trena, marreta e estacas (madeiras) em torno da voçoroca, seguindo uma forma espacial aleatória. Estaqueou-se ao redor da voçoroca, mantendo-se uma distância da qual varia com o perímetro da voçoroca. Os resultados parciais indicam que certos pontos monitorados apresentam solos altamente erodíveis o que será confirmado com estudo futuro analisando as características físicas e químicas deste solo.

Palavras chaves: processos erosivos, voçorocas, monitoramento.

1. - INTRODUÇÃO

O uso e a ocupação desordenada do solo em bacias hidrográficas têm provocado alterações ambientais às vezes irreversíveis. Problemas causados por intervenções humanas

das mais variadas formas sobre o modelado vem comprometendo a dinâmica dos subsistemas que a integram, como por exemplo, às habitações em áreas de risco, desmatamento das cabeceiras de drenagem, além de obras de infra-estrutura sem controle técnico (MEIRA, 2004).

O conhecimento das potencialidades da superfície terrestre para sustentar os diferentes usos do solo é imprescindível para garantir o controle de fenômenos geodinâmicos indesejáveis tais como: movimentos de massa, erosão, assoreamento, enchente, dentre outros, os quais podem ser naturais ou induzidos pela ocupação do território.

A erosão do solo é um fenômeno que tem preocupado o homem nas últimas décadas, despertando grande interesse de muitos pesquisadores no que se refere às causas que levam a sua origem, evolução e controle. Este interesse ocorre porque os processos erosivos atingem e inutilizam extensas áreas de terras, levando, até mesmo, a uma descaracterização completa do meio físico (PEDRO E LORANDI, 2004). Embora os processos erosivos sejam estudados em vários países, seus mecanismos ativadores, bem como as condições predisponentes, são variáveis e específicos para cada região. Segundo GUERRA (1998) estes processos são dependentes de uma gama de fatores naturais, tais como: condições topográficas (comprimento da encosta, grau de declividade, forma da área); características do solo (textura, estrutura, porosidade do solo e subsolo); tipo de vegetação e grau de recobrimento do terreno (mata, lavoura, pastagem), entre outros.

A erosão do solo é um fenômeno que tem preocupado o homem nas últimas décadas, despertando grande interesse de muitos pesquisadores no que se refere às causas que levam a sua origem, evolução e controle. Este interesse ocorre porque os processos erosivos atingem e inutilizam extensas áreas de terras, levando, até mesmo, a uma descaracterização completa do meio físico (PEDRO e LORANDI, 2004).

A declividade tem relação importante com vários processos hidrológicos, como a infiltração, o escoamento superficial, a umidade do solo e conseqüentemente, o tipo de solo presente (LIMA, 1986). O conhecimento das classes de declividade permite o ordenamento do uso da terra (ROSTAGNO, 1999).

O uso da terra exerce significativa influência sobre a infiltração do solo e esta pode ser modificada pelo homem por intermédio de seus programas de manejo e ocupação urbana (LIMA, 1986). As constantes ações sobre o solo provocam significativas alterações no balanço de água, com reflexos nas camadas superficiais e subsuperficiais, acelerando ou retardando a erosão, transporte de sedimentos e elementos químicos bioativos, causando

assim modificações no sistema ecológico e na qualidade da água (BOLIN e COOH, 1983, citados por TOLEDO, 2001).

O escoamento superficial em terras desprotegidas leva à erosão. As maiores taxas de erosão são produzidas em áreas urbanas, durante o período de construção, quando existe uma grande quantidade de solo exposto e perturbações produzidas por escavações (CHESAPEAKE ADVISORY COMMITTEE, 1988).

Para entender a evolução das erosões, é importante saber diferenciar seus tipos: a) erosão laminar ocorre quando há a remoção do solo da camada superior do terreno, em geral, é o principal tipo de erosão agrícola (SOUZA, 2002); b) erosão em sulcos são formados devido à determinadas características dos solos onde associada à enxurrada, pode formar sulcos que convergem para pontos mais baixos, formando no terreno uma morfologia semelhante a uma mão (SOUZA, 2002); c) erosão em ravinas não têm caráter sazonal e são feições causadas por fluxos superficiais concentrados nas encostas; d) voçorocas são causadas por fluxos subsuperficiais e/ou pela evolução de ravinas a partir da remoção das camadas superiores do solo e a infiltração de fluxos subterrâneos (FONSECA, 2006).

Segundo GUERRA (1998) a voçoroca é considerada a *ferida aberta* no terreno, provocada pela própria natureza e/ou pelo homem. As voçorocas se originam de duas maneiras; a primeira é pelo corte do talude (*parte lateral de um morro*) para a construção de uma estrada ou utilização de espaços em áreas de mineração. A segunda é pelo mau uso do solo, através de queimadas, desmatamento, e manejo impróprio, que concorrem para a extinção da cobertura vegetal.

Segundo RODRIGUES (2000), as voçorocas são fenômenos naturais de gênese e evolução complexa, já que tanto os fluxos superficiais quanto os subsuperficiais, bem como os diversos tipos de movimentos de massa podem atuar isolada ou conjuntamente na sua formação e evolução.

Os fatores principais que influenciam a evolução das voçorocas são: a geologia, a geomorfologia, a hidrologia (chuva e infiltração), a vegetação, a natureza do solo e as atividades antrópicas (FONSECA, 2006). Geralmente, o processo de voçorocamento se inicia na forma de um canal, que pode avançar para montante e para jusante, alargando-se gradativamente, podendo atingir grandes dimensões (RODRIGUES, 2000).

O município de Paraíso do Tocantins está localizado na parte central do Estado do Tocantins, e caracteriza-se por ter uma implantação urbana de forma não planejada a partir da construção da BR-153, o que provocou um crescimento urbano desordenado. Esta

urbanização provocou um processo de remoção da cobertura vegetal e impermeabilização do solo, que sem o adequado sistema de escoamento superficial e drenagem pluvial, originou em alguns pontos, o surgimento das erosões aceleradas (voçorocas).

Neste sentido, o presente trabalho buscou, monitorar e analisar a voçoroca do Ribeirão Cachorra.

2. - LOCALIZACAO DA AREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no entorno das coordenadas 0729033m (latitude) e 8879640m (longitude) UTM, na região central do estado do Tocantins, no município de Paraíso do Tocantins, a 3,3 km do município, às margens da rodovia TO – 080 que liga Palmas a Caseara. A área da pesquisa apresenta relevo forte ondulado e a feição erosiva está localmente instalada na cabeceira de drenagem de um dos afluentes do Ribeirão Cachorra.

3. - MATERIAIS E MÉTODOS.

Adotou-se a metodologia proposta por GUERRA (1998), para a confecção das malhas de referência. Essas malhas foram construídas com a utilização de trena, marreta e estacas (madeiras) em torno das voçorocas, seguindo uma forma espacial aleatória. Estaqueou-se ao redor da voçoroca, mantendo-se uma distância da qual varia com o perímetro da voçoroca.

Uma vez colocadas às estacas no solo, e confeccionado o esquema da distribuição espacial das mesmas, retornou-se uma vez por mês ao campo para a medição da distância das estacas em relação à borda da voçoroca, verificando assim se ocorreu ou não o aumento da erosão.

A voçoroca está conectada na rede de drenagem do Ribeirão Cachorra dando a origem ao nome da mesma, vem sendo estudada pela suas complexas características (solos, relevo, e etc.) e a proximidade (dez metros) da rodovia TO – 080. Esta rodovia é uma importante via de conexão entre as cidades de Caseara até a capital Palmas, além de contribuir para o seu escoamento de produção e fluxo dos habitantes.



Figura 1. Vista de montante para a jusante da Voçoroca Ribeirão Cachorra. (BONATTO, 2005).

A erosão das bordas e cabeceiras está em um estágio bastante avançado devido à grande quantidade de material removido, observando-se cerca de aproximadamente 82 metros, de comprimento da voçoroca e 12,5 metros altura no maior paredão. Por apresentar relevo forte ondulado, e por estar localmente instalada numa cabeceira de drenagem acredita-se que a voçoroca se desenvolveu a partir da construção da rodovia TO-080 que condicionou a convergência de fluxos das águas meteóricas entalhando o canal principal quer margeia a via pavimentada. Outro fator que pode ter levado à formação e ao aumento da voçoroca é o tipo de solo da área que relacionado com a falta de cobertura vegetal propiciou o entalhamento da voçoroca.

Estudos de laboratório estão sendo realizados pela equipe para valorar os resultados e permitir o conhecimento mais detalhado dos fatores controladores de erosões na voçoroca em estudo.

Dessa forma, este processo erosivo apresenta uma série de riscos ao manancial, pelo fato dos sedimentos serem em sua totalidade mobilizados para este. O manancial impactado pelo processo é de grande importância para o suprimento das atividades ali instaladas (agricultura familiar, abastecimento, criação de animais). Uma característica importante do processo é que o mesmo atingiu a profundidade do lençol freático observando um fluxo de água no interior da voçoroca de forma permanente, o que de acordo com alguns autores atribui a uma evolução da rede de drenagem, formando um canal de primeira ordem.

4. - RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente estudo contemplou o monitoramento (figura 2) realizado através de medidas mensais na estação chuvosa (novembro a maio), período com maior incidência de precipitação na região e conseqüentemente aumento do escoamento superficial devido à impermeabilização do solo. A implantação dos piquetes ocorreu em Dezembro/05 e o monitoramento persiste até o momento (Maio/06)



Figura 2. Equipe realizando o monitoramento da voçoroca do Ribeirão Cachorra (BONATTO, 2005).

A figura 3 mostra a posição dos piquetes de monitoramento e a Tabela 1 apresenta as medidas do avanço das voçorocas e a figura 4 apresenta os avanços registrados nos meses de janeiro a maio de 2006.

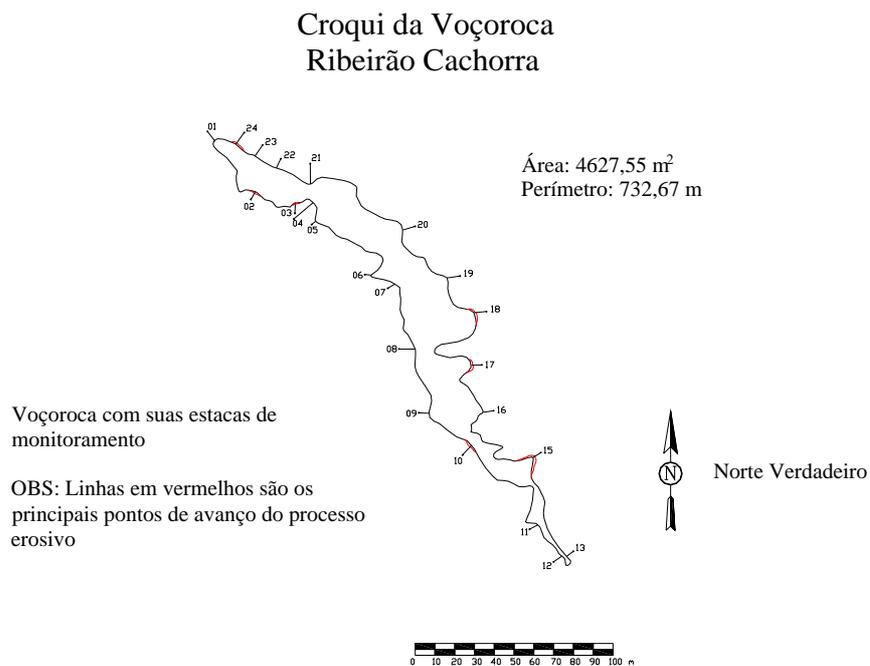


Figura 3 – Desenho esquemático do monitoramento da voçoroca.

Tabela 1. Medidas de avanço do processo erosivo na voçoroca Ribeirão da Cachorra.

Piquetes	Medida de implantação(m)	Medidas de Monitoramento (m)					Taxa de avanço no período (cm/mês)
	Dez/05	Jan/06	Fev/06	Mar/06	Abr/06	Mai/06	
1	4,8	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	2,0
2	4,16	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	1,2
3	4,43	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	1,6
4	5,54	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	0,8
5	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	0,0
6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	0,0
7	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	0,0
8	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	0,0
9	8,34	8,34	8,34	8,34	8,34	8,34	0,0
10	5,15	5,15	5,15	4,7	4,4	4,2	19,0
11	6,82	6,82	6,82	6,82	6,82	6,82	0,0
12	5	5	5	5	5	5	0,0
13	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	0,0
14	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	0,0
15	5,17	5,1	5,1	5,1	4,6	4,6	11,4
16	5,9	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	2,0
17	6,44	6,44	6,35	6,35	6,35	6,35	1,8
18	6,1	6,1	5,7	5,7	5,7	5,7	8,0
19	6	6	5,9	5,9	5,9	5,9	2,0
20	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	0,0
21	5,35	5,35	5,3	5,3	5,3	5,3	0,0
22	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	0,0
23	7,32	7,32	7,3	7,3	7,3	7,3	0,4
24	5,46	5,46	5,3	5,3	5,3	5,3	3,2

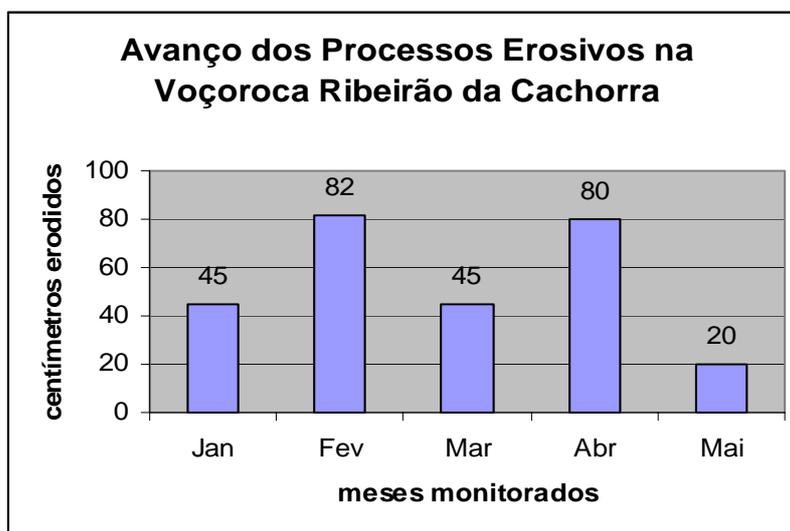


Figura 4. - Avanço do processo erosivo de Dezembro a Maio de 2006.

As taxas de avanço das cabeceiras e bordas medidas são desiguais demonstrando uma evolução não uniforme conforme apresentado na Tabela 1 e Figura 3. A perda de solo das bordas está sendo superior às da cabeceira. Fato comprovado pelo piquete de número

10 onde se observa um avanço de 95 centímetros para a estação chuvosa estudada, seguido pelo piquete 15 com 57 centímetros, mas a maioria dos piquetes não apresentou aumento significativo, não se constatando avanço. Porém a literatura diz que a dinâmica ocorre em toda a extensão da erosão atribuído principalmente ao afloramento do lençol freático e uma acentuada declividade do relevo do local.

O fato de na região predominar chuvas intensas em um intervalo curto de tempo, contribui de forma bastante significativa para a evolução das bordas e cabeceiras, trabalhos realizados por outros grupos de pesquisa em regiões bastante parecidas da área constataram que o avanço ocorria de forma bastante intensa apenas no período chuvoso da região, que compreende dos meses de novembro a maio.

As figuras 5 e 6 mostram detalhes do entulho e eixo do escoamento do lençol freático correndo livre ao fundo.



Figura 5. Cabeceira da Voçoroca com entulho e eixo no talvegue (BONATTO, 2005).



Figura 6. Afloramento e escoamento do lençol freático já relativamente canalizado (BONATTO, 2005).

5 – CONCLUSÕES

Observa-se que no interior da voçoroca já aparece o afloramento do lençol freático o que reforça a sua caracterização como uma erosão do tipo voçoroca. Observou-se também que os maiores aumentos nas laterais foram nos meses de maior índice pluviométrico o que geralmente ocorre em Fevereiro e Março o que demonstra que o fator precipitação pode ser o principal condicionante no aumento da voçoroca.

Nota-se também que os sedimentos carreados pelos processos erosivos estão sendo depositados no Ribeirão da Cachorra o que futuramente poderá provocar o barramento do referido ribeirão. Estudos futuros serão realizados para e analisar os mecanismos e fatores geoambientais e antrópicos condicionantes desta erosão no município de Paraíso, tendo em vista o estudo dos principais processos erosivos responsáveis pela esculturação do relevo.

6. - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chesapeake Bay Local Government Advisory Committee. **Recommendations of the Non point Source Control Subcommittee to the Local Government Advisory Committee Concerning Nonpoint Source Control Needs.** A draft white paper for discussion at the Local Government Advisory Committee's First Annual Conference, 1988.

FONSECA, A.P. **Análise de mecanismos de escorregamento associados a**

voçorocamento em cabeceira de drenagem na Bacia do Rio Bananal (SP/RJ). Rio de Janeiro COPPE/UFRJ, 2006, 373 p. Tese (Doutorado) – Coordenação dos Programas de Pós – Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

GUERRA, A.J.T. Processos Erosivos nas Encostas. In: CUNHA, S. B. **Geomorfologia uma Atualização de Bases e Conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 139-155.

LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o uso manejo de bacias hidrográficas.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1986. 242p. Texto básico para a disciplina “Manejo de Bacias Hidrográficas”.

MEIRA, A. S.; LEO, J. L.; SANTOS, J. M. O Uso e ocupação do solo e a formação de voçorocas no município de Caetité – BA. In: VI Congresso Brasileiro de Geógrafos, 2004, Goiânia. **Anais...** Goiânia: AGB. Disponível em: < [http:// www.igeo.uerj.br/VICBG-2004/Eixo2/E2_015.htm](http://www.igeo.uerj.br/VICBG-2004/Eixo2/E2_015.htm) >. Acesso em mai de 2006.

PEDRO, F. G.; LORANDI, R. Potencial natural de erosão na área periurbana de São Carlos – SP. **Revista Brasileira de Cartografia.** Rio de Janeiro, N°. 56/01, p. 28 – 33, julho.2004. Disponível em:<www2.prudente.unesp.br/rbc_paf_56_2004/56_1_03.pdf>. Acesso em mai de 2006.

RODRIGUES, Tatiana Tavares. **Caracterização e Erodibilidade dos solos de uma voçoroca na região de Ouro Preto, Minas Gerais.** Rio de Janeiro COPPE/UFRJ, 2000, 120 p. Tese (Mestrado) – Coordenação dos Programas de Pós – Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

SOUZA, N. J de.; OLIVEIRA, G.A.S.; MELLER, P.R.; NETO, O.F.A.; CABRAL, J.B.; SCOPEL.I. Monitoramento e análise da voçoroca dos turcos (BR-364), no município de Jataí – GO. In: IV Jornada de Geografia do Campus Avançado de Jataí - GO, em Âmbito Regional - Outubro/ 2002.

ROSTAGNO, L. S. C da. **Caracterização de uma paisagem na área de influencia do Reservatório da Usina Hidrelétrica do Funil, Ijaci-MG.** Lavras: MG, 1999, 66 p. Tese (Mestrado) Programa de Pós - Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1999.

TOLEDO, A. M. A. Evolução espaço-temporal da estrutura da paisagem e sua influencia na composição química das águas superficiais dos ribeirões Piracicamirim e Cabras (SP). Piracicaba: SP, 2001. Tese (Mestrado) Programa de Pós – Graduação em Energia Nuclear na Agricultura- Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, SP, 2001.