



DINÂMICA DE SEDIMENTOS EM CANAL DE VOÇOROCA DURANTE A ESTAÇÃO SECA: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE UBERLÂNDIA – MG.

Ricardo Reis Alves¹ (rreisalves@aol.com) – UFU.
Roberto Reis Alves² (rggeografos@yahoo.com.br) – UFU.
Silvio Carlos Rodrigues³ (silgel@ufu.br) – UFU.

Palavras chave: Sedimentação, processos erosivos e micro-bacia.

Eixo temático: Análise e diagnóstico de processo erosivo.

1 - Introdução

A ocupação pouco planejada que ocorreu na região do cerrado, ocasionou diversas modificações ao meio natural desta região. Vieram as inovações tecnológicas, o aperfeiçoamento das técnicas de produção e a ocupação do espaço, porém vieram poucos planejamentos adequados que fizessem com que o Homem ocupasse e produzisse na região provocando poucos danos ao meio ambiente. Hoje, aproximadamente 35 anos após o início da ocupação na região, o que se vê é uma cobertura vegetal remanescente pouco expressiva existente em pontos localizados e que abriga uma fauna que também já não possui um caráter tão expressivo. Os rios vêm sofrendo muito com o problema do lançamento de esgotos residenciais e industriais e com problemas de assoreamento do seu fundo, o que está sendo ocasionado principalmente pelo mau uso do solo.

O mau uso do solo ocorre tanto no meio rural quanto no meio urbano. No campo, existe uma grande quantidade de pastagem, silvicultura e em boa parte das lavouras não é aplicada a técnica de rotatividade de cultura e nem técnicas de contenção de perda de solo. Na maioria das cidades o que se vê é a utilização do solo de forma muito incorreta, de modo que a idéia que se impera hoje, é a da impermeabilização, o que faz com que o escoamento superficial aumente, tendo como consequência a formação de diversos processos erosivos de escalas variadas. GUERRA, em 1999 afirma que: “... os processos erosivos tendem a acelerar, à medida que mais terras são desmatadas para a exploração de madeira e/ou para a produção agrícola, uma vez que os solos ficam desprotegidos da cobertura vegetal e, conseqüentemente, as chuvas incidem diretamente sobre a superfície do terreno”.

Na área urbana do município de Uberlândia, onde a pesquisa foi realizada, observa-se claramente a presença da impermeabilização do solo, e isto ocorre de tal modo, que boa parte das residências quase não possuem área destinada à infiltração de água da chuva. Quando ocorre uma chuva mais concentrada na cidade, as diversas micro-bacias hidrográficas sofrem com o problema do aumento exagerado da vazão e da quantidade de sedimentos carregados, o que é ocasionado pela impermeabilização do solo, que por sua vez aumenta o escoamento superficial e pelas galerias pluviais, os quais têm o seus fluxos direcionados para dentro das micro-bacias.

Uma dessas micro-bacias existentes em Uberlândia é a Bacia Hidrográfica do Córrego Lagoinha, a qual possui a maior parte de sua área modificada pela ação antrópica, tendo como consequência, um alto índice de escoamento superficial. Este escoamento provoca diversos transtornos às pessoas que vivem na região e provoca diversos danos ao meio ambiente, os quais podem ser até mesmo irreparáveis. O grande escoamento superficial que existe nesta bacia, proporciona o surgimento de diversos processos erosivos, os quais vão desde o efeito de compactação ocasionado pelas gotas da chuva (efeito “splash”), até processos que se apresentam em uma escala maior, como é o caso de

¹ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia.

² Mestrando no Curso de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia.

³ Orientador – Prof. Dr. do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia.



uma voçoroca existente em um dos bairros que compõe a Bacia Hidrográfica do Córrego Lagoinha.

Para entender melhor os processos erosivos desencadeados dentro do perímetro urbano da cidade, foi escolhido como ponto de pesquisa uma voçoroca que situa-se em uma área que recebe boa parte do escoamento superficial e pluvial de uma grande região da bacia, sendo que parte destes escoamentos são direcionados para o interior do seu canal, modificando completamente a dinâmica de sedimentos existente na voçoroca.

Esta pesquisa surgiu justamente para poder estudar a dinâmica dos sedimentos no interior desta voçoroca, no sentido de elucidar a importância que deve ser dada a este tipo de processo devido as suas conseqüências. Geralmente, utilizando o senso comum, acredita-se que uma voçoroca só provoca danos ao local onde ela está atuando, o que faz com que pastagens, agriculturas e áreas urbanas percam solo. Mas na realidade, um processo como este ocorrido na Bacia do Córrego Lagoinha, traz problemas não só em sítio, mas provoca uma série de problemas já em áreas muito próximas, como por exemplo, entupimento de canalizações o que acaba provocando alagamentos, o que em alguns pontos traz uma série de transtornos ao Homem.

Um outro problema grave que um processo como o que foi estudado pode gerar, diz respeito a descarga de sedimentos nas bacias hidrográficas adjacentes, o que pode contribuir para o assoreamento do canal de córregos, rios e lagos de hidroelétricas a dezenas (ou centenas) de quilômetros do local da área de geração de sedimentos.

1.1 – Caracterização e localização da área de estudo

Foi escolhida como área de estudo uma voçoroca que está localizada no perímetro urbano da cidade de Uberlândia – MG. Nesta cidade, a voçoroca está localizada no bairro Jardim Karaíba, na Bacia Hidrográfica do Córrego Lagoinha, as margens do Córrego Mogi que é o principal afluente da Bacia do Córrego Lagoinha (Fig. 1).

Uberlândia está localizada na região do Cerrado no interior da Morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná. A região caracteriza-se por apresentar solos arenosos e organossolos no fundo dos vales, rochas areníticas da Formação Marília e basálticas da Formação Serra Geral, vegetação arbustiva, clima Tropical Úmido (CWA, segundo a classificação de Cöpper) que apresenta uma estação quente e úmida e outra estação seca com temperaturas mais amenas, sendo que cada estação tem uma duração aproximada de seis meses.

A bacia hidrográfica onde está localizada a voçoroca estudada, encontra-se hoje extremamente modificada pela ação antrópica, sendo que aproximadamente 90% de sua área já sofreu algum tipo de modificação feita pelo Homem. Na área da bacia estão situados grandes bairros, os quais se caracterizam pelo alto índice de impermeabilidade, o que aumenta o escoamento superficial e também nas galerias pluviais, sendo que todo o fluxo destes escoamentos são direcionados para o Córrego Lagoinha e afluentes, acarretando diversos problemas, tais como, assoreamento e solapamento dos canais fluviais, além de outros processos erosivos.

A mata ciliar dos canais fluviais da Bacia Hidrográfica do Córrego Lagoinha está presente hoje, somente em alguns pontos isolados no Parque Linear do Bairro Santa Luzia e próximo as nascentes do Córrego Mogi, o que deixa as margens dos canais desprotegidas e altamente susceptíveis aos processos erosivos, como é o caso da voçoroca estudada (Fig. 2).

A voçoroca estudada é um grande exemplo do que a intervenção antrópica é capaz de fazer ao meio natural. Esta voçoroca teve afloramento de lençol freático no início da década de 90, e daquela data em diante foram inúmeras as modificações que ocorreram no local. Foram diversos os aterros para recuperar a área de perda de solo, e outras intervenções mais drásticas, em que o canal sofreu um desvio de aproximadamente 90° e



parte da rede pluvial do bairro foi direcionada para dentro do canal da voçoroca. Este novo canal tem um comprimento de aproximadamente 300 metros, sendo que há um grande ponto de ruptura na sua metade, formando um desnível de aproximadamente 3 metros (uma cachoeira), onde a força do processo erosivo é mais intensa.



Figura 1 – Mapa de localização da área de pesquisa. Mapas sem escala. (fonte: ALVES, 2003).



Figura 2 – Área da voçoroca estudada. Observa-se ao fundo uma pequena faixa de mata ciliar, porém pouco expressiva (Ricardo Reis – Setembro/2003)

2 - Objetivos

2.1 – Objetivo geral



O objetivo geral desta pesquisa é identificar e mensurar a evolução de uma voçoroca localizada em área urbana, em função de sua variação de vazão, variação da concentração de sedimentos suspensos e de fundo e em função da variação das formas do canal.

2.2 – Objetivos específicos

- Medir a vazão de água do canal da voçoroca ao longo de um período e em intervalos pré-determinados, o que é fundamental para determinar a erosividade do sistema;
- Determinar a vazão média do canal ao longo dos meses;
- Mensurar a quantidade de sedimentos suspensos para fazer comparações durante a pesquisa, e ajudar a determinar a quantidade de perda de sedimentos no sistema;
- Mensurar a quantidade de sedimentos que rolam pelo fundo do canal e que o sistema perde em um tempo determinado, ajudando também para determinação da perda total de sedimentos pelo sistema;
- Determinar a granulometria dos sedimentos de fundo, para poder determinar a capacidade de transporte de sedimentos.

3 – Metodologia

Para que esta pesquisa fosse executada e os objetivos fossem alcançados foi necessário trabalhar com a coleta de dados referentes à variação da vazão de água ao longo do tempo, variação da quantidade de sedimentos suspensos, variação da quantidade de sedimentos rolados no fundo, análises granulométricas de materiais estacionados em bancos de sedimentos ao longo do canal e um trabalho de interpretação de fotos da voçoroca. Todo este trabalho de coleta de dados era feito com uma periodicidade aproximada de 15 dias e em dois pontos distintos do canal da voçoroca.

Para fazer a coleta de dados referentes à vazão foi necessário desenvolver um dispositivo que represasse a água do canal (fig. 3). Este dispositivo possui em sua parte central um tubo que funcionava como um vertedouro, liberando o fluxo de água a medida que a represa fosse enchendo. Este dispositivo foi construído com chapas de aço “metalon”, tendo um comprimento de 140 cm, largura de 33 cm e o tubo de saída do vertedouro com diâmetro de 15 cm. Estas medidas foram definidas após um estudo dos pontos onde seriam feitas as coletas de dados, e ficou determinado que um dispositivo com essas dimensões poderia ser usado nos dois pontos escolhidos para fazer a medição de vazão.

Para coletar os dados da quantidade de sedimentos suspensos na água, foi utilizado um processo de filtragem. Foram determinados dois pontos de coleta de dados, onde a água era coletada com um recipiente que compreendia quase toda a seção molhada do canal. Em cada ponto de coleta, eram coletados quatro litros de água, os quais eram levados para o laboratório para passarem pelo processo de filtragem. O material usado para executar todo o processo de filtragem era composto de recipientes para coleta, recipiente para armazenamento e transporte, funis, filtro de papel, um recipiente que servia para apoiar o funil e armazenar a água já filtrada e uma balança com precisão em décimo de milésimo de um grama.

O filtro de papel era pesado antes do início da filtragem. Com o fim da filtragem o filtro era colocado para secar ao ar por um período de 24 horas. Ao término desse período o filtro era pesado novamente, e a diferença entre o segundo e primeiro peso dava um valor de sedimentos suspensos em quatro litros de água. Ao dividir a diferença do peso do papel por quatro litros de água, achava-se a quantidade de sedimentos suspensos por litro de água.



Figura 3 – Nesta figura estão localizados os dois pontos da coleta de vazão. A figura “A” indica onde era o ponto 1, localizado antes da cachoeira. Já a figura “B” indica o local do ponto 2, que localiza-se próximo à foz do canal da voçoroca e está sendo indicado pela seta branca. Gastava-se aproximadamente 25 minutos para a instalação e início das medições em cada ponto. (Ricardo Reis – Outubro/2003).



Figura 3 – Processo de filtragem de água. A água era homogeneizada e colocada manualmente dentro do filtro de papel (Ricardo Reis – Setembro/2003).

A coleta dos dados dos sedimentos rolados no fundo do canal foi feita através de uma armadilha de sedimentos, a qual foi elaborada para ter uma melhor adaptação ao fundo do canal e em dois pontos de coletas diferenciados, mas com características físicas parecidas (correnteza, índice de declividade e largura do canal), sendo que o primeiro



localizava-se logo no início da área de maior atividade erosiva e o segundo ponto se localizava próximo à foz, a aproximadamente 1m do Córrego Mogi.

A armadilha de sedimentos desenvolvida foi adaptada a partir dos modelos apresentados por CARVALHO et al (2000). A armadilha adaptada tinha 20cm de comprimento, 25cm de largura e 12cm de profundidade. Essa armadilha ainda possuía no sentido do comprimento mais 15cm de extensão o que servia para facilitar a entrada dos sedimentos para o interior da armadilha.

O dispositivo coletava material de fundo por um período de quinze minutos. Em seguida parte da água era escorrida do seu interior, e o material restante (água e sedimentos) era levado para secar ao ar no laboratório. Após a secagem, o material era pesado em uma balança com precisão de milésimo de grama, determinando assim a quantidade de material que estava passando nos pontos de coleta durante 1 hora, de forma que o resultado era dado em gramas de sedimentos por hora.



Figura 4 – Armadilha de captação de sedimentos de fundo instalada no fundo do canal (Ricardo Reis – Setembro/2003).

A análise granulométrica de material de fundo estacionado era feita a partir da análise do material de bancos de sedimentos recentemente depositados. Destes bancos, coletava-se parte do material de superfície, que era levado para o laboratório para secar ao ar, passando em seguida pelo processo comum de determinação de granulometria dos sedimentos.

4 – Resultados

4.1 – Medição da vazão

A medição da variação da vazão da voçoroca é muito importante para que a dinâmica dos sedimentos de um canal (voçoroca) seja estudada, pois a variação da vazão pode significar também a variação do poder de erodibilidade e de sedimentação ao longo de todo curso do canal (CHRISTOFOLETTI, 1988). Por exemplo, se a vazão da voçoroca estudada aumentar consideravelmente, haverá um desprendimento maior de sedimentos próximo à cachoeira, uma menor sedimentação ao longo do canal e uma maior saída de sedimentos na foz.

A variação da vazão neste local ocorre justamente em função da variação do nível do lençol freático e também quando um fluxo de água é direcionado pela rede pluvial para dentro da voçoroca. Os meses em que a voçoroca foi estudada representam justamente a época mais seca do ano, de modo que a intensidade das chuvas diminuem no mês de maio e retornam com maior expressividade a partir do mês de outubro (Fig. 5). Já a partir



do mês de setembro a variação do volume começou a ocorrer em função da água de chuva proveniente da rede pluvial, o que passou a alterar todo o processo erosivo de uma forma geral. A variação do volume provocada pela água da rede pluvial é momentânea e ocorre somente durante as chuvas, de modo que o fluxo tem o seu volume normal estabelecido novamente algumas horas após o término da chuva (varia em função da intensidade da chuva e da taxa de infiltração do solo).

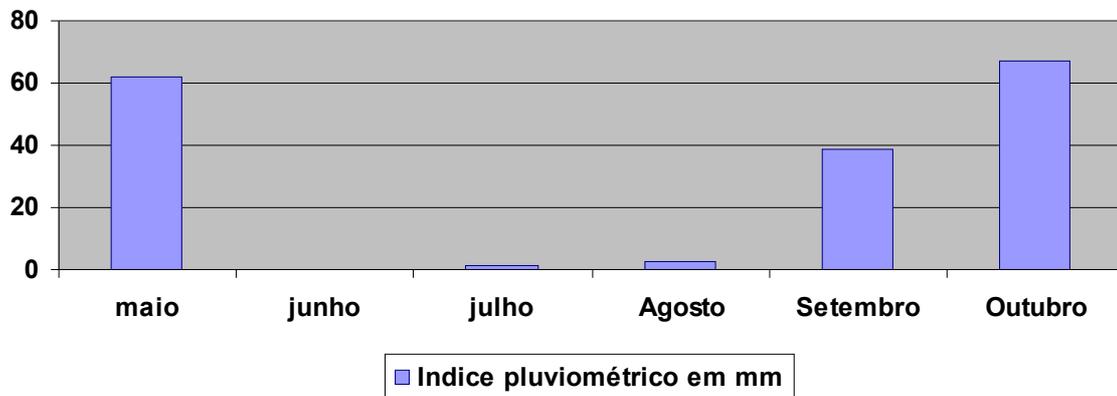


Figura 5 – Índice pluviométrico entre os meses de maio e outubro de 2003 na cidade de Uberlândia (Fonte de dados: Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Uberlândia).

Para a escolha dos pontos de medição da vazão foi levado em consideração dois fatores que poderiam alterar esta vazão ao longo do canal, que era a queda d'água existente na voçoroca e a chegada de água na margem direita por um afluente após a queda de água. Ao mesmo tempo, surgia também a suspeita de que a variação de altura entre o patamar inferior e superior da cachoeira que era de mais de 3 metros, poderia provocar novas exudações de água do lençol freático, aumentando assim, a vazão no curso à frente.

Levando em consideração os dois fatores citados acima, foi estabelecido um ponto de medição antes da queda de água (ponto 1) e outro já próximo à foz do canal (ponto 2). Ao longo dos meses de medições foi constatado que a vazão de água era maior na área abaixo da cachoeira, sendo que somente em uma medição o valor da vazão no ponto 1 foi superior a vazão do ponto 2, e em uma outra medição, a vazão nos dois pontos foi a mesma (Fig. 6). Esta constatação pode ter ocorrido justamente em função da chegada de água por uma afluição na lateral da voçoroca e também por uma maior exudação do lençol freático no patamar inferior da cachoeira.

Com a medição da vazão, ficou constatado que durante os meses da pesquisa a vazão de água da voçoroca variou dentro de patamares normais em função dos índices pluviométricos. A variação total no ponto 1 foi de 860ml/s, o que representa uma diferença de 53% entre a maior e menor vazão registrada. Já no ponto 2, a diferença entre a menor e maior vazão foi de 730ml/s, representando uma diferença de 39%.

No que diz respeito à vazão de água nos dois pontos onde foram feitas as medições, pode-se dizer que a variação de um ponto para outro ao longo da pesquisa manteve-se de uma forma mediana, sendo que a variação máxima alcançada de um ponto para outro foi de 360ml, ou seja, 22%. Nesta época a vazão no ponto 2 era maior que no ponto 1, o que indica que a chegada de água pela lateral da voçoroca e também uma possível exudação de água do lençol freático na área da cachoeira (e em toda extensão do canal após a cachoeira), estavam tendo um papel fundamental para estabelecer a diferença de 22% na vazão entre os dois pontos.

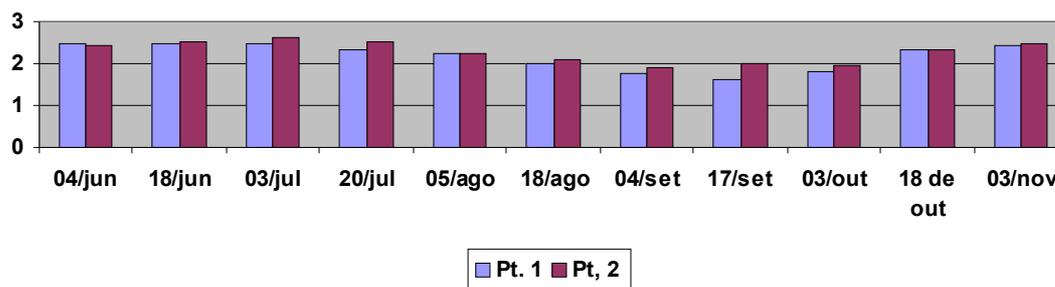


Figura 6 – Esta figura mostra uma comparação entre os dois pontos de medição de vazão e suas variações ao longo do tempo de pesquisa (Ricardo Reis – Novembro/2003).

A média da vazão mensal por ponto está representada na tabela a seguir:

	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
Ponto 1	2,47 L/S	2,35 L/S	2,01 L/S	1,74 L/S	2,18 L/S
Ponto 2	2,52 L/S	2,47 L/S	2,08 L/S	1,94 L/S	2,24 L/S

4.2 – Medição de sedimentos suspensos

Os sedimentos suspensos são aqueles que a água de um canal fluvial carrega em suspensão, ou seja, sedimentos que estão presentes no fluxo de água. Sendo assim, estes sedimentos podem ser de origem orgânica, como por exemplo, restos de vegetais ou animais, ou então eles podem ser de origem mineral, que no caso são representados por colóides e silte que são partículas minerais de solo e rocha extremamente pequenas, que possuem um peso que permite que elas fiquem em suspensão no fluxo de água. Esse tipo de sedimento é extremamente importante no estudo da dinâmica de sedimentos de uma voçoroca, pois sua existência indica que o processo erosivo está ativo e que está perdendo sedimentos, por menor que seja o tamanho desses sedimentos.

Para a determinação dos pontos de coleta de sedimentos, foi feito anteriormente todo um estudo auxiliar, o qual contribuiu na escolha dos locais de coleta de água para medição da quantidade de sedimentos suspensos. Durante a determinação dos pontos de coleta, partiu-se do princípio de que a queda d'água existente no sistema poderia estar propiciando a erosão das matérias em sua base, aumentando intensamente a quantidade de sedimentos suspensos e de fundo. Dessa forma, foi instalado um ponto de coleta antes da cachoeira e outro ponto já próximo à foz do fluxo de água da voçoroca.

Ao fazer uma análise visual da presença de sedimentos suspensos na água, percebeu-se que em mais de 90% dos momentos de mensuração, a água se encontrava límpida ao ponto do fundo do canal poder ser visualizado em quase toda sua extensão (Fig. 7). A concentração de sedimentos suspensos era maior e deixava a água com coloração esbranquiçada quando havia algum tipo de intervenção anormal no curso (Fig. 7), sendo que o tipo de intervenção mais constante era a de crianças brincando na água e também a passagem de uma boiada de um sítio vizinho pela área da voçoroca.

Segundo a coleta de dados, pôde-se observar que a variação da quantidade de sedimentos suspensos na água da voçoroca sob condições normais do fluxo ocorreu de forma intensa. Além disso, em 86% dos casos, a quantidade de sedimentos suspensos por litro de água foi inferior a 0,030 gramas, salvo em três casos especiais em que houveram intervenções no canal, colocando os sedimentos em suspensão (Fig. 8). Acreditava-se a princípio, que a maior parte dos sedimentos suspensos seria formado por restos orgânicos, devido ao fato da presença de Organossolos e também das queimadas e desmatamentos (vegetação composta basicamente por capim) constantes na margem do canal. Contudo, foi observado com maior frequência a presença de sedimentos de origem mineral (solo).

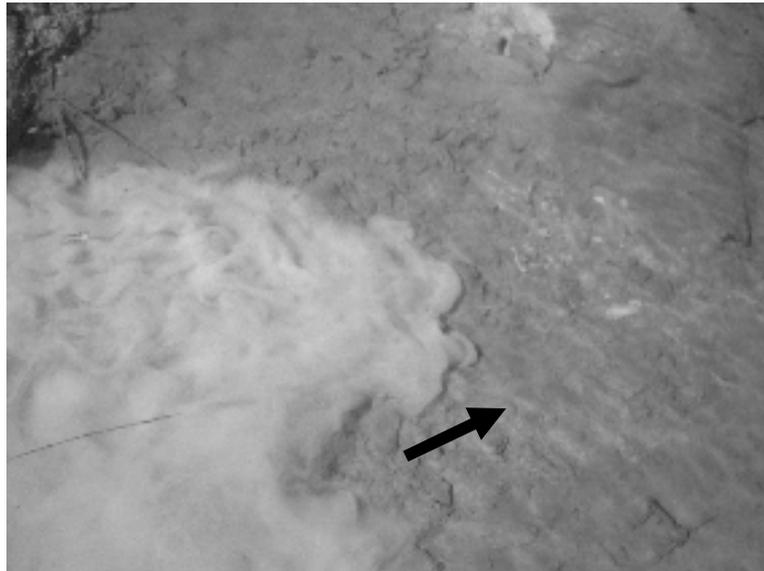


Figura 7 – Esta figura mostra o avanço de sedimentos suspensos sob a água límpida da voçoroca. Neste caso houve uma forte intervenção no canal da voçoroca ocasionada por uma boiada. A seta preta indica a direção do fluxo (Ricardo Reis – Junho/2003).

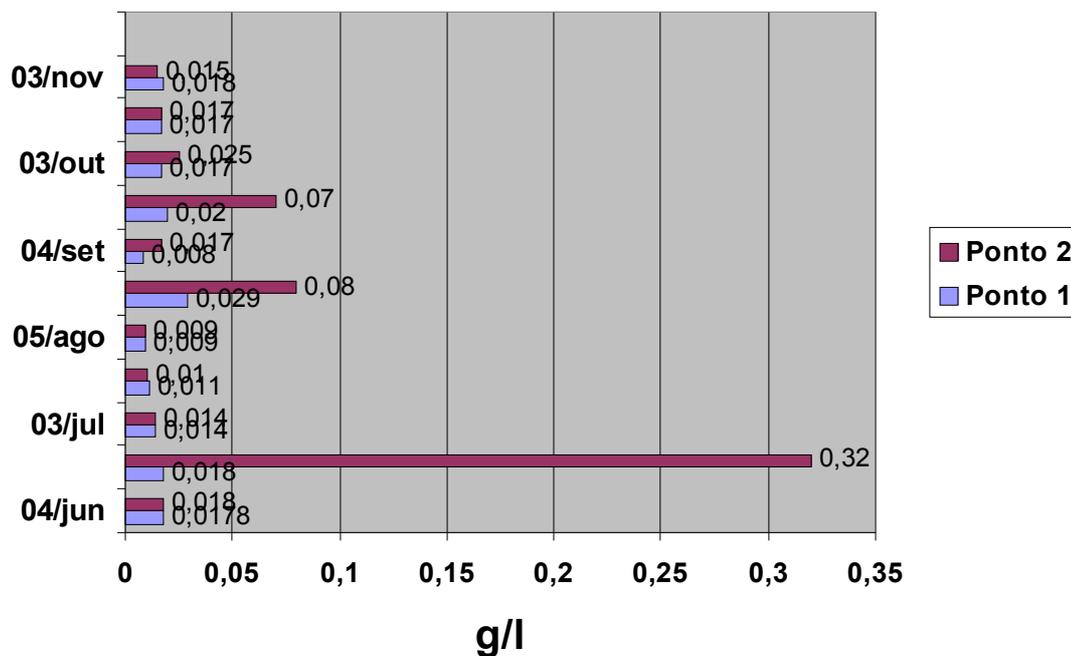


Figura 8 – Este gráfico ilustra o resultado das medições de sedimentos suspensos realizadas durante a pesquisa, tendo um caráter mais quantitativo (Ricardo Reis – Novembro/2003).

O ponto 2 foi o que apresentou maiores variações no resultado das medições ao longo da pesquisa. Enquanto isso, o ponto 1 sofreu pouquíssimas alterações, o que comprova de forma quantitativa que o processo erosivo estava ocorrendo de forma mais intensa na região do ponto 2. No ponto 1, a variação máxima atingida entre as medições e sob condições normais, ou seja, sem intervenção antrópica direta, foi de 0,0092 gramas de sedimentos por litro de água, o que representa um total de 106% de variação. Já no ponto 2, a discrepância entre as medições foi maior, com uma variação total de 0,0154 gramas por litro, que em porcentagem representa uma variação de 159%. Fazendo-se um comparativo com os dados da vazão, pode-se dizer que as medições que ocorreram sob condições normais e que apresentaram uma maior concentração de sedimentos suspensos, foram aquelas ocorridas nos meses de maior vazão do fluxo de água da voçoroca, enquanto que



nos meses de menor vazão do fluxo o que se observou foi a diminuição da concentração de sedimentos.

Sob condições normais do canal, ou seja, sem chuvas concentradas e intervenções antrópicas, a média de gramas de sedimentos por litro de água durante a pesquisa foi de 0,0140g/l no ponto 1, enquanto que no ponto 2 foi de 0,0156g/l, o que ao final de um dia com vazão média de 2l/s, dará o resultado de 2419 gramas no ponto 1 e 2696g no segundo ponto, dando uma diferença de 277g de um ponto para outro. O fato de a quantidade desse sedimento ser maior no ponto 2, indica que a taxa média de sedimentação entre os pontos de coleta era negativa, apresentando um valor de - 0,0016g/l, o que indica que a cada litro de água que passava pelo canal, chegava ao ponto dois com 0,0016 gramas a mais de sedimentos.

4.3 – Medição de sedimentos rolados no fundo do canal

Ao trabalhar com a dinâmica dos sedimentos de uma voçoroca ou qualquer outro tipo de canal fluvial é imprescindível saber a quantidade de sedimentos de fundo existente ao longo do canal. Segundo CRHISTOFOLETTI (1988), “o sedimento de fundo é maior e mais denso do que o sedimento suspenso e por isso, o seu transporte é realizado por meio de arraste no fundo do canal”. Este tipo de sedimento origina-se basicamente de rochas e solo, e dependendo do tamanho do canal em que o transporte está sendo realizado, ele poderá ter o diâmetro de alguns milímetros e ter seu peso dado em gramas ou poderá ter o diâmetro em metros e o peso ser dado em quilos.

No caso da voçoroca pesquisada os sedimentos de fundo são classificados em dois grupos. O primeiro grupo diz respeito aos sedimentos normalmente carregados pelo fluxo de água sob condições normais de vazão, os quais são de tamanho pequeno, tendo menos de 15mm de diâmetro. Normalmente, esse tipo de sedimento é originado de pedaços de solo agregado que formam pequenos torrões, os quais são originados principalmente na área da cachoeira existente na voçoroca e pela queda de blocos de sua margem. Devido ao fato da variação da vazão do fluxo de água, boa parte dos sedimentos deste grupo segue uma migração passo a passo dentro do canal, ou seja, se a vazão aumentar os sedimentos serão transportados mais rápido, mas se a vazão diminuir, os sedimentos irão perder velocidade até estacionar no fundo do canal.

O segundo grupo de sedimentos existentes na voçoroca diz respeito àqueles que são transportados quando a vazão do fluxo de água aumenta durante as fortes chuvas. Com o aumento da vazão, blocos de solo agregado (torrões) e restos de construções que chegam a pesar mais de 4 quilos, são transportados pela força da água, os quais seguem rolando pelo fundo do canal. Quando os blocos de solo agregado rolam, eles vão se desagregando em pedaços menores, facilitando assim o seu transporte. A principal fonte deste tipo de sedimentos são as margens da voçoroca, a cobertura Detrito Laterítica e restos de construções que são jogados dentro do canal.

Para a coleta de dados dos sedimentos de fundo, foram instalados dois pontos de coleta no local em que o processo erosivo encontrava-se mais ativo. Desta forma, o ponto 1 foi instalado perto de uma queda de água existente no sistema e o ponto 2 a um metro da foz do fluxo de água da voçoroca.

Da forma que os pontos de coleta de dados foram instalados, tornou-se possível trabalhar com os dados no sentido da quantidade de sedimentos existentes próximo à cachoeira e a quantidade de sedimentos existentes no fim do canal. Isto possibilitou identificar se a mesma quantidade de sedimentos coletados no ponto 1 era a mesma que chegava ao ponto 2.

Ao fazer uma análise dos dados coletados sob condições normais de vazão (sem influência da rede pluvial), será percebido que na maior parte das medições o ponto 1 apresentou uma quantidade de sedimentos menor que o ponto 2 (Fig. 10). Sendo assim,



pode ser afirmado que entre o ponto 1 e 2 a sedimentação que estava ocorrendo era menor que o transporte, o que contribuiu para afirmar que o canal da voçoroca pode ser denominado como sendo um fornecedor ativo direto de sedimentos para o Córrego Mogi.

Durante os meses da estação seca, a quantidade dos sedimentos transportados seguiu uma tendência de declínio que pode ser considerada normal, devido ao fato da ausência de precipitações concentradas, o que fazia com que a atividade do processo erosivo fosse diminuída. Logo com as primeiras chuvas no mês de setembro, todo o quadro de tendência de declínio da quantidade de sedimentos começou a mudar, e concomitantemente, houve também uma mudança na tendência de se ter uma quantidade maior de sedimentos no ponto 2.

No dia 16 de setembro houve uma precipitação acumulada de 22,6mm. No dia posterior durante a tarde foi feita uma medição, a qual constatou o maior pico de perda de sedimentos durante a pesquisa. O valor alcançado no ponto 1 foi de 244g/h, enquanto que no ponto 2 foi de 205g/h, cujos valores serviram para comprovar a inversão de tendência de que no ponto 2 os valores eram sempre superiores aos do ponto 1. Acredita-se que esse aumento exorbitante na quantidade de sedimentos rolados se deu por causa dos sedimentos que foram quebrados pela ação da chuva no interior da voçoroca. Outro fator que pode ter contribuído para o aumento dos sedimentos foi a falta de chuva anterior a precipitação ocorrida no dia 16 de setembro, o que fez com que o solo se tornasse muito seco e solto na superfície, podendo ser facilmente carregado pelo escoamento superficial para o interior da voçoroca.

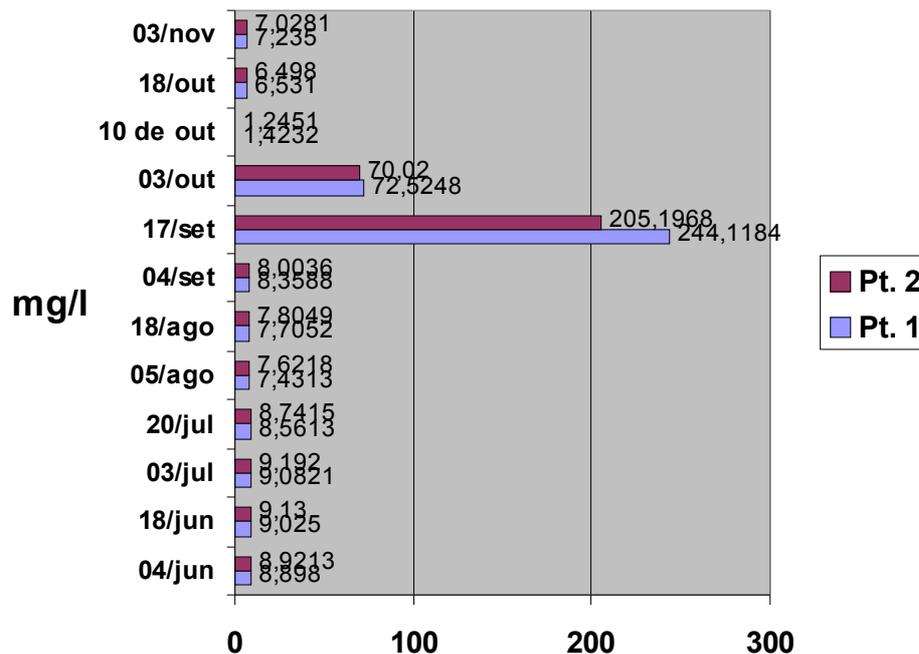


Figura 10– No gráfico desta figura é possível perceber observando-se os dados que a quantidade de sedimentos manteve-se maior no ponto 1 durante o período mais seco do ano (Ricardo Reis – Novembro/2003).

Para ajudar a comprovar a influência que as primeiras chuvas tiveram sobre a dinâmica dos sedimentos no interior do canal, uma outra medição foi feita entre o intervalo regular de medições, no dia 10 de outubro. O total de precipitação ocorrida entre o dia 9 e 10 foi de 45,4mm, o que contribuiu para aumentar o carregamento dos sedimentos que estavam no fundo do canal, os quais foram depositados durante as primeiras chuvas. Como resultado da medição realizada, foi constatado que no ponto 1 estava passando 1,42 gramas de sedimentos por hora, enquanto que no ponto 2 estava passando 1,24g/h. Isto indica que



no prazo de 7 dias, a variação da concentração de sedimentos no fundo do canal foi de aproximadamente 98% em ambos os pontos.

Ao fazer uma caracterização do canal no dia desta medição, percebe-se que o fundo de toda a extensão da lâmina de água apresentava-se quase que sem deposição de materiais finos, indicando que eles tinham sido transportados pela chuva ocorrida anteriormente. No fundo do canal era possível observar apenas seixos e blocos de solos agregados de médio e grande porte para as proporções do canal, os quais foram rolados durante o aumento da vazão do canal no momento da chuva, mas que em seguida foram depositados devido à diminuição da chuva, o que ocasionou uma conseqüente diminuição da capacidade de transporte do fluxo de água.

Logo após os acontecimentos ocorridos entre os dias 17 de setembro e 10 de outubro a quantidade de sedimentos rolados começou a retornar à sua concentração média ocorrida nas outras medições. Para se ter idéia disto, basta tomar como exemplo, os dados da medição do dia 4 de setembro, em que no ponto 1 e 2 respectivamente, foi registrado 8g/h e 8,35g/h, enquanto que no dia 18 de outubro no P1 e P2 foi registrado 6,49g/h e 6,53g/h.

4.4 – Análise granulométrica dos sedimentos de fundo

Sabe-se que a capacidade de transporte de um fluxo de água varia de acordo com a sua vazão, ou seja, quanto maior for a vazão, maior será a capacidade de transporte. Quando a vazão aumenta, as partículas maiores são transportadas com maior facilidade, enquanto que as menores passam a existir em menor quantidade, devido ao fato de serem transportadas facilmente no fundo do canal e em suspensão no fluxo de água.

Para entender melhor a variação da força de transporte que o fluxo de água teve ao longo da pesquisa e que tipo de sedimento estava mais presente nos dois pontos de medição dos sedimentos de fundo rolados, foi feita uma análise de granulometria de sedimentos estacionados em bancos.

Foi possível observar que no ponto 2 a quantidade de areia nos bancos de sedimentos manteve-se sempre acima dos 80%, sendo que esta concentração teve o seu pico no dia 17 de setembro, um dia após uma forte chuva, tendo um total de 96,5%. No ponto 1, o que pôde ser observado foi que a quantidade de areia variou em 24,3%, sendo que a quantidade mínima medida foi de 66,3% e o máximo de areia concentrada foi de 90,6%, cujo valor máximo foi medido justamente no dia 17 de setembro (Fig. 11).

A quantidade de argila teve uma variação máxima de 19,7% que ocorreu no dia 4 de setembro, antes do início das primeiras chuvas, sendo que o valor máximo encontrado foi de 26,8%, o qual ocorreu no ponto 1. A variação entre os pontos 1 e 2 manteve-se alta entre os dias 18 de agosto e 17 de setembro, e partir disso, as medições apontaram valores muito parecidos para os dois pontos (Fig. 12).

Nas medições ocorridas na época da seca observou-se uma grande discrepância nos valores granulométricos entre os pontos 1 e 2. Para explicar isso, pode ser dito que próximo ao ponto 1 há uma área de fornecimento de material argiloso misturado com seixos. Esta área fica próximo da cachoeira e representa um afloramento da cobertura Detrito Laterítica.

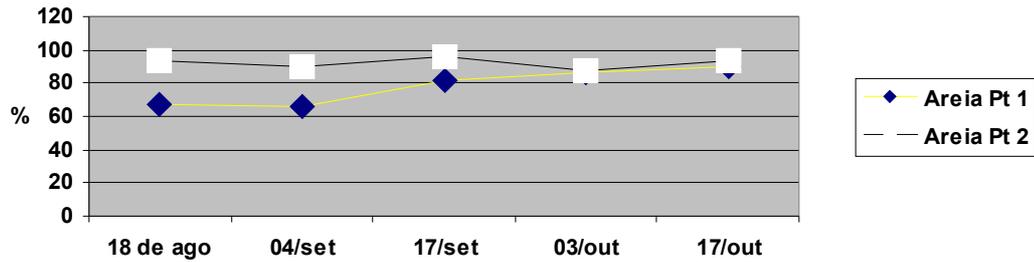


Figura 11 – Gráfico representativo da variação da quantidade de areia em porcentagem (Ricardo Reis – Novembro/2003).

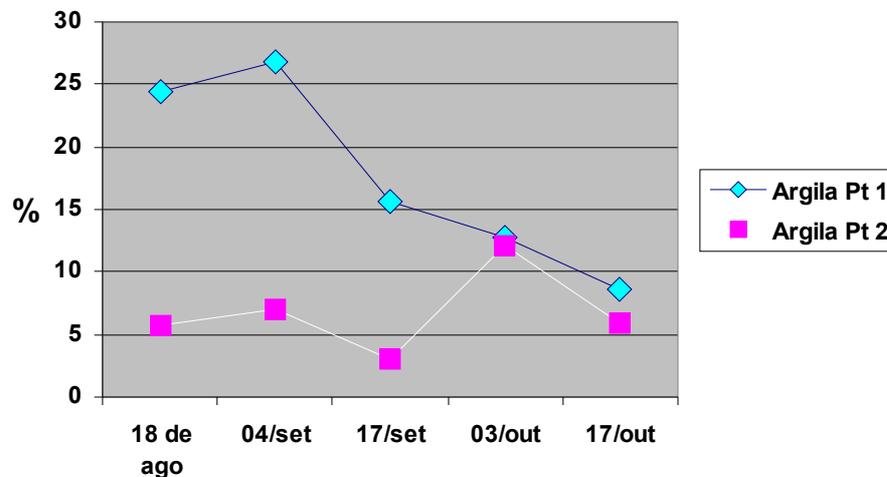


Figura 12 – Gráfico representativo da quantidade de concentração de argila (Ricardo Reis – Novembro/2003).

5 – Considerações finais

Durante a pesquisa realizada na voçoroca, vários dados quantitativos relacionados com a dinâmica de sedimentos foram coletados, mostrando que os processos erosivos não são apenas problemas para os locais onde eles estão ocorrendo, mais que podem também gerar outros problemas em bacias hidrográficas adjacentes.

A Bacia Hidrográfica do Córrego Lagoinha tem pouco mais que seis quilômetros de extensão, estando situada completamente dentro do perímetro urbano. O que se observa nesta bacia é uma alta concentração de diversos processos erosivos nos mais variados estágios de evolução, o que acaba fornecendo uma grande quantidade de sedimentos para o curso do Córrego Lagoinha. Outro grande fator que contribui para o fornecimento de sedimentos para a bacia do Lagoinha, é o fato de mais de 90% da área da bacia estar modificada pela ação do Homem, sendo que aproximadamente 55% desta área encontra-se hoje impermeabilizada, facilitando o escoamento superficial e pela rede pluvial, direcionando os sedimentos diretamente para o curso do Córrego Lagoinha.

Os sedimentos direcionados para o interior do canal do córrego acabam contribuindo para a geração de problemas ao Homem. Estes problemas estão relacionados principalmente com a diminuição da capacidade de vazão do canal, que diminui em função do assoreamento provocado pelos sedimentos. Por sua vez, a diminuição da capacidade de vazão acaba gerando alagamentos, o que durante as fortes chuvas praticamente impede a passagem de automóveis pelas vias que cortam o canal do Lagoinha.



A voçoroca pesquisada é uma das áreas de maior fornecimento de sedimentos diretos para o Córrego Mogi o qual é afluente do Lagoinha. Durante todo o ano há água no interior da voçoroca (observações realizadas entre 2000 e 2003), o que mantém um ritmo de fornecimento de sedimentos, cujo ritmo é extremamente aumentado durante o período chuvoso (ALVES, 2003).

Sem intervenção antrópica e sem chuvas na área da voçoroca, ela fornece por hora 134,84 gramas de sedimentos o que dá um total de 3,236 quilos de sedimentos em um dia. Sendo assim, somente durante o período de realização da pesquisa que foi de 5 meses (período de seca), esta voçoroca foi capaz de fornecer ao Córrego Mogi cerca de 485 quilos de sedimentos (desconsiderando picos ocasionados pela intervenção antrópica).

6 – Referências bibliográficas

- ALVES, Roberto Reis; REIS, Ricardo Alves; RODRIGUES, Silvio Carlos. **Impactos ambientais de processos erosivos em micro-bacia hidrográfica no município de Uberlândia**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA. 2002, São Luis. Anais: São Luis, UFMA. 2002.
- BLOOM, Arthur L. Tradução feita por: PETRI, Setembrino. **Superfície da Terra**. V 1. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.
- CARVALHO, Newton de Oliveira et al. **Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios**. 1. ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2000.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia Fluvial**. V 1. São Paulo: Edgard Blücher, 1988.
- GUERRA, A. J. T et al. (organização). **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.
- NISHIYAMA, Luiz. **Geologia do Município de Uberlândia e Áreas Adjacentes**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 1 (1): 9-16, junho 1989.
- REIS, Ricardo Alves; ALVES, Roberto Reis; RODRIGUES, Silvio Carlos. **Processos erosivos ao longo da Bacia Hidrográfica do Córrego Lagoinha**. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOGRAFIA, 1., 2002, Uberlândia. Anais Simpósio Regional de Geografia. Uberlândia: UFU, 2002. p. 31. CD ROM.
- SILVA, A. Maria. **Guia para normalização de trabalhos técnico-científicos: projetos de pesquisa, monografias, dissertações e teses** / Ângela Maria Silva, Maria Salete de Freitas Pinheiro, Nara Eugênia de Freitas. Uberlândia: UFU, 2000. 163p.
- VILLELA, Swami Marcondes et al. **Hidrologia Aplicada**. V 1. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1977.