

## **Variabilidade da Condutividade Hidráulica e do Potencial Matricial em um Cambissolo com diferentes coberturas.**

MORAIS, N.B.

Pós-graduanda em Geologia do quaternário/UFRJ

SOUZA, C.C

Mestrando do departamento de engenharia civil/UENF

DIAS, E. O.

Bolsista Graduando do Departamento de Geografia da UERJ/FFP, Rua Francisco Portela, 794.

BERTOLINO, A V. F. A

Professor Adjunto do Departamento de Geografia da UERJ/FFP, Rua Francisco Portela, 794.

e-mail: info@labgeoffp.com.br

BERTOLINO, L. C.

Professor Adjunto do Departamento de Geografia da UERJ/FFP, Rua Francisco Portela, 794.

e-mail: info@labgeoffp.com.br

### **Resumo**

A erosão é um fenômeno natural que, nos últimos anos, vem sendo acelerada pelas intervenções antrópicas. A vegetação é a proteção natural do solo frente ao processo hidroerosivo, que atinge principalmente a áreas tropicais úmidas. Em virtude disso, nos últimos anos muitos trabalhos relacionados à condutividade hidráulica vêm sendo desenvolvidos, tal interesse refere-se, dentre outros motivos, à relação direta desse fenômeno com a degradação do solo, principalmente quando esta é potencializada por processos hidroerosivos. Em virtude do exposto, foi desenvolvido na Estação experimental de erosão da UERJ/FFP o presente estudo de condutividade hidráulica saturada e sua relação com o potencial matricial. Os ensaios foram realizados na Estação Experimental Urbana, na Faculdade de Formação de Professores da UERJ, situada na parte baixa do morro do patronato, parte noroeste do município de São Gonçalo, localizada na região metropolitana do Rio de Janeiro. As coordenadas geográficas do local são 22°49'55,97" de latitude sul e 43°4'25,52" de longitude oeste. A partir dos resultados de Potencial Matricial concluímos que a parcela SC retém mais umidade, por conseguinte sua permeabilidade tende a ser menor que os outros sistemas estudados. Tal resultado veio a corroborar com os dados de condutividade hidráulica encontrado, no qual a parcela GR alcançou melhor índice de permeabilidade saturada quando comparado a parcela SC e LEG, e a parcela SC apresentou uma diminuição na ordem de grandeza de  $10^{-3}$  para  $10^{-4}$  o que nos permite afirmar que houve uma diminuição na permeabilidade saturada desse sistema.

Palavras-chaves: potencial matricial, erosão e condutividade hidráulica.

### **Abstract**

Erosion is a natural phenomenon that is being accelerated in the last years by human intervention. Vegetation is the natural protection for the soil against hydroerosive process, that reaches principally wet tropical areas. So, in the last years many researches related to hydraulic conductivity are being developed; such interest is referred to, among other reasons, the direct relation between this phenomenon and soil degradation, specially when that is potencialized by hidroerosive processes. Thanks to that, it was developed, in the UERJ/FFP Erosion Experimental Station, the following research about saturated hydraulic conductivity and its relation to matricial

potential. Tests were carried out in the Urban Experimental Station, at FFP/UERJ, on the lower part of *Morro do Patronato*, northwest of São Gonçalo, localized at the metropolitan region of Rio de Janeiro . Geographical coordinates from the local are 22°49'55,97" south latitude and 43°4'25,52" west longitude. From matricial potencial results, we concluded that SC piece retains more humidity, so its permeability tends towards to be smaller than other researched systems. Such result confirms hydraulic conductivity data found, on which GR piece reached the best saturated permeability index when compared to SC and LEG pieces, and SC piece showed a reduction from  $10^{-3}$  to  $10^{-4}$ , what means that there was a reduction on the system's saturated permeability.

Keywords: matricial potential, erosion and hydraulic conductivity.

## **Introdução**

O resultado do processo erosivo acelerado é a degradação dos solos. O manejo inadequado e o uso excessivo de equipamentos agrícolas vêm sendo uma das causas principais da degradação dos solos e, conseqüentemente, a causa da diminuição da sua produtividade e fertilidade (BERTOLINO, 2004).

A erosão laminar ocorre em decorrência do fluxo superficial, que sazonalmente apresenta-se de forma intensa, o que facilita a erosão em áreas degradadas (RESENDE, 1999). As taxas de erosão são inversamente proporcionais às taxas de infiltração.

Segundo HILLEL (1980) a capacidade de infiltração do solo depende de inúmeros fatores: duração da precipitação ou da irrigação, umidade antecedente, condutividade hidráulica, entre outros. O valor máximo de condutividade hidráulica é atingido quando o solo se encontra saturado, e é denominado de condutividade hidráulica saturada ( $K_{sat}$ ) (REICHARDT, 1990)

A Condutividade é um coeficiente que expressa a facilidade com que um fluido é transportado através de um meio poroso e que depende, portanto, tanto das propriedades do meio como das propriedades do fluido. No solo as propriedades mais importantes são: a distribuição de tamanho e forma de suas partículas, a tortuosidade, a superfície específica e a porosidade (LIBARDI, 2005).

A condutividade tem seu valor máximo no solo saturado, e é altamente dependente da umidade, ou seja, seu valor decresce acentuadamente com a diminuição da umidade. Entretanto, como a umidade está relacionada diretamente com as propriedades do solo que regem a retenção de água, a condutividade hidráulica tem uma relação direta também com o potencial matricial. A

condutividade hidráulica do solo é uma função dos diâmetros e da continuidade dos seus poros, e o potencial matricial uma grandeza relacionada diretamente ao diâmetro máximo de poro que contém água (HURTADO 2004).

Nos últimos anos muitos trabalhos relacionados à condutividade hidráulica vêm sendo desenvolvidos, tal interesse refere-se, dentre outros motivos, à relação direta desse fenômeno com a degradação do solo, principalmente quando esta é potencializada por processos hidroerosivos. Em virtude do exposto, foi desenvolvido na Estação experimental de erosão da UERJ/FFP o presente estudo de condutividade hidráulica saturada e sua relação com o potencial matricial.

### Área de estudo

Os ensaios foram realizados na Estação Experimental Urbana (Figura 1), na Faculdade de Formação de Professores da UERJ, situada na parte baixa do morro do patronato, parte noroeste do município de São Gonçalo, localizada na região metropolitana do Rio de Janeiro. As coordenadas geográficas do local são 22°49'55,97" de latitude sul e 43°4'25,52" de longitude oeste.

A Estação Experimental do DGEO/UERJ/FFP é constituída por três parcelas de erosão instaladas no sentido do declive, delimitadas por chapas galvanizadas medindo 10 m<sup>2</sup>. As parcelas são caracterizadas pelos seguintes usos:

**Parcela SC:** sistema sem cobertura vegetal.

**Parcela GR:** com cobertura vegetal tipo braquiária (*Brachiaria decumbens* Staf).

**Parcela LEG:** com cobertura vegetal tipo amendoim forrageiro (*Arachis Pintoii*).

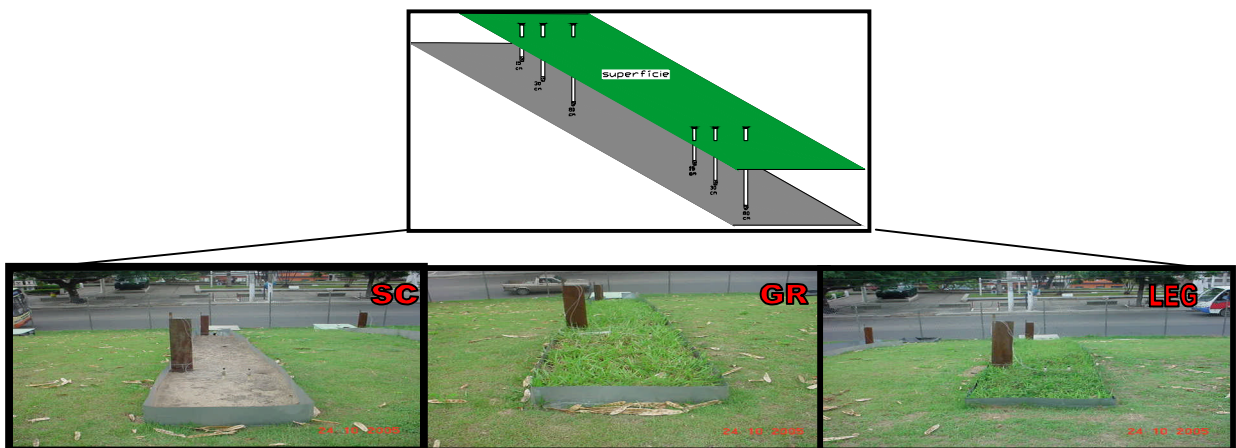


Figura 1: Visão das parcelas de erosão da Estação Experimental Urbana do DGEO/UERJ/FFP

### Materiais e Métodos

De acordo com a série climatológica da Estação Climatológica Experimental Auxiliar da UERJ/FFP/SG, o clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen: clima quente com chuvas de verão e outono (Bertolino et al. 2007)

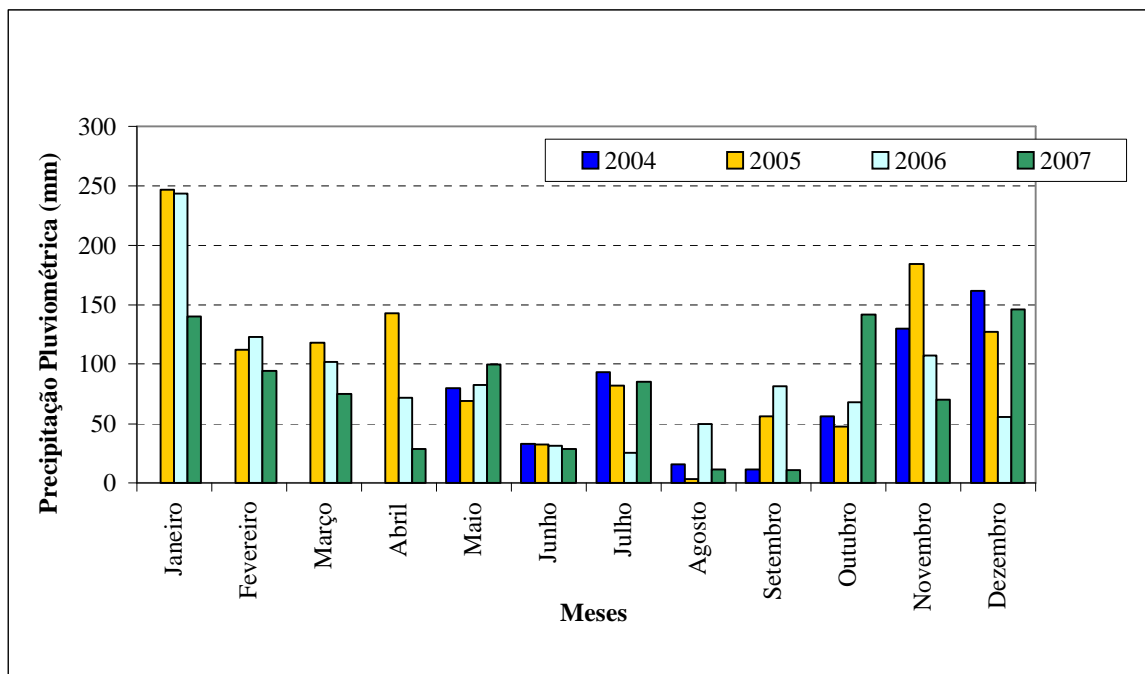


Figura 2: Totais pluviométricos mensais registrados nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007. Fonte: Bertolino et al 2007.

### Materiais e Métodos

Com o intuito de avaliar o comportamento hidrológico foram instaladas 06 baterias de tensiômetros de manômetros de mercúrio por sistema, totalizando 18 instrumentos, tendo sido distribuídas 03 baterias por topografia (parte alta e baixa da parcela) nas profundidades de 15 cm, 30 cm e 80 cm. O monitoramento da água no solo foi realizado diariamente (16:00h) por intermédio de tensiômetros de manômetro de mercúrio em intervalo de 24 h, no período de novembro de 2005 a março de 2007.

A fim de obter os dados de condutividade hidráulica saturada foram feitos ensaios com Permeômetro Guelph nas parcelas SC e LEG (Figura 3). O instrumento é projetado para medir a condutividade entre  $10^{-2}$  e  $10^{-6}$  cm/s. (Aguiar 2001)

Para o cálculo da condutividade hidráulica do solo saturado pelo método do permeômetro de Guelph (PG), utiliza-se a seguinte equação (Soil Masture Equipment Corporation, 1991):

$$K_s = (0,0041) \cdot (S) \cdot (R_2) - (0,0054) \cdot (S) \cdot (R_1) \quad (1)$$

em que:

S = área da seção transversal do reservatório, em  $\text{cm}^2$  ( $= 10^{-4} \text{ m}^2$ );

R1 e R2 = taxas de equilíbrio dinâmico da queda de água no reservatório, em  $\text{cm s}^{-1}$  ( $= 10 \text{ mm s}^{-1} = 3,6 \cdot 10^4 \text{ mm h}^{-1}$ ), respectivamente para as cargas hidráulicas H1 e H2, em cm ( $= 10 \text{ mm}$ );

H1 e H2 = alturas da água estabilizada dentro do furo do trado (carga hidráulica), em cm ( $= 10 \text{ mm}$ ); e

$K_s$  = condutividade hidráulica do solo saturado, em  $\text{cm s}^{-1}$  ( $= 3,6 \cdot 10^4 \text{ mm h}^{-1}$ ).



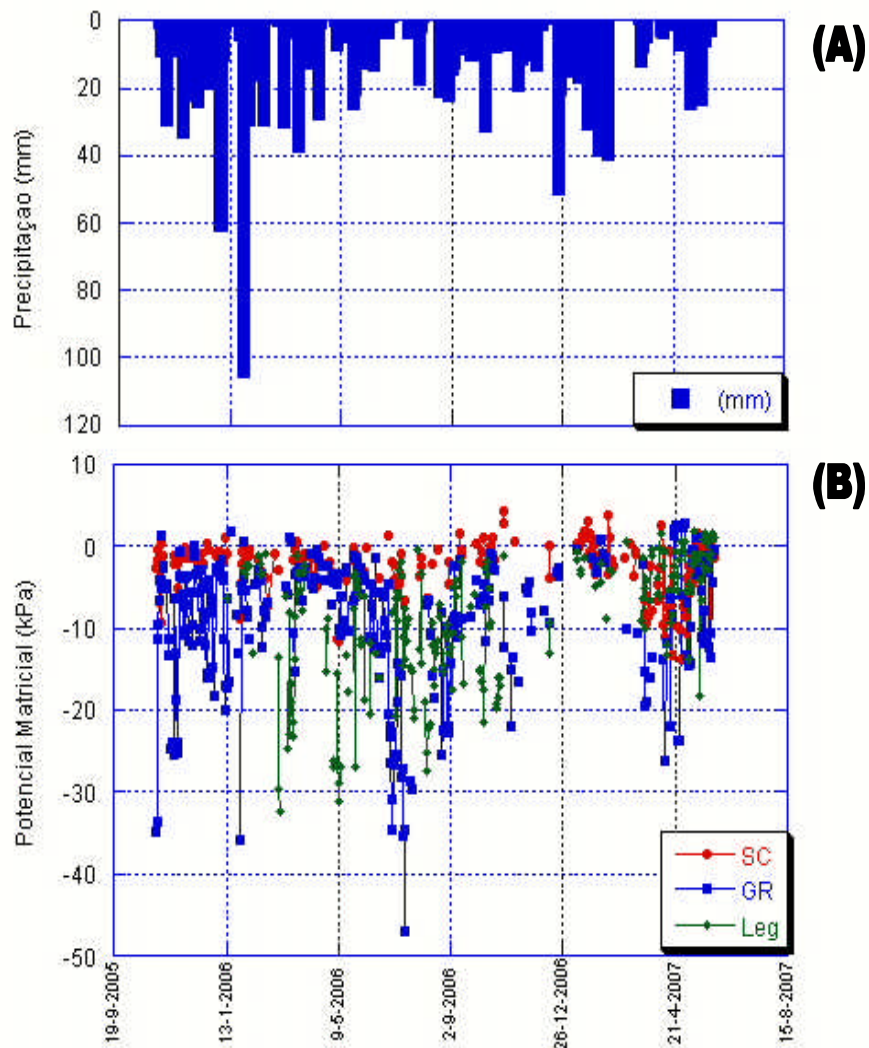
**Figura 3: Ensaio de condutividade hidráulica com Permeômetro de Guelph.**

## **Resultados e discussões**

A partir dos dados obtidos, (Figura 4) observamos que na parcela SC registrou-se, durante todo o período analisado, valores próximos a 0 kPa, com valor mínimo de -13,81 kPa (24/04/07) e máximo de 4,37 kPa (25/10/06) (Tabela 1). A faixa média de variação ficou entre 0 e - 5 kPa o que indica uma constante retenção de umidade nesse sistema.

A parcela GR alcançou máximas e mínimas, respectivamente de 2,74 kPa (01/05/07) e - 46,97 kPa (17/07/06) (Tabela 1), o valor mínimo encontrado atribui-se aos baixos índices pluviométricos registrados no mês de julho, para esse mesmo período a SC alcançou a mínima de -6,73 kPa (17/07/06). A máxima obtida em 01/05/07 está extremamente relacionada ao total pluviométrico de 15,6 mm, referentes aos dias 27/04, 28/04 e 30/04. Os valores médios oscilaram entre as faixas de 0 e - 20 kPa.

Na parcela LEG os valores extremos encontrados foram de -32,42 kPa (09/03/06) e de 1,90 kPa (10/05/07) (Tabela 1). Entre o final do mês de fevereiro de 2006 e início do mês de março de 2006, houve um período de estiagem, total de 15 dias, que resultou no comportamento de drenagem extremo no dia 09/03/06. Os dias 09/05/07 e 10/05/07 concentraram 51 % do total de chuva do mês de maio explicando, assim, o valor positivo do dia 10/05. A parcela SC nesse mesmo dia marcou -4,54 kPa e a GR -2,14 kPa.



**Figura 4: Correlação entre os dados de precipitação (A) e a média do potencial matricial das parcelas SC, GR e LEG ( B) do período de nov/2005 a maio/2007.**

**Tabela 1: Valores médios das máximas e mínimas alcançados nos sistemas SC, GR e LEG (Nov/05 a Maio/07).**

Potencial Matricial	SC	GR	LEG
Mínimo (kPa)	-13,81	-46,97	-32,42
Máxima (kPa)	4,37	2,74	1,90

Foram realizados ensaios com o Permeâmetro de Guelph (PG) nas parcelas SC e LEG (Tabela 2), na profundidade de 10 cm, com uma média de duas repetições.

**Tabela 2: Média dos valores obtidos nos ensaios PG na profundidade de 10 cm.**

Tipo de uso	Taxa de infiltração (mm/h)	$K_s$ (cm/s)	$\bullet$ ( $\text{cm}^2/\text{s}$ )	S ( $\text{cm}/\text{s}^{1/2}$ )
SC	72,84	$0,852141 \times 10^{-3}$	0,0213	0,0875
GR	80,93	$0,1414351 \times 10^{-2}$	0,0354	0,0793

Na parcela LEG a ordem de grandeza encontrada foi de  $10^{-4}$  a mesma encontrada na parcela SC o que nos permite sugerir que o solo ainda não sofreu mudanças significativas no que se refere às propriedades físicas nas quais interferem na permeabilidade saturada do solo.

Os dados de potencial matricial dos 15 cm quando comparado com os 15 cm da parcela GR encontramos nesta maiores sucções, indicando, assim, uma maior permeabilidade. Vale ressaltar que apesar do sistema LEG não ter apresentado uma boa permeabilidade, em comparação com sistema GR, durante a maior parte do período demonstrou constantes perdas e ganhos de umidade, possivelmente, inter-relacionado como sistema radicular da *arachis pintoi*.

Ensaio parecidos foram realizados por Costa *et al* (2005), com Permeâmetro de Guelph Modificado (PGM), nas parcelas SC e GR nas profundidades de 0 – 10, os resultados encontrados foram:

**Tabela 3. Valores obtidos a partir dos ensaios com o PGM na profundidade de 10 cm: taxa de infiltração; condutividade hidráulica do solo em condições de saturação ( $K_s$ ); fluxo matricial potencial do solo( $\bullet$ ); sortividade (S).**

PARCELA	$K(\text{sat})$ cm/s	$\bullet_m$ ( $\text{cm}^2/\text{s}$ )
SC	$5 \times 10^{-4}$	0,001
LEG	$4,1 \times 10^{-4}$	0,009



A partir das análises dos dados de ambos os ensaios em relação à parcela SC foi possível observar que houve uma diminuição na ordem de grandeza de  $10^{-3}$  para  $10^{-4}$ , vide Tabela 2 e 3, o que nos permite afirmar que houve uma diminuição na permeabilidade saturada desse sistema. Tal resultado, provavelmente, está relacionado à ausência de cobertura vegetal, tendo em vista que a vegetação contribui para adição de matéria orgânica, que conseqüentemente, atua na formação de agregados que estão diretamente relacionados com a permeabilidade do solo.

Os resultados obtidos neste sistema vêm a corroborar com os encontrados de potencial matricial, durante o período estudado. Na profundidade de 15 cm, os dados de potencial, mostrou-se, na maior parte do período, próximo a saturação, o que indica retenções da água nessa profundidade e por conseguinte uma baixa permeabilidade.

### **Considerações finais**

A partir dos dados apresentados podemos inferir que o sistema SC retém mais umidades, tornando esse sistema mais suscetível à erosão. No entanto, observamos nas parcelas GR e LEG constantes perdas e ganhos de umidade, influenciada, provavelmente, pelo sistema radicular.

No que tange a condutividade hidráulica, a parcela GR alcançou melhor índice de permeabilidade saturada que a parcela SC e LEG. Tal resultado pode ter sido influenciado pelas diferentes idades dessas coberturas, a espécie *Arichis Pintoii* (LEG) foi implantada a cerca de dois anos, enquanto a espécie *braquiaras decumbens staf* (GR) já recobre a área estudada cerca de cinco anos.

### **Agradecimentos**

À FAPERJ pelo suporte financeiro ao projeto “Avaliação dos processos erosivos sem parcelas de erosão com e sem presença de cobertura vegetal: Estação Experimental do DGEO/UERJ/FFP” e à UERJ/FFP.

## **Bibliografia**

- BERTOLINO A. V. F. A., Costa, A. R. C, Bertolino L. C., Fialho, E. S. **Análise da Dinâmica Climatológica no Município de São Gonçalo/RJ:triênio 2004 – 2007.** Revista Tamoios. 2007
- BERTOLINO. A. V. F. A.; **Influência do Manejo na Hidrologia de Solos Agrícolas em Ambiente Serrano: Paty do Alferes – RJ.** Tese de doutorado, UFRJ, Rio de Janeiro, 178p., 2004.
- HILLEL, Daniel. **Infiltration and surface runoff.** In: HILLEL, Daniel. Applications of soil physics. Eua: Academic Press, 1980. p. 1-9
- HURTADO, A.L. **Variabilidade da Condutividade Hidráulica do Solo em Valores Lixo de Umidade e de Potencial Matricial.** (Tese de Doutorado) SP, USP, Piracicaba, p. 119, 2004.
- LIBARDI, P.L. **Dinâmica da Água no Solo.** São Paulo.344 p. Edusp, 2005.
- REICHARDT, K. **A Água em Sistemas Agrícolas.** São Paulo, Manole, 188p, 1980.
- RESENDE, M.; **Pedologia: Base Para a Distinção de Ambientes.** 3ª ed., NETUP, 338 p., 1999;