

A Influência do Escoamento Superficial e Subsuperficial no Desenvolvimento de Voçorocas no Cerrado do Triângulo Mineiro – MG

ALVES, Ricardo Reis – UFU (ricardoreisalves@gmail.com); SERATO, Douglas Santana – UFU (douglas.serato@gmail.com); CAMPOS, Eduardo Humberto – UFU (eduardoh.campos@yahoo.com.br); SILVA, Josimar Filisbino – FCU (jfsilva@prove.ufu.br); RODRIGUES, Silvio Carlos – UFU (silgel@ufu.br)

Resumo

Esta pesquisa tem o objetivo de mostrar qual a influencia que os escoamentos superficiais e subsuperficiais têm no desenvolvimento de voçorocas. Para isso, foi determinada como área de pesquisa uma voçoroca localizada nos Cerrados do Triângulo Mineiro - MG. Próximo ao local em que a voçoroca se conecta a rede de drenagem foi construído um vertedouro, que tinham como objetivo coletar amostras da quantidade de sedimentos que estava saindo da voçoroca sobre diferentes condições climáticas. Através da análise dos dados provenientes deste vertedouro foi verificado o quanto cada tipo de escoamento influencia no desenvolvimento da voçoroca. Os resultados obtidos são fundamentais para os produtores rurais, empresas de consultoria ambiental e para órgãos do poder público que queiram promover a recuperação de áreas degradadas por voçorocas.

Palavras chave: Escoamento superficial e subsuperficial, voçoroca, transporte de sedimentos.

Abstract

The objective of this research is to shown the influence of the superficial and sub-superficial flows in the gully development. For this, it was determined as research area a gully located at Savannas of the Triângulo Mineiro – MG. Just near of the place where the gully connects to de fluvial drainage, it was constructed a short dam to collect data about the quantity of sediments that the gully channel was losing under different climate conditions. Making the use of the data collected in this dam, it was possible to verify the influence of each kind of flow in the gully development. The results obtained are fundamental to the farmers, environmental consultants and to the Government, which are interested in promote the recuperation of areas degraded by gullies.

Key Words: Superficial and sub-superficial flows, gully, sediment transport.

1 – Introdução e Justificativa

A erosão de solos, processo natural de esculturação do relevo terrestre, vem sendo acelerada de forma catastrófica pela ação pouco planejada do homem sobre a paisagem. Assim, o equilíbrio natural deste processo é rompido e bilhões de toneladas de solo passam a ser perdidas todos os anos através dos mais diversos tipos de erosão, como a erosão laminar e a linear.

Os danos aos solos provocados pela erosão são inúmeros, e possuem caráter ambiental, social e econômico. É de cunho ambiental por deixar cicatrizes na paisagem e pelos sedimentos que conseqüentemente assoreiam os canais fluviais. As questões sociais são

comprometidas porque as águas carregadas de sedimentos provenientes da erosão são mais difíceis de serem tratadas para o consumo humano. A economia é afetada negativamente devido ao assoreamento de reservatórios de hidrelétricas provocado pelos sedimentos, o que faz com que bilhões de dólares sejam gastos no mundo com processos de dragagem destes reservatórios. Um impacto maior, que reúne caráter ambiental, social e econômico é a diminuição de terras disponíveis para agricultura, o que compromete a produção de alimentos e faz com que os seus preços aumentem e que mais terras florestadas sejam desmatadas e destinadas ao uso agrícola.

A erosão linear que causa mais impacto visual na paisagem são as voçorocas, devido às dimensões que elas podem atingir. Para tentar comprovar a intensidade deste impacto foi determinada como área de pesquisa uma região com ação de voçorocas, localizada na Fazenda Experimental do Glória – UFU (Universidade Federal de Uberlândia), no município de Uberlândia – MG (Fig. 1).

O clima na região é o Tropical Semi-úmido, que apresenta uma grande sazonalidade, sendo caracterizado basicamente por ter seis meses de chuva e outros seis de seca. A voçoroca (Fig. 2) está localizada em um contato litológico que tem rochas basálticas da Formação Serra Geral na base e, logo acima, estão os arenitos da Formação Marília, que neste local encontram-se muito intemperizados, apresentando-se na forma de solos ou saprolito. Esta voçoroca tem o lençol freático aflorado na base de seu canal principal, o que a caracteriza como voçoroca úmida.



Fig. 1 – Localização da área de pesquisa (mapas sem escalas). A seta indica a localização da voçoroca.
Fonte: ALVES, 2003 - pg. 6



Fig. 2 – Área da voçoroca estudada. Observe a grande quantidade de canais menores conectadas ao canal principal. A seta indica a posição em que a voçoroca se conecta à rede de drenagem.
Fonte: ALVES, 2004 – Trabalho de campo.

2 – Fundamentação teórico metodológica

Segundo Oliveira (1999), as erosões lineares são originadas através do intenso trabalho do escoamento superficial e subsuperficial nas vertentes. Se o escoamento linear perpetuar, pequenos canais podem evoluir, admitindo dimensões de vários metros de profundidade, largura e extensão, e passam a ser denominados de voçorocas. Na região dos Cerrados, as voçorocas geralmente se caracterizam por apresentar um canal principal central de maiores dimensões e uma rede de ravinas e voçorocas menores conectadas ao canal principal. Além das voçorocas diferenciarem-se entre si pelas dimensões de ocorrência, elas se diferenciam também pelo afloramento ou não do lençol freático na base do canal, sendo então denominada de voçoroca seca (sem afloramento do freático) e voçoroca úmida (com afloramento do lençol freático).

Coelho Neto (1998, apud OLIVEIRA, 1999), afirma que as erosões lineares são causadas por diferentes mecanismos que também variam de acordo com a escala temporal e espacial. Todos têm origem a partir de rotas tomadas pelos fluxos de água que ocorrem tanto em superfície quanto em subsuperfície. Baccaro (1999), também trabalha destacando a importância que estes dois tipos de escoamento têm sobre a formação das erosões lineares no Cerrado, principalmente pela marcante presença da sazonalidade neste ambiente.

A influência do escoamento superficial e do subsuperficial na ocorrência de erosões lineares é profundamente discutida entre os teóricos da área. Morais (2004), em estudos feitos em regiões de embasamento cristalino, afirma que o escoamento subsuperficial possui importância maior em relação ao desenvolvimento de voçorocas, deixando evidente que quando o lençol freático é atingido, estes processos evoluem com maior rapidez.

3 – Objetivos

O objetivo desta pesquisa é verificar quando ocorre o maior pulso de saída de sedimentos em um ambiente com ocorrência de voçoroca úmida. A partir disso, poderá ser constatado se o desenvolvimento desta voçoroca ocorre mais em função dos processos superficiais ou subsuperficiais.

4 – Metodologia

Para desenvolver esta pesquisa foi necessário o uso de metodologias para a coleta de dados no campo e também para a análise e interpretação destes dados no laboratório. As informações coletadas no campo estão relacionadas com a quantidade de sedimentos que sai na foz da voçoroca, enquanto que os trabalhos de laboratório dizem respeito ao tratamento das amostras, organização dos dados e interpretação por meio de geoestatística.

A coleta de dados na foz da voçoroca só foi possível a partir da construção de um vertedouro que concentra e direciona o fluxo de água e sedimentos, propiciando a coleta das amostras (Fig. 3). Este vertedouro foi construído a 15 metros da foz da voçoroca, no ponto em que o canal é mais encaixado. A sua estrutura, feita de blocos de cimento e concreto, possibilita a passagem de uma lâmina de água de até 100cm de largura por uma altura máxima de 40cm, sendo capaz de suportar um limite superior ao da máxima de vazão deste canal.

As amostras de sedimentos eram retiradas na parte frontal do vertedouro, onde está acoplado um tubo de PVC que funciona como um amostrador manual. A coleta da água e do sedimento foi feita por meio de um recipiente graduado, com capacidade de um litro. Nos dias sem chuva, coletava-se duas amostras com um intervalo de uma hora, enquanto que nos dias chuvosos eram coletadas tantas amostras quanto fossem necessárias para representar o aumento, o pico e o decréscimo do transporte de sedimentos. É necessário destacar que neste

mesmo vertedouro foram realizadas coletas de dados sobre a vazão do fluxo, cujo resultado tem fundamental importância na determinação da taxa de transporte de sedimentos.



Fig. 3 – Vertedouro para medição de saída de sedimentos na foz do canal da voçoroca.

Fonte: ALVES, 2007 – Trabalho de campo desta pesquisa.

Cada amostra era acondicionada em sacos plásticos e transportada até o laboratório, passando então por tratamentos técnicos, os quais determinavam quantos gramas de sedimentos estavam sendo transportados por litro de água. O primeiro passo era executar um processo de filtragem para separar a fração sólida. Utilizava-se para este processo filtros de papel, proveta, funil e balança de precisão de até décimo de milésimo de um grama. O filtro era pesado previamente e em seguida a amostra era passada em seu interior. Deixava-se secar o filtro por 48 horas, e após este tempo o seu peso era conferido novamente. A diferença entre o último e o primeiro peso representava a quantidade de sedimentos sendo transportada. Tendo a quantidade de sedimentos por litro, tal valor era multiplicado por três itens: 60 segundos, 60 minutos e pela vazão. Em seguida dividia-se este valor por 1000, obtendo a quantidade de sedimentos transportada em Kg/h (quilogramas de sedimentos por hora).

No laboratório também foram feitas as interpretações dos dados, tendo como base o uso de estatística para auxiliar na compreensão deste transporte de sedimentos. Foram feitas análises do Coeficiente de Person que teve sua interpretação baseada na metodologia adaptada por SHIMAKURA (2006). Também foram criados cenários gráficos para ilustrar concomitantemente o transporte de sedimentos e a ocorrência de precipitações ao longo do

tempo, além de análises entre os ambientes com e sem presença de chuva. Os dados sobre chuva foram obtidos no Laboratório de Climatologia da UFU.

5 – Resultados

Como espaço temporal de desenvolvimento desta pesquisa deve-se considerar o período chuvoso compreendido entre outubro de 2007 e março de 2008. Neste período, as médias pluviométricas ficaram dentro dos padrões normais para a região, apresentando um total de 1470,73 mm acumulados. O desenvolvimento desta voçoroca ocorre de acordo com as teorias de autores consagrados deste meio científico, ocorrendo tanto pela ação da água subsuperficial quanto pela superficial.

O período chuvoso foi determinado como momento de trabalho justamente para dar respostas relacionadas à saída de sedimentos deste sistema sob diferentes condições climáticas, hora com chuva e hora sem chuva. Assim foi possível determinar a taxa média de transporte de sedimentos de novembro a março nos momentos sem chuva (Fig. 4), e também a taxa média do período, que foi de 2,04 Kg/h. Ao contrário disso, esta taxa não pôde ser calculada para os dias chuvosos.

A taxa máxima de transporte de sedimentos nos momentos sem chuva foi de 11,89 Kg/h, registrado em março, e a taxa mínima foi registrada nos meses de novembro/07 e janeiro/08, com valor de 0,29 Kg/h. Estes valores não modificavam as características visuais da água, de maneira que ela continuava límpida (Fig. 5A). Nos momentos de ocorrência de chuva, as taxas de transporte de sedimentos aumentaram exorbitantemente e deixava a água barrenta (Fig. 5B), chegando alcançar o valor de 25831Kg/h, que representa um aumento de 217.250% em relação ao valor da taxa máxima durante os dias secos, e um aumento de 1.266.225% em relação a taxa média de transporte para o período nos dias secos. Tomando como base a taxa média de perda de sedimentos para os dias secos (2,04 Kg/h), seriam necessários 528 dias de transporte com esta taxa para atingir o valor do transporte registrado no regime de 25831Kg/h, o que comprova o papel fundamental das chuvas no desenvolvimento dos processos erosivos.

A taxa de 25831 Kg/h corresponde a maior taxa registrada no período. Houveram também taxas bem inferiores a esta durante chuvas menos intensas, que registrou por exemplo, 471 Kg/h, 322 Kg/h e até mesmo um índice de 4,71 Kg/h, que é inferior ao máximo

alcançado nos dias secos. Esta variabilidade de taxas mostra que a intensidade e volume das chuvas possuem papel fundamental em sua formação.

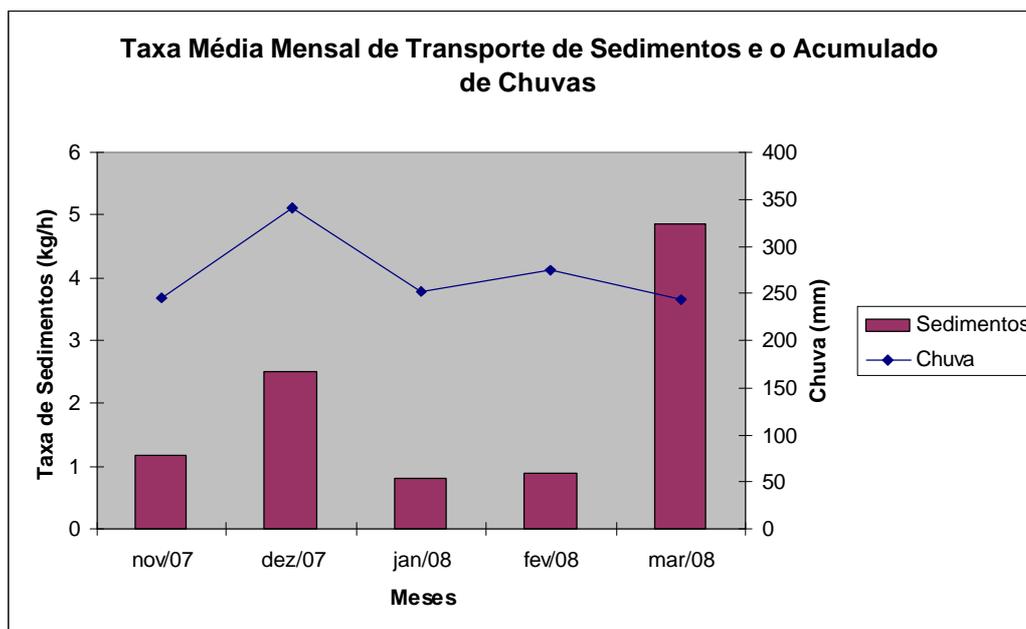


Fig. 4 – Variação do acumulado de chuva e da taxa média de transporte de sedimentos ao longo do período.

Fonte: ALVES, 2008 – Análise para esta pesquisa.

Havia uma hipótese de que a perda de sedimentos poderia ser diferenciada ao longo do período chuvoso por eventos naturais sazonais, como por exemplo, o alcance da capacidade de campo com o decorrer da estação chuvosa, o re-brotamento da vegetação do cerrado logo após o início das chuvas e a intensidade e volume das precipitações. No intuito de confirmar tal hipótese, foi feita a medição do Coeficiente de Person (r) entre a taxa de produção de sedimentos em dias sem chuva e o período do ano, que resultou em um valor de 0,52, representando uma correlação moderada e diretamente proporcional. Isto indica que a taxa média possui tendência de aumento quanto mais se distancia do início da estação chuvosa, de forma que aumenta concomitantemente o acumulado de chuvas e o índice médio da taxa de transporte de sedimentos (Fig. 6).

A chuva acumulada em cada mês pouco influenciou sobre a taxa de produção de sedimentos. Para comprovar esta baixa influência foi medido o valor de (r) para esta relação, que foi nulo, mostrando que outros fatores que tiveram influência sobre a produção de sedimentos, e não o acumulado mensal de chuva.



Fig. 5 – Esta figura ilustra a diferença da concentração de sedimentos em duas situações distintas de transporte. Na situação “A” a água está límpida em um momento sem chuva, enquanto que na situação “B”, a água fica com coloração escura devido ao aumento da concentração propiciado pelas chuvas.

Fonte: ALVES, 2008 – Trabalho de campo desta pesquisa.

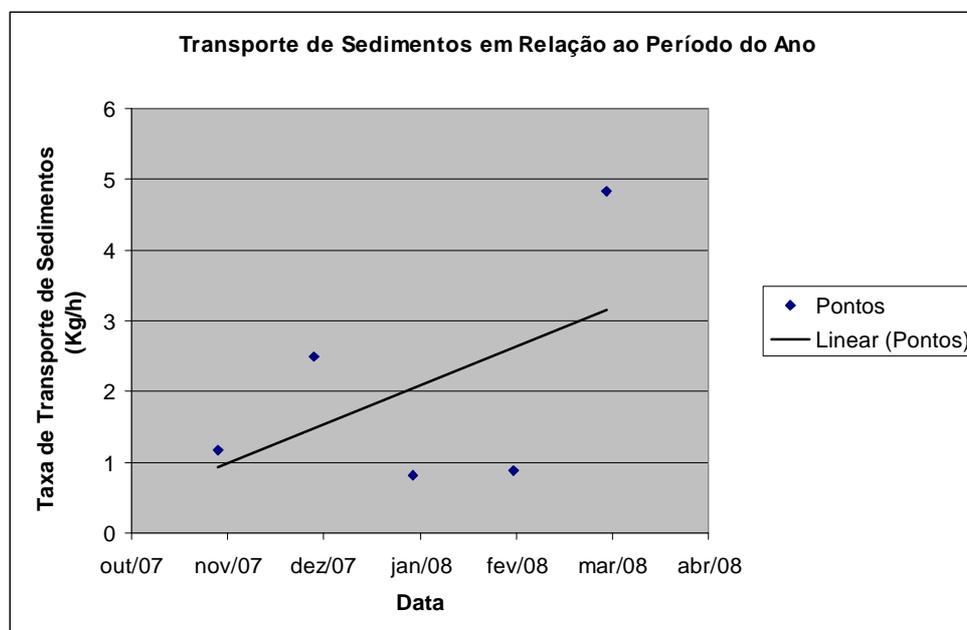


Fig. 6 – O transporte de sedimentos ao longo da estação chuvosa.

Fonte: ALVES, 2008 – Análise para esta pesquisa.

8 – Considerações Finais

Os resultados apresentados nesta pesquisa mostram que a evolução desta voçoroca úmida ocorre o tempo todo ao longo do dia, influenciada pelo escoamento superficial e também pelo subsuperficial. Isto foi comprovado através da verificação da presença constante da taxa de saída de sedimentos na foz deste processo erosivo.

O que também teve suma importância neste trabalho foi a comprovação, através de dados quantitativos, que a perda de sedimentos na voçoroca ocorre de forma muito mais intensa durante os eventos chuvosos. Assim, os grandes momentos atuais de evolução deste

tipo de processo estão relacionados aos períodos de intensas chuvas, capazes de gerar um forte escoamento superficial pela vertente e no interior dos canais conectados ao sistema da voçoroca. Há neste momento uma grande produção e transporte de sedimentos, superando em curtos espaços temporais a produção ocorrida durante vários meses em situações sem chuva. É nestas ocasiões que os canais fluviais conectados aos processos erosivos passam a sofrer com a entrada exagerada de sedimentos em seu sistema, o que desequilibra a dinâmica fluvial.

Verifica-se, então, que o escoamento subsuperficial não possui uma influência muito grande sobre a saída de sedimentos deste sistema no estágio evolutivo em que a voçoroca se encontra, pois a taxa de produção de sedimentos se mantém baixa sob sua influência. Este tipo de escoamento se mostrou importante por manter o processo sempre em evolução, com perda constante de sedimentos, mesmo que em escala reduzida.

A partir de tais considerações, fica evidente que as medidas mitigadoras para este tipo de processo devem ser feitas visando os eventos que ocorrem durante as chuvas. Mesmo que um proprietário rural ou o poder público julgue que é inviável financeiramente aplicar formas de contenção de voçorocas de maneira mais completa, este trabalho deixa claro que pelo menos a contenção do escoamento superficial deve ser feita, de forma que o fluxo no interior dos canais conectados a voçoroca não aumente de maneira exorbitante, diminuindo, assim, a taxa de saída de sedimentos do sistema.

Agradecimentos

Agradeço a CAPES pela concessão da bolsa de Doutorado. Agradeço também a FAPEMIG por dar apoio financeiro para participação neste evento.

Referências Bibliográficas

Baccaro, C. A. D. (1999) Processos erosivos no Domínio do Cerrado. In GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da e BOTELHO, R. G. M. (org). Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1 ed. : 195-227.

Oliveira, M. A. de. (1999) Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. In GUERRA, A. J. T; SILVA, A. S e BOTELHO, R. G. M. (org). Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1 ed. : 57-99.

Poesen, J; Desmet, P. J. J; Govers, G e Vandaele, K. (1999) Importance of slop gradient and contributing area for optimal prediction of the initiation and trajectory of ephemeral gullies. *Catena*. Amsterdam-Netherlands, V37. 377-392.

Morais, F; Bacellar, L. A. P e Sobreira, F. G. (2004) Análise da Erodibilidade de Saprolitos de Gnaisse. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Viçosa, 28 (6): 1055-1062.