

TRANSFORMAÇÕES DAS PROPRIEDADES HIDRÁULICAS E SUAS REPERCUSSÕES NA DINÂMICA HIDROLÓGICA DE UM CAMBISSOLO NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO (RJ): ESTUDO DE CASO DO MORRO DO PATRONATO

¹Neiva Barbalho Morais ¹, Núbia Madureira ¹, Ana Valéria F. A. Bertolino², Luiz Carlos Bertolino²,

Resumo

Os problemas de natureza erosiva estão sendo amplamente discutidos por diversos campos da ciência que buscam, em última análise, o entendimento das variáveis que regulam o processo. O objetivo central do trabalho é avaliar as transformações das propriedades hidráulicas do solo e sua relação com a erosão em áreas com diferentes usos. Os estudos foram desenvolvidos em parcelas experimentais de erosão (Estação Experimental do DGEO/FFP/SG). O comportamento hidrológico dos diferentes sistemas foi avaliado por intermédio de baterias de tensiômetros de manômetro de mercúrio, distribuídas nas partes altas e baixas da parcelas nas profundidades de 15, 30 e 80 cm. Os estudos demonstram que a parcela SC apresenta potenciais matriciais maiores em detrimento dos outros sistemas (GR e LEG) corroborando com os dados de erosão, no qual foram verificados as maiores perdas, tanto de solo quanto de água. Pode-se comprovar também que dois anos foram suficientes para que a parcela SC tivesse uma diminuição nas taxas de permeabilidade saturada na ordem de grandeza de 10^{-3} para 10^{-4} propiciando, conseqüentemente, o aumento da erosão neste sistema.

Palavras-chave: propriedades do solo, fluxos hídricos, erosão, cambissolo.

1 - Graduada pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro

2 - Professor Adjunto do Departamento de Geografia, FFP-UERJ - Laboratório de Geociências.
anaval@uerj.br; barbalhomorais@yahoo.com.br

Abstract

Erosion problems have been widely discussed in several scientific fields aiming to understand the variables that rule the process. The major objective of this work was to evaluate the changes of the hydraulic properties of the soil and how they affect erosion in areas with different uses. The studies were developed in experimental erosion parcels (DGEO/FFP/SG Experimental Station). The hydrologic behavior of different systems was assessed through batteries of tensiometers equipped with mercury manometers, placed in high and low parcel sites at 15, 30 and 80 cm of depth. The studies showed that the SC parcel presents higher matric potentials than other systems (GR and LEG) in compliance with erosion data, which showed the highest soil and water losses. This work also verified that in two years parcel SC decreased an order of magnitude from 10^{-3} to 10^{-4} , allowing to affirm that the saturated permeability of this system decreased favoring an erosion increase.

I. INTRODUÇÃO

Os problemas de natureza erosiva estão sendo amplamente discutidos por diversos campos da ciência que buscam, em última análise, o entendimento das variáveis que regulam o processo. A água é o principal elemento acionador do processo erosivo, sendo o reconhecimento do caminho percorrido pelos fluxos de água nas encostas de fundamental importância no entendimento dos processos que ocorrem na paisagem.

Existem alguns fatores controladores que determinam as variações nas taxas de erosão, tais como: erosividade da chuva, propriedades do solo, cobertura vegetal, características das encostas, etc. Por causa da interação desses fatores certas áreas erodem mais do que outras. A intervenção do homem pode alterar esses fatores e, conseqüentemente, apressar ou retardar os processos erosivos (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999; MORGAN, 1986).

A movimentação da água na superfície do solo aparece como fator primordial na ação erosiva, acarretando as perdas dos horizontes e camadas do perfil, seguindo as rotas preferenciais dos fluxos superficiais ou subsuperficiais, associados aos diversos mecanismos erosivos-deposicionais (GUERRA, 2001).

A cobertura vegetal funciona como uma camada sobre o solo que o protege da ação direta das gotas da chuva, assim como aumenta a capacidade de infiltração pela ação das raízes, além de proporcionar uma alteração estrutural no solo. As raízes atuam como caminhos preferenciais da entrada da água na matriz do solo (GREENWAY, 1987).

A inclusão de cultura forrageiras, de gramíneas ou leguminosas, com alastramento rápido, em rotação de culturas e em fileiras, auxilia no controle da erosão e do escoamento (BRADY, 1989). Segundo Valentin *et al.* (2001), o amendoim forrageiro apresenta boa velocidade de crescimento, desenvolvendo grandes quantidades de estolões (*Arachis pintoii*) e de raízes, formando uma cobertura densa e baixa sobre o solo. Isto contribui para reduzir os problemas de erosão do solo, além de diminuir os riscos de queimadas acidentais durante o período seco.

Compreender melhor o fenômeno erosivo mantém relações diretas com: o processo de infiltração da umidade no perfil, o comportamento hídrico, as propriedades físicas, entre outros que podem ser importantes fontes de análises que justifiquem as alterações as quais os solos foram submetidos.

O trabalho consiste em discutir as transformações das propriedades hidráulicas do solo e sua relação com a erosão em áreas com diferentes usos. Para tal, vêm sendo testadas leguminosas e gramíneas com a finalidade de entender como essas plantas com tipologia de raízes distintas, crescimentos variados e incorporação de matéria orgânica podem interferir na dinâmica hidrológica e erosiva de áreas com diferentes usos.

II. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido na Estação Experimental do Departamento de Geografia da UERJ/FFP, no Município de São Gonçalo, Região Metropolitana do Rio de Janeiro e está localizado entre as coordenadas de 22°49'55,97"S e 43°4'25,52"W (Figura 1).

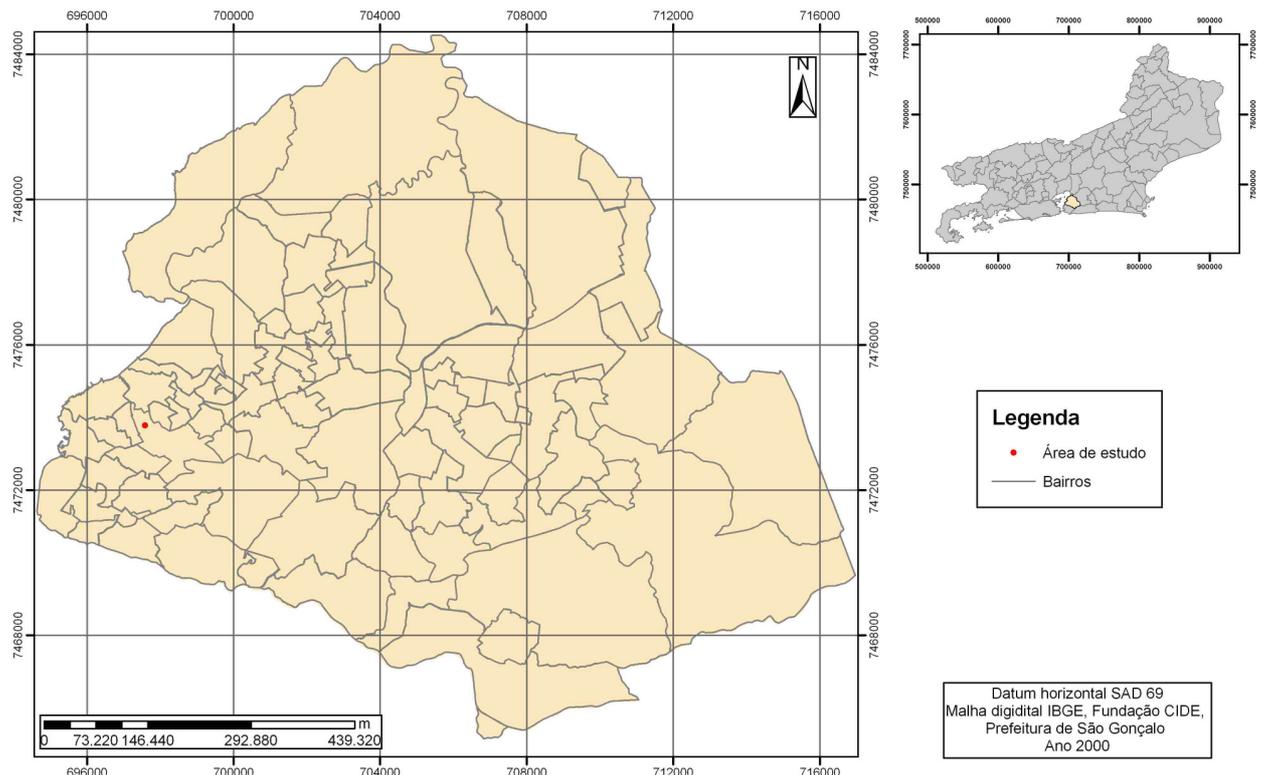


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

A Estação Experimental Urbana do Departamento de Geografia está localizada no Campus da Faculdade de Formação de Professores e é subdividida em: a) Estação Hidrológica e Erosiva e b) Estação Climatológica Urbana (Figura 3). Esta Estação foi criada no ano de 2002 por um Projeto financiado pela FAPERJ (Modalidade: Apoio a Entidades Estaduais) com a finalidade da criação de projetos interdisciplinares dos mais variados que pudessem ser realizados de forma a estimular a pesquisa básica e a formação de alunos dos cursos de graduação da Faculdade de Formação de Professores. A área funciona como uma

Estação Experimental Urbana, onde são monitorados dados climatológicos, erosivos e hidrológicos a respeito do ambiente de São Gonçalo.

Diversos estudos vêm sendo desenvolvidos desde 2002, com a finalidade de entender a relação da dinâmica hidrológica e os processos erosivos na região do Morro do Patronato – São Gonçalo (LELES, 2003; ARRUDA, 2004; FERREIRA, 2004, MADUREIRA, 2006, e MORAIS, 2007).

A estação está localizada na baixa encosta do morro do Patronato, com um declive de 20%, com formação de gnaiss lenticular alternando com biotita-gnaiss.

Os estudos demonstram a presença de um solo incipiente, com presença de horizonte diagnóstico Bi, tendo sido caracterizado como CAMBISSOLO (classe de solos bastante representativa do município de São Gonçalo) com horizonte A (0 - 25 cm), Bi (25 - 66 cm) e C (66 - 150 cm) apresentando uma mineralogia associada à presença de quartzo, feldspato e caulinita.

O clima da região é do tipo Aw, conforme a classificação de Köppen caracteriza-se por um verão chuvoso e uma pequena estação seca, no inverno. O período mais seco ocorre entre os meses de maio e outubro com totais pluviométricos mensais inferiores a 100 mm. Já o período úmido apresenta temperaturas elevadas podendo atingir totais pluviométricos superiores a 200 mm, tendo atingido, no ano de 2005, o total anual de 1221,6 mm. As temperaturas mais baixas são registradas em julho (22,3 °C) e as mais altas em dezembro (29,1 °C).

III. MATERIAIS E MÉTODOS

Os estudos foram desenvolvidos em parcelas experimentais de erosão na parte baixa da encosta (Figuras 2 e 3), do morro do Patronato, conforme relatado anteriormente. As parcelas são delimitadas com chapas galvanizadas de zinco (10 x 1 m) totalizando 10 m², ligadas a caixas coletoras de água pluvial e sedimentos: a) sistema sem cobertura vegetal (SC); b) sistema com cobertura vegetal tipo gramínea-*Brachiaria*

decumbens Staf - (GR) e C) sistema com cobertura vegetal tipo amendoim forrageiro - *Arachis pintoi* - (LEG).

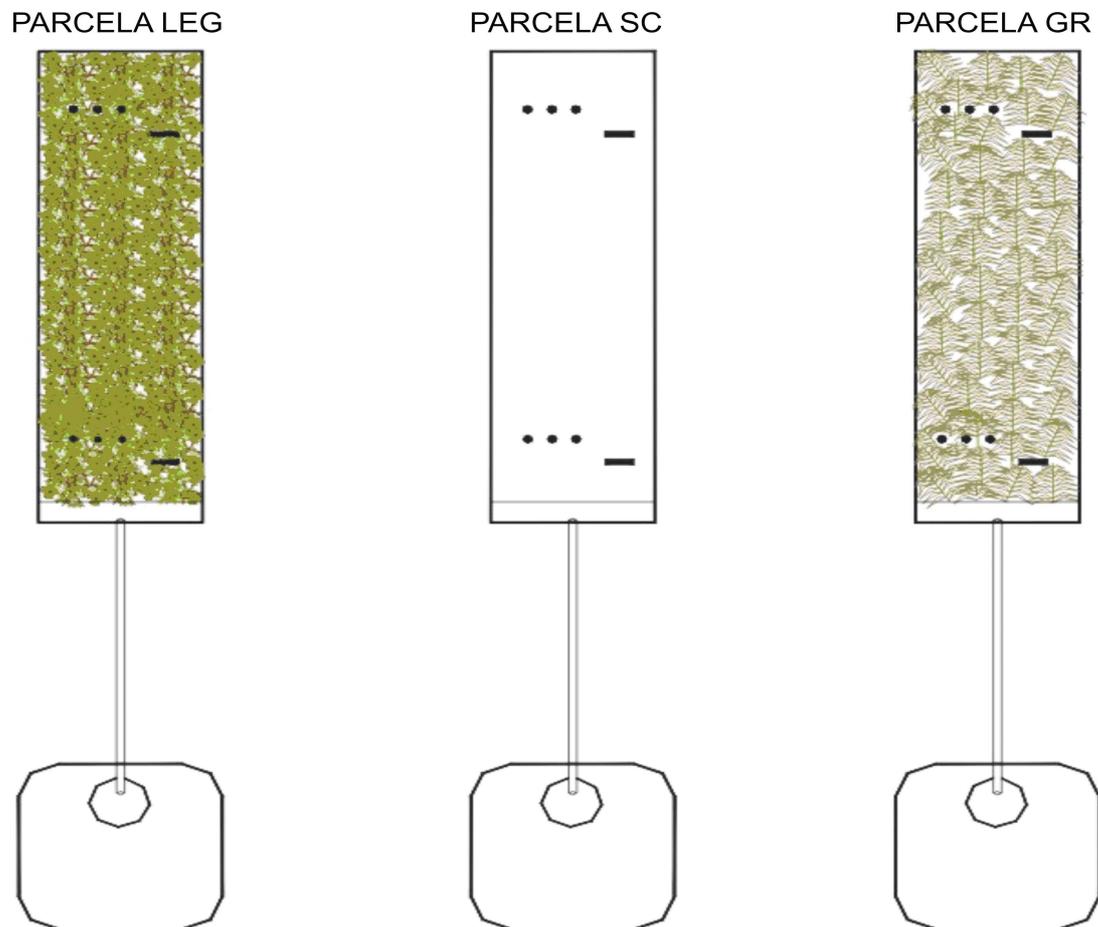


Figura 2. Desenho esquemático das parcelas de erosão da Estação Experimental do DGEO/FFP/SG.



Figura 3. Visão geral da Estação Experimental do DGEO/FFP/SG.

As plantas que eventualmente nasceram na parcela SC foram retiradas de forma manual, buscando a realidade da encosta estudada, sem causar alteração na estrutura da superfície do solo. Na parcela GR foram cultivadas gramíneas do tipo braquiária (*Brachiaria decumbens* Staf.) através de semeadura direta, sendo mantida uma altura em torno de 5 a 10 cm. Na parcela LEG foram introduzidas mudas de leguminosas perenes da espécie amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), em um espaçamento de 20 x 20 cm. O amendoim forrageiro é uma leguminosa herbácea perene de crescimento rasteiro, que se adapta bem a altitudes desde o nível do mar até cerca de 1.800 m e em solos ácidos, de baixa a média fertilidade.

O comportamento hidrológico dos diferentes sistemas foi avaliado por intermédio de baterias de tensiômetros de manômetro de mercúrio, distribuídas nas partes altas e baixas das parcelas nas profundidades de 15, 30 e 80 cm, a fim de se avaliar o potencial matricial temporalmente e espacialmente (lateral e em profundidade) nos diferentes tipos de uso. A leitura dos equipamentos foi realizada em intervalos de 24 h.

Para as análises das propriedades físicas e químicas foram coletadas amostras deformadas e indeformadas. No interior das parcelas foram retiradas amostras em duplicatas, na porção superior e inferior, nas profundidades de 0 - 5 e 10 - 15 cm.

Os ensaios de granulometria foram realizados seguindo a metodologia proposta pela Embrapa (EMBRAPA, 1997). Para realização dos ensaios de macroporosidade, microporosidade e porosidade total foi utilizado o método da mesa de tensão (OLIVEIRA e PAULA, 1983; EMBRAPA, 1997). O teor de carbono orgânico foi avaliado através da queima do carbono em meio ácido, metodologia proposta pela EMBRAPA (1997). Todos os ensaios foram realizados no Laboratório de Geociências do Departamento de Geografia da UERJ/FFP/SG.

A condutividade hidráulica dos diferentes sistemas foi obtida a partir de ensaios realizados com Permeâmetro de Guelph Modificado - PG, com uma repetição e carga de pressão de 6 cm na profundidade 10 cm.

Os dados pluviométricos foram determinados por intermédio de pluviômetro (registro diário) e por pluviógrafo (registro contínuo) a partir dos dados obtidos na Estação Climatológica Urbana do DGEO/FFP/SG e pela Estação Automatizada MASWS110, ambas instaladas no Campus da Faculdade de Formação de Professores/UERJ/SG.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

É extremamente relevante caracterizar as propriedades físicas e químicas do solo para que se possa entender os efeitos dos diferentes tipos de usos em relação às diferenciações do comportamento hidrológico de cada sistema.

Os resultados de granulometria das parcelas de erosão demonstram que as parcelas sem cobertura (SC) e gramínea (GR) apresentam nas profundidades de 0-5 e 10-15, porção superior, solos franco-argilo-arenosos. Já na porção inferior, verifica-se a presença de solos franco-arenosos. Não houve uma grande variabilidade da textura entre os sistemas SC e GR, resultado esperado, já que essa propriedade não costuma ser muito afetada pelos diferentes usos.

O comportamento hidrológico dos solos está mais relacionado à porosidade e esta propriedade pode ser bastante modificada por intermédio do uso dos solos. Torna-se assim a cada dia mais importante entender a porosidade do solo não somente pelo volume total, mas também em termos do tamanho e distribuição (SHIPITALO & PROTZ, 1987 e EDWARDS *et. al.*, 1988).

Os resultados de porosidade total das parcelas SC e GR indicam valores na faixa de 35% a 46%. Na parcela SC, os percentuais médios de porosidade total não sofreram grandes variações entre as profundidades, apresentando valores da ordem de 40,0 % (0-5 cm) e 35% (10-15 cm). Já na parcela de GR, houve uma diminuição da porosidade total com o aumento da profundidade, oscilando de 46% para 37%.

Os resultados de macroporosidade demonstram que a parcela SC apresenta valores menores, quando comparados aos da parcela GR.

Constata-se que o sistema SC apresenta valores de 15% na camada superficial e 12% na camada inferior. A parcela GR apresenta comportamento inverso, percentuais mais elevados de macroporos, principalmente na profundidade de 0-5, ao redor de 20%. SOUZA (2002) trabalhando com LATOSSOLOS Vermelho-amarelo observou que a camada superficial da área sem cobertura (SC) apresenta um aumento substancial da resistência do solo, indicando um processo de selamento superficial.

Os resultados de microporosidade da parcela SC demonstram um aumento com a profundidade, variando de 25% (0-5 cm) para 23% (10-15 cm). A parcela GR tem comportamento similar, apresentando valores em torno de 26% (0-5 cm) e 24% (10-15 cm).

Ao comparar os resultados de porosidade total e macroporosidade dos diferentes sistemas, verifica-se que a parcela GR apresenta valores absolutos maiores. Constata-se também que o comportamento da porosidade total é similar ao da macroporosidade. Estes resultados sugerem que o comportamento da dinâmica da água no solo será mais condicionado pela macroporosidade do que pela microporosidade.

Em relação aos resultados de carbono orgânico, verifica-se que a parcela SC apresenta menores teores, 9,28 g/kg (parte alta) e 22,19 g/kg (parte baixa), em detrimento da parcela GR, 24,20 g/kg (parte alta) e 21,38 g/kg (parte baixa). Esses resultados já eram esperados, pois sabe-se que as raízes, especialmente das gramíneas produzem uma agregação estável mediante o suprimento de resíduos orgânicos para a decomposição, exudações de substâncias orgânicas e envolvimento físico de microagregados dos solos (SILVA & MIELNICZUK, 1997).

Em relação à condutividade hidráulica verificou-se que, nos ensaios realizados em 2005, as parcelas SC e GR apresentam valores de condutividade hidráulica bastante distintos. Na profundidade de 10 cm, a parcela SC obteve o valor de $0,852141 \times 10^{-3} \text{ cm.s}^{-1}$ e a parcela GR foi igual a $0,1414351 \times 10^{-2} \text{ cm.s}^{-1}$, indicando que este sistema apresenta fluxos mais rápidos na matriz do solo. Já na profundidade de 25 cm ambas as parcelas, demonstram condutividades hidráulicas iguais.

Tabela 1: Valores obtidos a partir dos ensaios com o PGM na profundidade de 10 cm: condutividade hidráulica do solo em condições de saturação (K_s) e sortividade (S).

Tipo de uso	K_{sat} (cm/s)	Φ (cm²/s)
SC	$0,852141 \times 10^{-3}$	0,0213
GR	$0,141435 \times 10^{-2}$	0,0354

Os resultados obtidos das propriedades físicas e químicas do solo vêm corroborar com os resultados de condutividade hidráulica, demonstrando que a área de gramínea (GR), na camada superficial, apresenta condutividade hidráulica mais alta do que a área sem cobertura (SC).

Buscando-se entender as transformações das propriedades físicas e hidráulicas dos solos foram realizados novos ensaios de condutividade hidráulica após dois anos. A partir destes dados buscou-se fazer uma análise temporal das modificações da condutividade hidráulica do solo em áreas sem cobertura (SC) e em áreas com presença de vegetação (gramínea - *Brachiaria decumbens* Staff e leguminosas - *Arachis pintoi*).

A partir das análises dos resultados da parcela SC foi possível observar que houve uma diminuição na ordem de grandeza de 10^{-3} para 10^{-4} (Tabelas 1 e 2), nos permitindo 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.

Tabela 2: Média dos valores obtidos nos ensaios com PG na profundidade de 10 cm: condutividade hidráulica do solo em condições de saturação (K_{sat}) e sortividade (S).

Tipo de uso	K_s (cm/s)	Φ (cm²/s)
SC	5×10^{-4}	0,001
LEG	$4,1 \times 10^{-4}$	0,009

Segundo diversos autores (CARPENEDO & MIELNICZUK, 1990; PALADINI & MIELNICZUK, 1991 e SILVA & MIELNICZUK, 1997) a formação e estabilização dos agregados são beneficiadas pelo uso de gramíneas que, além de ser competente na proteção do solo possui um vasto sistema radicular em constante renovação, que funciona com eficiência na agregação do solo.

Observou-se que no sistema LEG a ordem de grandeza encontrada foi de 10^{-4} a mesma encontrada no sistema SC, durante o ensaio (Tabela 2). A vegetação do tipo *Arachis pintoii* foi recentemente inserida na área experimental, o que pode ter interferido no resultado. No entanto, é possível sugerir que o solo ainda não sofreu mudanças significativas no que se refere às propriedades físicas nas quais interferem na permeabilidade saturada do solo.

Vale destacar que MADUREIRA (2006), encontrou maiores proporções de microporosidade que de macroporosidade, na profundidade de 10-15 cm deste sistema. De acordo com LIBARDI (2005), os macroporos (raio maior que 0,05 mm) são responsáveis pela aeração do solo e drenagem do excesso de água, enquanto os microporos (raio menor que 0,05 mm) respondem pela retenção de água.

Os resultados médios de porosidade total, macroporosidade, microporosidade encontrados na profundidade de 10 - 15 cm, do sistema LEG, foram, respectivamente de 35,21%, 15,08% e 19,56%. Observa-se a partir disso que o sistema LEG possui uma percentagem maior de microporos que de macroporos. Podendo explicar, portanto o resultado de permeabilidade encontrado neste sistema.

Os resultados de potenciais matriciais dos diferentes sistemas (SC, GR e LEG), demonstram que há uma variação média entre 0 e -4 kPa, entre os sistemas (Figura 4). O sistema GR, alcançou valores de kPa, mínimos e máximos, variando entre -26,1 kPa encontrado no dia 10/04/07 e 5,7 kPa em 05/09/07, respectivamente. A menor variação entre valores mínimos e máximos de kPa foi observado no sistema SC, onde o mínimo encontrado foi de -13,3 kPa em 17/01/07 e máximo de 2,8 kPa, o que indica uma constante retenção de umidade nesse sistema. No sistema LEG, na maior parte do período de análise, os potenciais ficaram próximos a 2 kPa. As maiores variações de potenciais matriciais foram encontradas entre os dias 17/07/07 de 4,2 kPa e -19 kPa em 16/05/07.

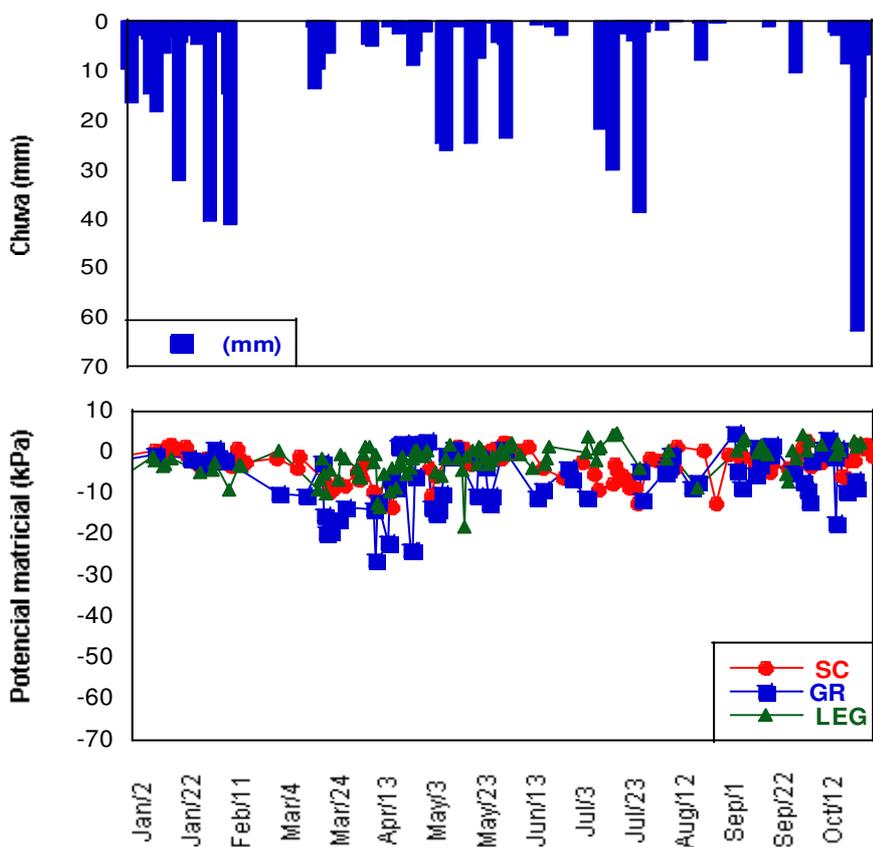


Figura 4. Variação mensal da precipitação de janeiro/2007 a dezembro/2007. Variação média diária do potencial matricial da água nos sistemas SC, GR e LEG.

Em relação às médias dos potenciais matriciais por profundidade é possível observar que a parcela SC, sempre obteve potenciais mais altos

em relação aos outros sistemas, em todas as profundidades (Figura 5). Os resultados de potenciais matriciais por profundidade demonstram que há na profundidade de 15 cm uma constante retenção de umidade atribuída, provavelmente, a ausência de vegetação nesse sistema (Figura 5). As máximas de 0,5 kPa (14/01/07) em 15 cm, 0,7 kPa (14/01/07) em 30 cm e 3,3 kPa (15/01/07) em 80 cm são justificadas pelo total pluviométrico registrados nesses dois dias de 20,2mm. Os potenciais mínimos de -9,7 kPa (27/08/07) em 15cm, -21,0 kPa (27/08/07) em 30 cm e -18,0 kPa (04/08/07) em 80 cm ocorreram devido a baixa pluviosidade registrada no mês de agosto (11,2 mm).

Nos sistemas com cobertura vegetal GR e LEG observa-se uma perda de umidade mais acentuada em relação ao sistema SC. A cobertura vegetal e a malha intensa de raízes nesses sistemas podem ter influenciado nesse resultado. Os potenciais máximos registrados no sistema GR nos dias 30/04/07, 01/05/07 e 09/05/07 tiveram potenciais de 2,5 kPa na profundidade de 30 cm, 7,8 kPa em 80cm e 1,0 kPa em 15cm, respectivamente. Os mais baixos, registrados no período seco, foram de -36,0 kPa (09//06/07) na profundidade de 15cm, -37,2 kPa (29/07/07) em 80 cm e -15,2 kPa em 30 cm (06/08/07). No sistema LEG, a profundidade 15cm teve as maiores perdas de umidade, conseqüentemente também foram encontrados os potenciais mais baixos, -38,1 kPa (29/06/07) e -36,0 kPa (26/09/07). Nas outras profundidades, 30 e 80cm, os potenciais foram maiores, variando entre 3,8 kPa em 30/04/07 e 8,4 kPa em 05/09/07, respectivamente.

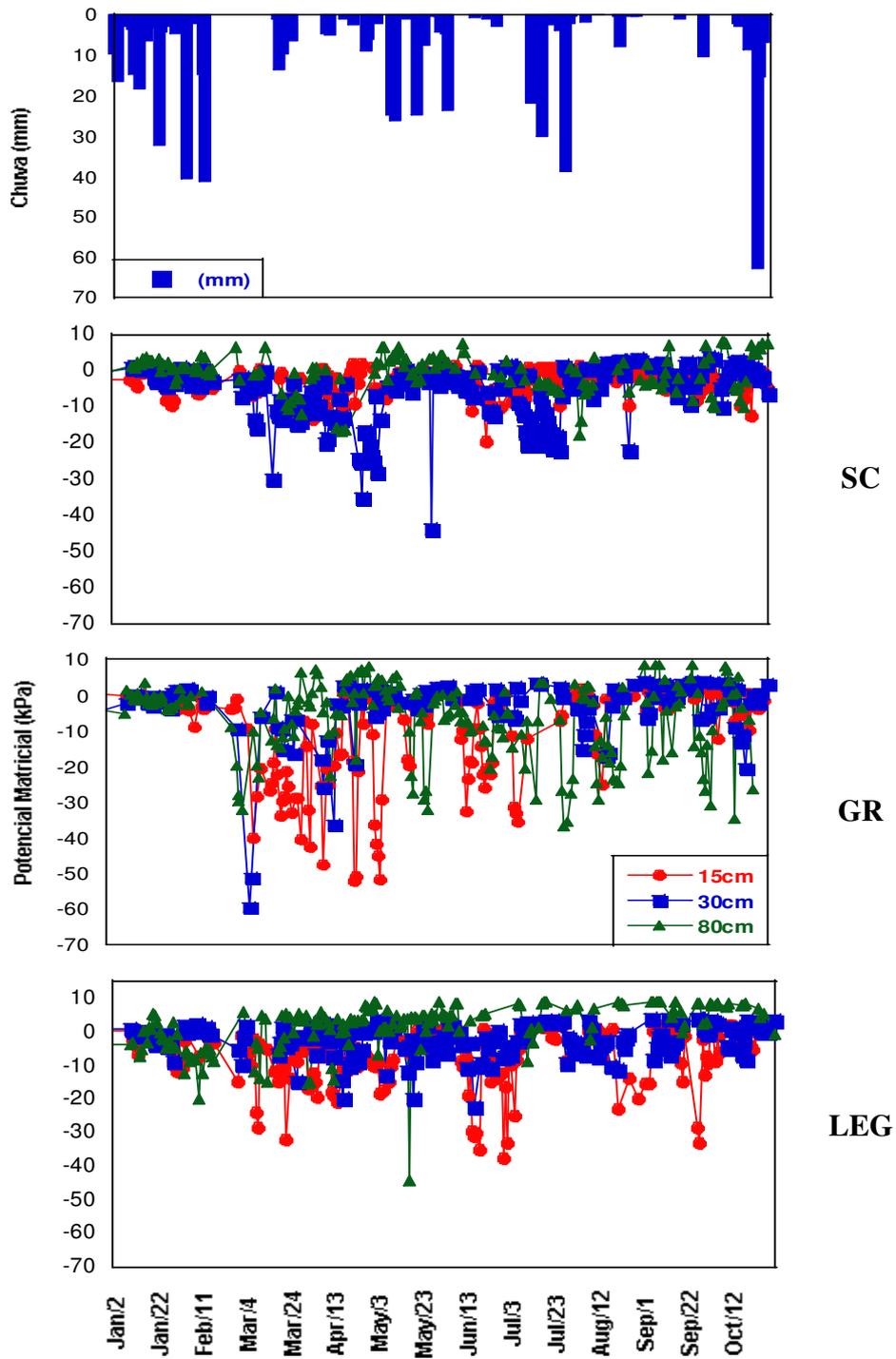


Figura 5. Variação mensal da precipitação de janeiro/2007 a dezembro/2007. Variação média diária do potencial matricial da água nos sistemas SC, GR e LEG, profundidades de 15, 30 e 80 cm.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos demonstram que a parcela SC apresenta potenciais matriciais maiores em detrimento dos outros sistemas (GR e LEG) corroborando com trabalhos anteriores (Madureira, 2006 e Morais, 2007), nos quais foram verificadas as maiores perdas, tanto de solo quanto de água, no sistema SC. Pode-se comprovar também que dois anos foram suficientes para que a parcela SC tivesse 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. Outra análise relevante é que o tempo de dois anos não foi suficiente para alterar a condutividade hidráulica da área de LEG. O sistema LEG apresenta uma percentagem maior de microporos do que de macroporos. Outros fatores devem estar interferindo no fluxo desta área, pois os potenciais matriciais demonstram que a LEG apresenta uma drenagem mais acentuada do que a SC.

Dessa maneira, os trabalhos na Estação Experimental do DGEO/FFP/UERJ vêm permitindo uma avaliação do comportamento hidrológico do solo em diferentes sistemas de uso. Os dados obtidos até o presente confirmam que o tipo de vegetação em áreas com a mesma declividade e o mesmo tipo de solo pode contribuir para uma maior movimentação da umidade na matriz do solo.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Ciência do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ - pelo apoio financeiro e concessão de bolsas de Iniciação Científica e à Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ pela concessão de bolsas e apoio institucional.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, E. F. S; **Avaliação dos processos hidrológicos e erosivos da Estação Experimental do Departamento de Geografia da**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro / FFP – Rio de Janeiro. (Monografia) São Gonçalo: Departamento de Geografia da UERJ/FFP, 74 p.,2004.

BERTONI, J. e LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** 4ª ed. São Paulo: Ícone, 1999. 355 p.

BRADY, N. C. **Natureza e Propriedades dos Solos** / trad. Antônio B. Neiva Figueiredo, 7ª ed. , Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989.

CARPENEDO, V. e MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, vol. 14, p. 99-105, 1990, CD-ROM.

COELHO NETTO, A. L; Hidrologia das encostas na interface com a Geomorfologia. In: **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** Bertrand Brasil, 4ª ed., Rio de Janeiro, p. 93-148, 1995.

EDWARDS, W. M.; NORTON, L. D.; REDMOND, C. E. Characterizing macropores that affect infiltration into nontilled soil. **Soil science society of america journal**, v.52, p. 483-487. 1988.

EMBRAPA; **Manual de Métodos de Análise de Solo.** Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, 2ª ed., 212p, 1997.

FERREIRA, A. S.; **Comportamento Hidrológico dos Solos Associada à Erosão. Estação Experimental do Departamento de Geografia da UERJ/FFP.** (Monografia) São Gonçalo: Departamento de Geografia da UERJ/FFP RJ, 84 p. 2004.

GRENWAY, D. R. Vegetation and slope stability. In: ANDERSON, M. G. AND RICHARDS, K. S. (Eds). **Slope Stability.** New York: John Wiley & Sons, 1987. p. 187-230

GUERRA, A.J.T.; Processos erosivos nas encostas. In: Guerra, A.J.T. & Baptista, S. (Org), **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** Bertrand Brasil, 4ª ed., Rio de Janeiro, p.149-195, 2001.

LELES, C.M.D. **Caracterização das propriedades físicas dos solos da Estação Experimental do Departamento de Geografia – FFP.**

(Monografia) São Gonçalo: Departamento de Geografia da UERJ/FFP, 63 p., 2003.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2005. 497p.

MADUREIRA, N.A. **Alterações na dinâmica hidrológica e erosiva do solo em parcelas de erosão com diferentes usos – Estação Experimental do DGEO/UERJ/FFP**. (Monografia) São Gonçalo: Departamento de Geografia da UERJ/FFP, 90p., 2006.

MORAIS, N.B. **Relação entre as coberturas vegetais, *Braquiaria Decumbes Staf* e *Arachis Pintoii*, e os fluxos hídricos em um Cambissolo: Estação Experimental do DGEO/UERJ/FFP**. (Monografia) São Gonçalo: Departamento de Geografia da UERJ/FFP, 93 p., 2007.

MORGAN, R. P. C. Soil erosion and conservation in Britain. In: MORGAN, R. P. C. (Ed.). **Soil erosion and its control**. New York: Van Nostrand Reinhold Company Inc, 1986, p. 160-184.

OLIVEIRA, L. B. e PAULA, J. L. **Determinação da umidade a 1/10 de atmosfera na terra fina pela "Mesa de Tensão"**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1983. 9p. (EMBRAPA-SNLCS, Boletim de Pesquisa nº 22).

PALADINI, F.L.S. e MIELNICZUK, J. Distribuição de tamanhos de agregados de um solo Podzólico Vermelho-escuro afetado por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, vol.15, p 135-140,1991, CD-ROM.

SHIPITALO, M. J. and PROTZ, R. Comparison of morphology and porosity of a soil under conventional and zero tillage. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 67, n. 3, p. 445-456, 1987.

SILVA, I.F. e MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, vol.21, p. 313-319, 1997, CD-ROM.

SOUZA, J.M.P.F. **Perdas por erosão e características físico-hídricas de Latossolo em função do preparo do solo em oleráceas no ambiente de mar de morros, Paty do Alferes (RJ).** 2002. 92 p
Dissertação – Mestrado em Agronomia (Ciência do Solo). Instituto de Agronomia. UFRRJ, Seropédica.

VALENTIM, L.F.; CARNEIRO, J.C. **Amendoim Forrageiro cv. Belmonte: Leguminosa Para a Diversificação das Pastagens e Conservação do Solo no Acre.** Circular Técnica, nº43, Embrapa, Rio Branco, AC, p. 18,