



## ANÁLISE DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM ÁREAS DE PASTAGEM COM DIFERENTES DECLIVES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOÃO, RJ.

Neiva Barbalho de Morais<sup>1</sup>, Maria Luisa da Fonseca Pimenta<sup>2</sup>, Raúl Sánchez Vicens<sup>3</sup>, Ana Valéria Freire Allemão Bertolino<sup>4</sup>.

### RESUMO

O presente trabalho objetiva contribuir para o entendimento dos processos de escoamento superficial em encostas convexas de relevo colinoso, sob uso pastoril extensivo. Foram monitorados eventos de precipitação e escoamento em duas parcelas do tipo Wischmeier, instaladas no sentido do declive em diferentes posições topográficas. São apresentados os resultados preliminares da pesquisa para 45 eventos pluviométricos registrados entre os meses de outubro de 2009 e abril de 2010. As análises de correlação apresentaram uma relação média entre os totais de precipitação e escoamento, indicando uma relação múltipla do escoamento superficial das encostas com outras variáveis como a morfometria das encostas, micro-topografia, umidade antecedente e propriedades físicas e hidráulicas do solo.

Palavras chaves: hidrologia de encosta, bacia hidrográfica e escoamento superficial.

### ABSTRACT

This paper aims to contribute to the understanding of the surface flow processes on convex dips from hilly landscapes, under extensive pastoral use. Rainfall and surface runoff events were monitored in two Wischmeier parts, installed in the slope's way at different topographic positions. The survey's preliminary results for 45 rainfall events, recorded between October 2009 and April 2010, are presented. Correlation analysis showed an average ratio between total precipitation and surface runoff, indicating a multiple relationship between dip surface runoff and other variables such as the morphometry of the slopes, micro-topography, antecedent moisture and physical and hydraulic properties of soil.

**Key words:** slope hydrology, watershed and surface runoff

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia.

<sup>2</sup> Graduanda em Geografia, Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica.

<sup>3</sup> Professor Adjunto do Departamento de Geografia da Universidade Federal Fluminense.

<sup>4</sup> Professor Adjunto do Departamento de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – FFP.

<sup>1, 2, 3</sup> Laboratório de Geografia Física do Departamento de Geografia da Universidade Federal Fluminense: Av. Litorânea, s/n, Instituto de Geociências – Campus da Praia Vermelha, Niterói – RJ. {luisapimenta, felipecon, barbalhomorais}@yahoo.com.br; rcuba@vm.uff.br



## INTRODUÇÃO

Para entender o desenvolvimento das encostas é necessário, antes, compreender o processo erosivo, pois este é responsável por modificações nas paisagens (Schumm e Mosley, 1927). As taxas de erosão influenciam diretamente na modelagem do relevo. As variações das superfícies geomorfológicas e as formas do relevo têm influência direta nos processos de erosão e deposição de solos nas paisagens, fato associado principalmente à inclinação do declive e à curvatura do terreno (Schumacher *et al*, 1999).

A erosão é causada por forças ativas: como as características da chuva, a declividade, comprimento do declive do terreno, a capacidade que tem o solo de absorver água, e por forças passivas, como a resistência que exerce o solo à ação erosiva da água e a densidade da cobertura vegetal (Bertoni e Lombardi, 1999). Além desse processo ser intensificado pela intervenção antrópica.

Esta ocorre em decorrência do fluxo superficial, que sazonalmente apresenta-se de forma intensa, o que facilita a erosão laminar em áreas degradadas (Resende, 1999). Segundo Martins (1976), o escoamento superficial tem origem fundamentalmente, nas precipitações. Parte da água das chuvas é interceptada pela vegetação e outros obstáculos, de onde se evapora posteriormente. Do volume que atinge a superfície do solo, parte é retida em depressões do terreno, parte se infiltra e o restante escoar pela superfície logo que a intensidade da precipitação supere a capacidade de infiltração no solo e os espaços nas superfícies retentoras tenham sido preenchidos.

A erosão é a forma mais prejudicial de degradação do solo. Além de reduzir sua capacidade produtiva para as culturas, ela pode causar sérios danos ambientais, como assoreamento e poluição das fontes de água (Cogo, 2006). A adoção de medidas efetivas de controle preventivo e corretivo da erosão depende do entendimento correto dos processos relacionados com a dinâmica de funcionamento hidrológico sobre o terreno (Guerra, 2001)

Este estudo tem como objetivo analisar o escoamento superficial em encostas convexas de colinas dissecadas, cobertas por pastagens, com diferentes declividades, na Bacia hidrográfica do Rio São João. Atualmente, em diversas partes do curso do Rio São João é observado altas taxas de sedimentos em suspensão (Bidegain *et al* 2005), fator este que contribui para a qualidade das águas. Além das encostas dessa bacia apresentarem sinais eloquentes de degradação ambiental, associadas às práticas agropecuárias desenvolvidas na região.



## ÁREA DE ESTUDO

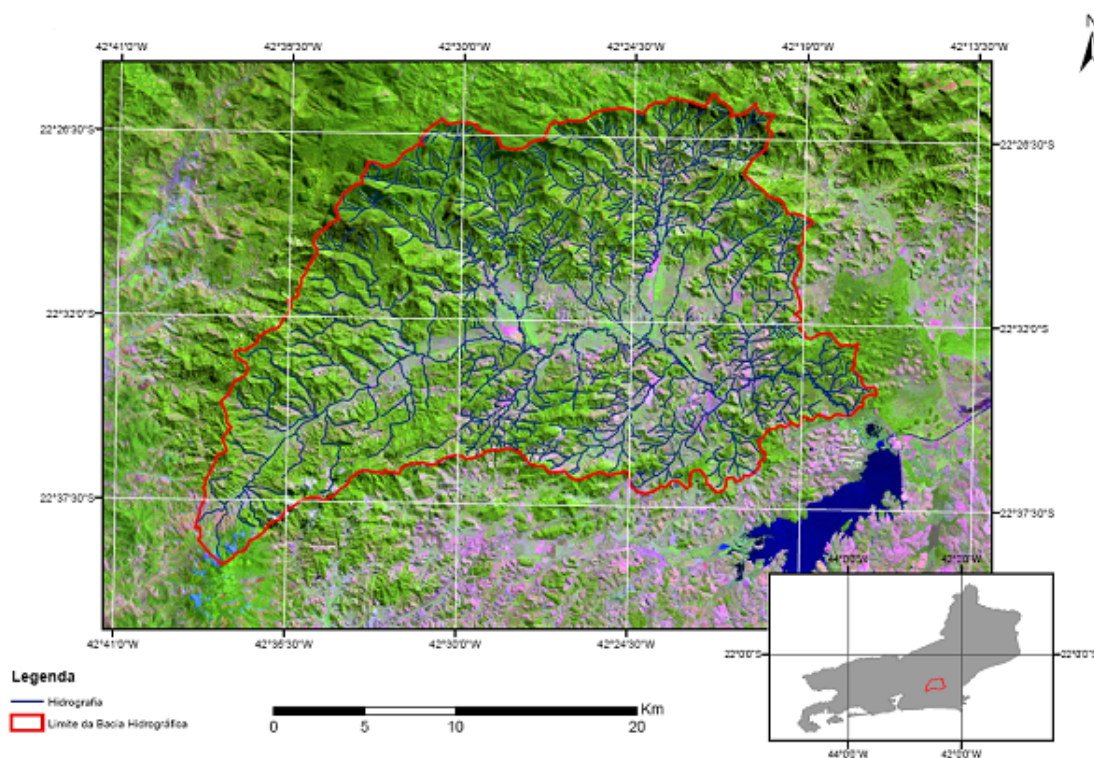
O estudo foi desenvolvido em duas encostas com vertentes convexas e topos arredondados ou alongados, com sedimentação de colúvios, remanescentes do afogamento generalizado do relevo produzido pela sedimentação fluvial que caracteriza as baixadas hidrográficas do rio São João.

A bacia cobre cerca de 2.160 km<sup>2</sup> e nela estão inseridos parcialmente os municípios de Cachoeiras de Macacu (nascentes), Rio Bonito, Casimiro de Abreu, Araruama, Cabo Frio e Rio das Ostras e integralmente apenas o município de Silva Jardim. Limita-se a oeste com as bacias do Caceribú e Macacú, ao norte e nordeste com as dos rios Macaé e das Ostras e ao sul com as bacias das lagoas de Saquarema e Araruama.

A região da bacia do rio São João, segundo dados Consorcio Intermunicipal Lagos São João (Bidegain *et al.* 2005), até 1966 ainda apresentava uma significativa cobertura florestal. Na década de 70 a vegetação passou por um processo de degradação ambiental associado à produção de carvão. Atualmente, a situação ambiental da bacia reflete quatro séculos de ocupação humana e exploração destrutiva dos recursos naturais, onde as matas foram sucessivamente derrubadas, regenerando-se em parte nos intervalos dos ciclos econômicos. A bacia foi palco da exploração de madeira e do cultivo de cana e café. No século passado, iniciou-se a expansão de citricultura e, principalmente, da pecuária.

No Plano da Bacia Hidrográfica da região dos lagos e do rio São João (Bidegain *et al.* 2005), foram apontados algumas questões ambientais, dentre estas as excessivas cargas de sedimentos nos canais fluviais e sinais eloqüentes de erosão nas encostas da bacia.

A Bacia do Rio São João é responsável pelo abastecimento da represa de Jurtunaíba que abastece a região dos Lagos, a área de estudo deste trabalho corresponde ao alto curso do rio São João parte da área de contribuição de água e sedimentos para a Lagoa de Juturnaíba (Fig. 1).



*Figura 1: Localização da área de estudo.*

O relevo da bacia do rio São João é bastante diversificado, com serras, planaltos, colinas e grandes baixadas, de acordo com as seguintes proporções: serras (21%), planalto (13%), colinas (32%), baixadas (30%), restinga (4%). As colinas ocupam uma grande parte da bacia, distribuindo-se entre as serras e o planalto, no vale do rio São João a montante da represa de Juturnaíba. A maioria delas tem formato de meia laranja devido aos topos arredondados. A altitude máxima é da ordem de 100m. Em alguns locais a predominância é de colinas com 100-80m, passando para 80-60m e até 60-40m, quando próximas aos rios (Cunha, 1995).

O clima da região é tropical. A distribuição das chuvas na área exibe uma forte variação espacial e temporal. A quantidade de chuva cresce de sudeste para noroeste, variando de menos de 1.000mm/ano até pouco menos de 2.500mm/ano. Ela é maior nas partes superiores da cadeia de montanhas da Serra do Mar e menor um pouco na meia-encosta e no sopé das montanhas ( Bidegain *et al*,2005).



## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em duas parcelas de erosão (Fig. 2 e Fig. 3), sendo que cada parcela possui uma dimensão de 22,0 x 4,0 m, totalizando 88 m<sup>2</sup>, sendo instaladas no sentido do declive, delimitadas por chapas galvanizadas e apresentando-se conectadas a tanques para o armazenamento de água pluvial e de solo, de acordo com o modelo de Wischmeier (MEYER e WISCHMEIER, 1969). As medições foram realizadas em intervalos de 24 horas, no período de outubro de 2009 a abril de 2010.

Na bacia do Alto São João, as colinas ocupam 39 % da área, com 42 % ocupada por planícies e 28 % de encostas baixas e escarpadas. Dentre o total de vertentes das bacias, as encostas das colinas estão em sua maioria coberta por pastagens, enquanto que as montanhas e as escarpas da Serra do Mar estão cobertas por remanescentes de florestas. (Reis *et al.* 2009).

As parcelas estão inseridas em colinas cobertas por pastagens situadas em diferentes posições topográficas, com as seguintes características:

**Parcela A** – porção baixa da encosta com declividade de 16 graus. A encosta possui 137 m, o topo da parcela localiza-se na cota de 47 m.

**Parcela B** – porção baixa da encosta com declividade de 27 graus. A encosta possui 44 m, o topo da parcela localiza-se na cota de 32 m

O levantamento topográfico (Fig. 4), a fim de caracterizar morfometricamente o perfil das áreas das parcelas, foi feito pelo método da topografia tradicional, utilizando como materiais o nível topográfico (mod. CST/Berger 24X) e a uma mira graduada (Crain, Mod. SVR 7.6 m). Os pontos foram coletados de forma aleatória, totalizando cerca de 40 pontos. Objetivando maior acurácia e detalhamento do perfil topográfico da encosta, utilizou-se DGPS modelo GTR-A BT da TecGeo de frequência simples, coletou-se cerca 1000 pontos. O ponto referencial foi a estação 2825z (22° 31'07" S; 42° 20' 31" W) do IBGE. Através da observação dos perfis é possível observar que a parcela A apresenta um perfil retilíneo e a parcela B um perfil convexo.

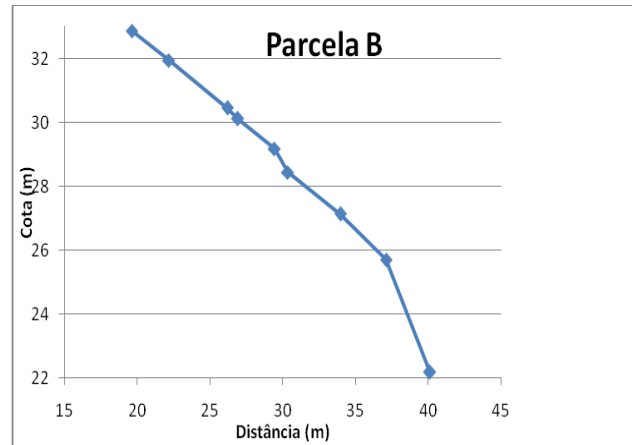
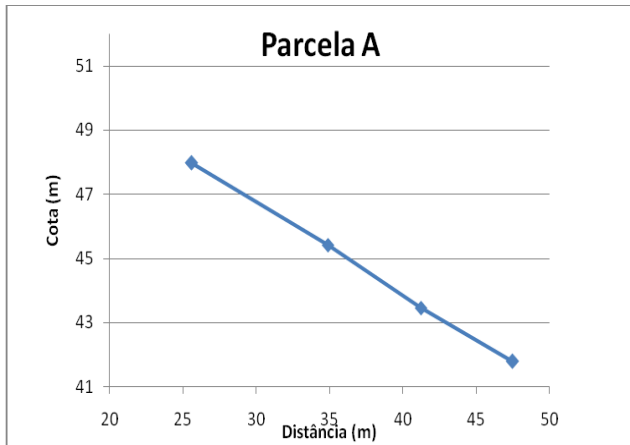


Figura 4 : Perfil topográfico das parcelas de erosão.

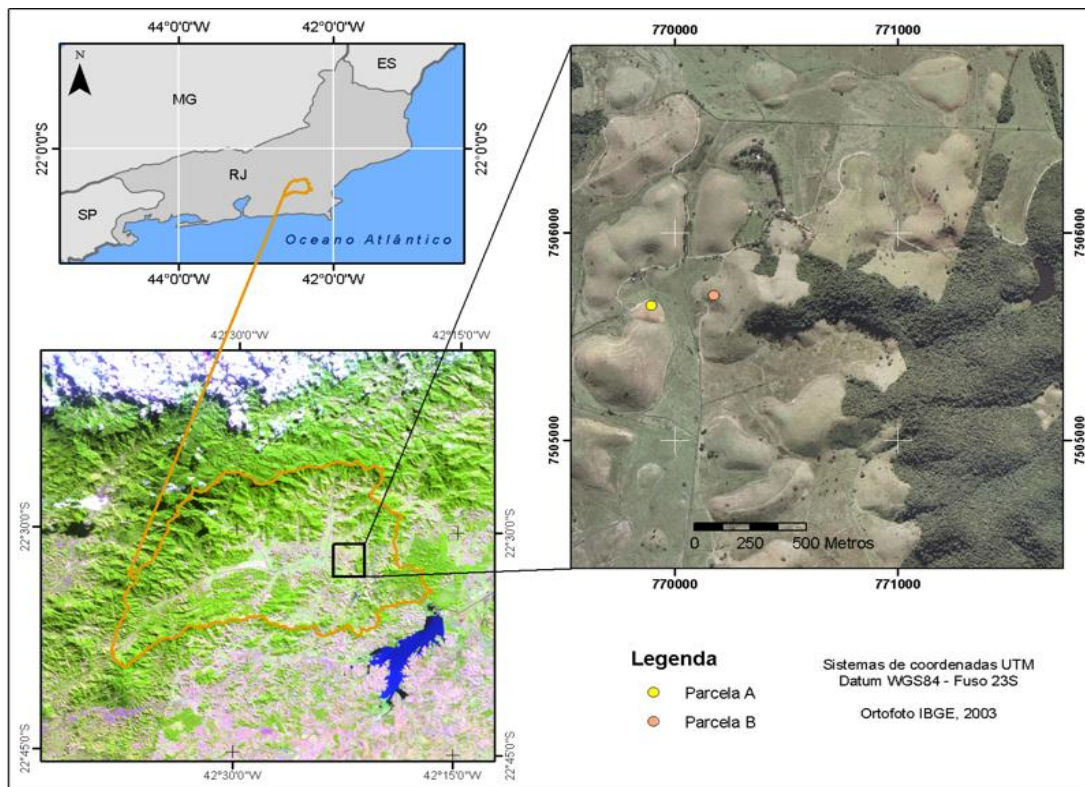


Figura 2: Localização das parcelas de erosão



*Figura 3: Visão parcial das áreas experimentais. Imagem A parcela A e imagem B parcela B*

Os índices pluviométricos foram medidos através de pluviômetros manuais instalados no local do estudo, com medições diárias em intervalos de 24 horas.

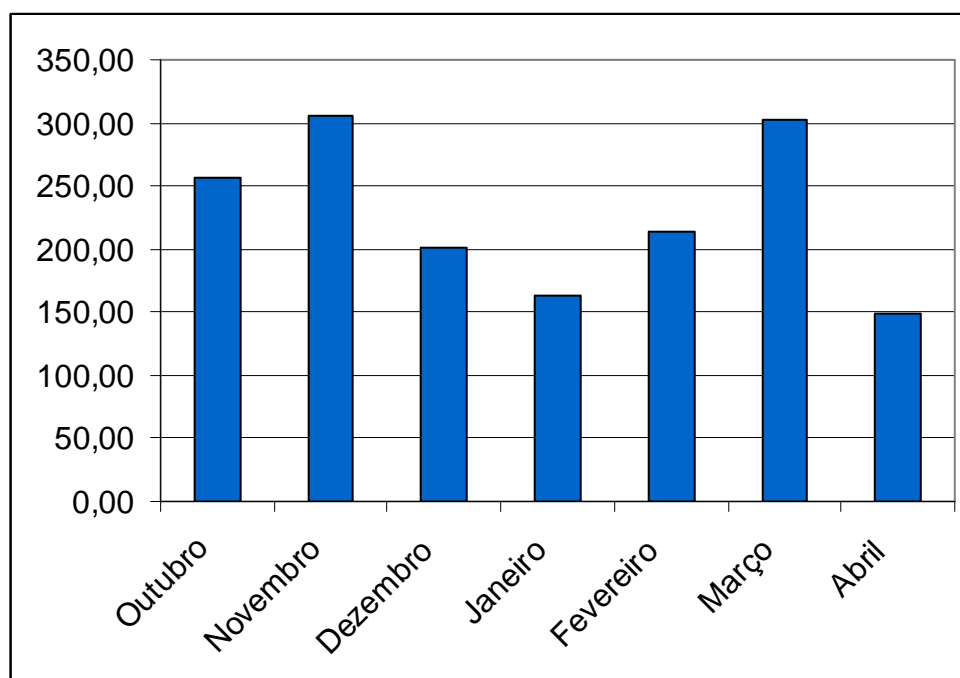
## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os resultados ora apresentados são resultados preliminares de uma pesquisa desenvolvida no nível do mestrado na Universidade Federal Fluminense, no Laboratório de Geografia Física em parceria com o Laboratório de Geociências da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

### **– Índices pluviométricos**

Foram coletados valores diários de precipitação no período de outubro de 2009 a abril de 2010. Os totais mensais da precipitação (Fig. 4) apontam uma oscilação entre os meses estudados, sendo os mais úmidos em novembro de 2009 e março de 2010, com valores totais de respectivamente 305,45 mm e de 302,90 mm. Os índices mais baixos de precipitação foram registrados nos meses de janeiro e abril de 2010, com alturas de 214,29 mm e 149,54, respectivamente.

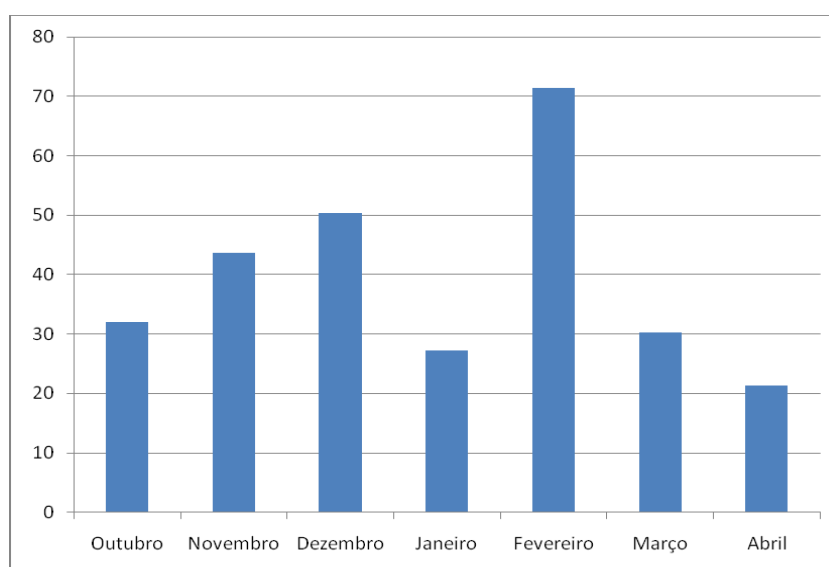
De forma geral, a altura total das precipitações nos meses estudados oscilou entre os 300 mm e os 150 mm, com uma amplitude de variação entre os valores máximos e mínimos de 155 mm.



*Figura 4: Totais mensais de precipitação*

Em análise as médias mensais de precipitação (Fig. 4) observou-se uma grande variabilidade nas alturas das precipitações. Os meses de novembro e março que alcançaram os maiores valores totais, registraram médias de 31,99 e de 30,29.

Os meses que concentraram as maiores médias mensais foram: novembro, dezembro e fevereiro. Com destaque para o mês de fevereiro cuja altura de precipitação foi de 71,43 mm, este apresentou também um alto valor de desvio padrão, devido aos picos de totais diários de precipitação intercalados com longos períodos de estiagem.



*Figura 5: Precipitação média mensal*



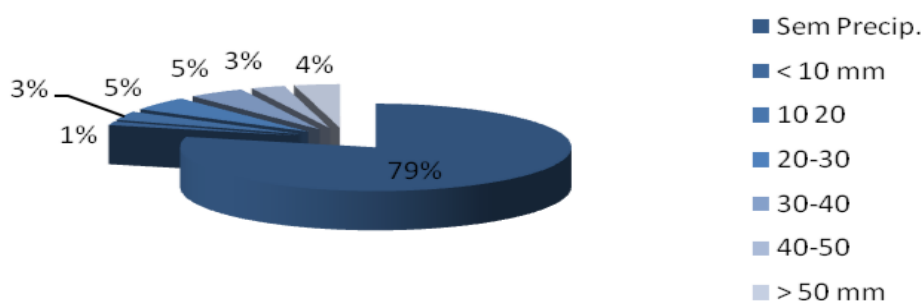


O período de maior estiagem ocorreu em Janeiro e Abril, com valores médios inferiores a 30 mm. O mês de abril apresentou desvio padrão de 18,01 mm, associado às variações dos totais diários de precipitação a amplitude de variação foi de 46,92 mm, para os valores extremos de 5,28 mm e de 52,20 mm.

Analisando a frequência de distribuição da precipitação (Fig. 5 e Tab. 1) verifica-se que as chuvas concentraram-se em 21 % dos dias restando 79 % dos dias sem chuvas. Dos 45 eventos pluviométricos registrados 10 % corresponde a alturas de chuva variando entre 20 e 40 mm e cerca de 4 % com precipitação acima de 50 mm. Apenas 1% das chuvas obtiveram alturas menores que 10 %.

**Tabela 1:** Frequência de ocorrência mensal das diferentes classes de alturas pluviométricas

Classes	outubro	novembro	dezembro	janeiro	fevereiro	março	abril	
Sem Precip.	23	23	27	25	26	21	23	168
< 10 mm	1	0	0	0	0	0	2	3
10-20	3	0	0	2	0	0	2	7
20-30	1	2	0	2	0	5	1	11
30-40	1	2	0	1	0	5	1	10
40-50	0	2	2	1	1	0	0	6
> 50 mm	2	1	2	0	2	0	1	8
<b>dias c/chuva</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>45</b>



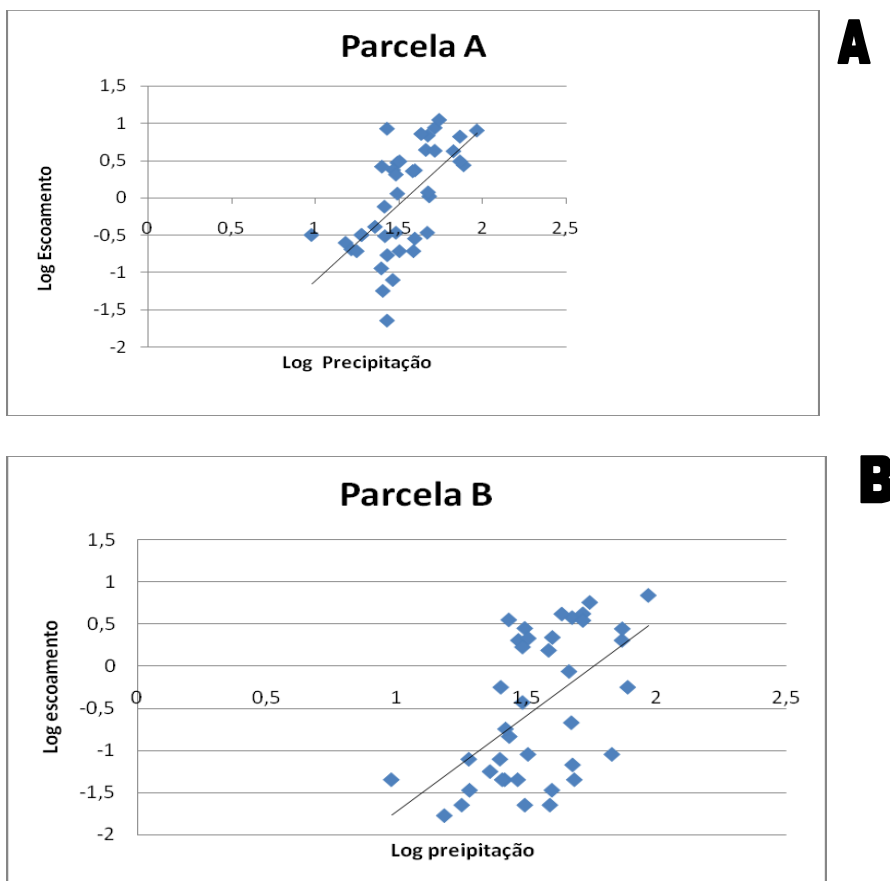
**Figura 6:** Distribuição da frequência de ocorrência mensal das diferentes classes de alturas pluviométricas



### – Escoamento superficial

O monitoramento das perdas de água e solo realizou-se de novembro de 2009 a abril de 2010 em intervalos de 24 horas. Foram registrados um total de 41 eventos de escoamento superficial, sendo 10 em abril de 2010 e 8 no mês de outubro de 2010. As parcelas A e B obtiveram escoamentos, para os meses estudados, totalizando, respectivamente, de 101,10 mm e de 60,97 mm.

Os coeficientes de correlação (Figura 7) encontrados para as parcela A e B foram de, respectivamente,  $r = 0.611758$  e de  $r = 0.545103$ , indicando uma relação moderada entre a precipitação e o escoamento. No intuito de verificar correlações parciais com a umidade antecedente foram realizados testes de correlação do escoamento superficial com o total de dias sem precipitação, sem que fosse observada uma relação forte ou substancial.



**Figura 7:** (A) Correlação entre o log da precipitação e o log do escoamento na parcela A. (B) Correlação entre o log da precipitação e o log do escoamento na parcela B.

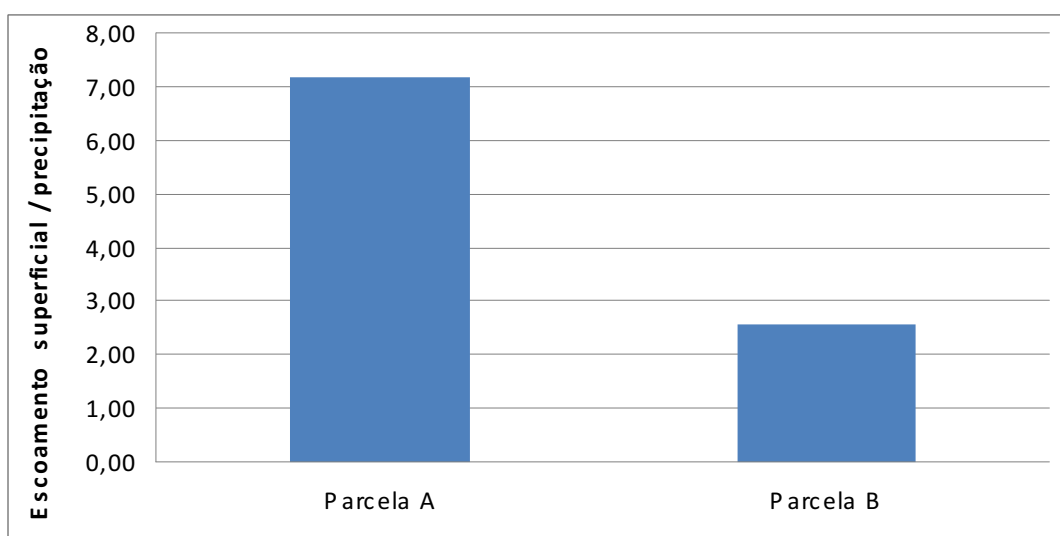


Os dados dispersos, provavelmente, estão relacionados a um conjunto de variáveis. Dentre elas, mudanças na densidade da cobertura vegetal e a altura das gramíneas, uma vez que as áreas de pastagem ao longo do período são rotacionadas para regeneração. Igualmente, há de se observar às características da microtopografia das encostas, pois o constante pisoteio do gado formam pequenos patamares (Fig. 8) que influenciam na velocidade do escoamento superficial interferindo diretamente na dinâmica hidrológica.



*Figura 8: Detalhe das rugosidades associadas ao pisoteio do gado*

Os resultados da razão precipitação/escoamento superficial (Fig. 9) indicam maiores proporções médias de escoamento para a parcela A (7,19 %). Na parcela B o valor médio da razão foi de 2,59 %. Vale salientar que a declividade da parcela B é superior a da parcela A, o que sugere que para a área estudada existem outros fatores influenciadores no processo de escoamento superficial.



*Figura 9: Valores médios da razão Q/P para as parcelas A e B.*



No que se refere aos dados de escoamento das parcelas (Fig. 10) os maiores volumes escoados ocorreram nos meses de dezembro de 2009 e janeiro de 2010, a precipitação total nesse período ficou entre 150 mm e 200 mm.

Nos meses de dezembro e janeiro, na parcela A os picos de escoamento foram de 11,02mm (30/12) ,7,16 mm (15/01) e 8,41 mm ( 23/01) e obteve um total de 30,85 mm (dezembro) e de 21,65 mm (janeiro).

A parcela B para o mesmo período registrou em dezembro um volume total de 20,13 mm e em janeiro de 11,30 mm. Assim como na parcela A, os dias de maiores escoamentos foram em 30/12 ( 5,76 mm), 15/01 (4,20 mm) e 23/01 (3,58 mm). Essas baixas taxas de infiltração nesses meses possivelmente estão relacionadas a intensidade da chuva e as propriedades físico-hidráulicas do solo.

No mês de fevereiro, cuja altura média da precipitação foi maior, os valores de escoamento foram semelhantes entre as parcelas, sendo a parcela A com um total de 11,36 mm e a parcela B com 10,01 mm.

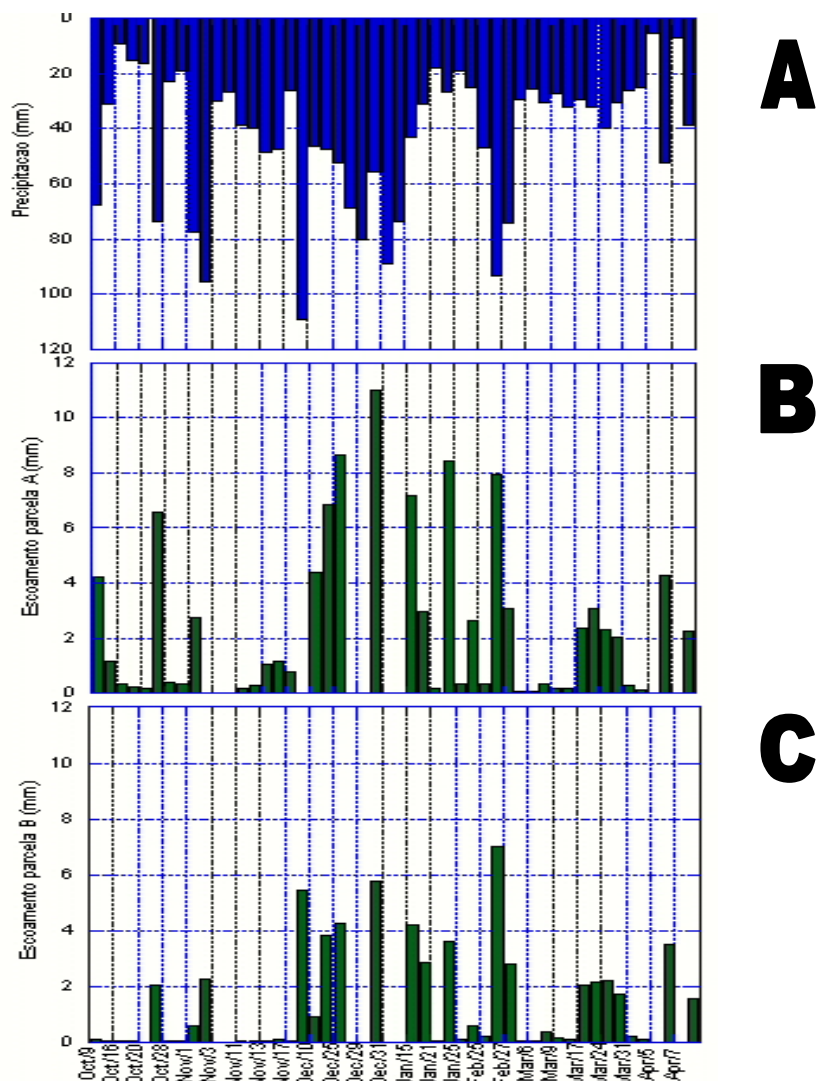


Figura 10: Relação entre a precipitação (A) e o escoamento da parcela A (B) e da parcela B (C).

## CONCLUSÕES

A parcela A alcançou valores superiores aos registrados na parcela B, provavelmente esse resultados estejam relacionados a fatores como as propriedades físicas do solo, as propriedades hidráulicas e a microtopografia do solo. Estes fatores serão analisados nas etapas futuras do trabalho.

É importante salientar a necessidade de medidas que mitiguem o processo hidroerosivo em áreas de pastagem. No entanto, para tal é necessário o entendimento desse processo e o levantamento de dados primários. Frente a isso, pretende-se com este trabalho contribuir, embora que de forma preliminar, para este entendimento.



## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Capes pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor e ao CNPQ pelo apoio financeiro ao projeto Análise dos processos hidroerosivos em encostas e de transporte de sedimentos em suspensão na bacia do Alto São João, RJ

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTONI, J., LOMBARDI NETO, F. **Conservação dos Solos**. 4ª edição. São Paulo; Ícone, 335 p., 1999.
- BIDEGAIN, PAULO, LUIZ FIRMINO MARTINS PEREIRA. **Plano das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos e do rio São João**- Consórcio Intermunicipal para Gestão das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos, Rio São João e Zona Costeira – CILSJ, Rio de Janeiro:153 p. 2005.
- COGO, N.P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R.A. **Perdas de Solo e Água por Erosão Hídricas Influenciadas por Métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade de solo**. R. Bras. Ci. Solo, Nº 27 p 743-753,2003.
- GUERRA, A. J. T. **Processos Erosivos nas Encostas**. In: GUERRA, A.J.T. & BATISTA, S. (org). Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos. Bertrand Brasil, 4ª edição, Rio de Janeiro, p. 149-195, 2001
- MARTINS, José Augusto. **Infiltração**. In: PINTO, Nelson L. de Souza et al. **Hidrologia básica**. São Paulo: Edgard Blucher, 1976. p. 44-55.
- RESENDE, M.; **Pedologia: Base Para a Distinção de Ambientes**. 3ª ed., NETUP, 338 p., 1999
- REIS, R.B *et al*. **Mapeamento e caracterização das Áreas de Preservação Permanentes (APPs) na Área de Proteção Ambiental do Rio São João/Mico Leão Dourado**. In.: Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 5397-5404.
- SCHUMM, STANLEY ALFRED. **Editors Coomments on papers 22**. In.: Benchmark papers in Geology. p, 328 -329 ,1973

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.