

ANÁLISE DO POTENCIAL MATRICIAL RELACIONADA À RECUPERAÇÃO DE PROCESSOS EROSIVOS COM TÉCNICAS DE BIOENGENHARIA, UBERLÂNDIA – MG.

BEZERRA, J. F. R.¹

¹Pós-Graduando/UFU, fernangeo@yahoo.com.br

GUERRA, A. J. T.²

²DEGEO, LAGES/UFRJ, antoniotguerra@gmail.com

RODRIGUES, S. C.³

³DEGEO, LAGES/UFU (Orientador), silgel@ufu.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar o comportamento da água no solo a partir dos dados de tensiometria em duas diferentes parcelas uma com solo exposto (SE) e outra com geotêxteis e gramíneas (SG), correlacionando as informações geradas no estudo sobre a eficiência da biomanta na manutenção da umidade no solo, que é essencial no desenvolvimento dos vegetais e no controle e recuperação de processos erosivos. O referencial teórico abordado na realização do trabalho está relacionado ao potencial matricial (REICHARDT, 1985, MADUREIRA, 2003 e LEÃO, 2003) e as geotêxteis (FULLEN, 2002 e LEKHA, 2004). Os tensiômetros foram instalados nas parcelas SE e SG em diferentes profundidades (15, 30, 80 e 120 cm), e suas respectivas leituras foram realizadas com o auxílio de um tensímetro digital INFIELD 5. Os dados de potencial matricial podem demonstrar a partir das diferenças de pressões, o comportamento da água no interior do solo. Os valores médios de potenciais matriciais nas profundidades de 15, 30, 80 e 120 cm, durante o monitoramento demonstraram uma grande diferença entre as parcelas SE e SG. Na parcela SE, os valores médios registrados indicam a saturação da água no solo quando comparada ao sistema SG, atingindo -10,1 kPa (15 cm), -7,6 kPa (30 cm) -6,8 kPa (80 cm) e -19,1 kPa (120 cm). Os dados na parcela com solo exposto (SE) refletem a compactação das camadas mais superficiais, que impede uma maior infiltração da água no solo acelerando a formação do escoamento superficial, como também elevadas taxas de evaporação, devido à ausência de cobertura vegetal. Na parcela SG, os valores médios chegaram a -14,1 kPa (15 cm), -15,6 kPa (30 cm) -10,3 kPa (80 cm) e -19,4 kPa (120 cm). Esses resultados comprovam uma melhoria das condições da circulação da água no perfil, devido diretamente a uma maior permeabilidade e sucção proporcionadas pelos sistemas radiculares das gramíneas e indiretamente as geotêxteis, que protegem as sementes e o solo contra o efeito splash e ação eólica, além da manutenção da umidade superficial indispensável à germinação e crescimento dos vegetais.

Palavras-chave: Potencial matricial, recuperação e erosão.

INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre a dinâmica superficial e subsuperficial da água no solo constitui uma importante ferramenta no processo de identificação, análise e recuperação de áreas degradadas por erosão. A dinâmica interna da água no solo revela uma relação de diversos fatores que controlam o componente hídrico, como o clima, propriedades física do solo, tensão, sistema radicular da vegetação, macro e micro fauna e uso do solo.

Para obtenção desses dados de disponibilidade hídrica alguns aparelhos são utilizados, destacando-se os tensiômetros, que são instrumentos que medem a tensão com que a água é retida no solo em seus espaços porosos de diferentes diâmetros (macro e microporos), devido a capilaridade que é um fenômeno físico responsável pela descida e subida do nível de água no solo, através dos condutos capilares, gerando uma pressão

negativa na interface água e as partículas sólidas do solo, denominada de potencial matricial.

A manutenção da umidade no perfil do solo degradado por processos erosivos requer o desenvolvimento de projetos de recuperação que garantam a infiltração, redistribuição da água no solo e diminuição do escoamento superficial. Tais soluções podem ser encontradas dentro das diversas aplicações da bioengenharia, principalmente em regiões com grande disponibilidade de recursos naturais como nos trópicos.

Propõem-se como objetivo deste trabalho uma análise sobre o comportamento da água no solo a partir dos dados de tensiometria em duas diferentes parcelas uma com solo exposto (SE) e outra com geotêxteis e gramíneas (SG), correlacionando as informações geradas no estudo sobre a eficiência da biomanta na manutenção da umidade no solo, que é essencial no desenvolvimento dos vegetais e no controle e recuperação de processos erosivos.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se no município de Uberlândia – MG, mais precisamente na Fazenda Experimental do Glória localizada nas seguintes coordenadas UTM: 7902595 N e 794065 E (Figura 01). A área está situada no Domínio dos Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná, caracterizando-se por apresentar relevo tabular, levemente ondulado, com altitude inferior a 940 m. Os solos são ácidos e pouco férteis, tipo Latossolo Vermelho, com textura argilo-arenoso. Na área de estudo, a formação geológica predominante é a Formação Marília, de idade Cretácea, caracterizando-se por ser um pacote superior do Grupo Bauru formada pela cimentação carbonática e por espessas camadas de arenitos imaturos e conglomerados. O clima do município é caracterizado por épocas sazonais bem definidas com concentração das chuvas no verão (novembro à março), e seca no inverno (maio à setembro), sendo controladas pelas massas de ar continental e Atlântica (CARRIJO E BACCARO, 2000).

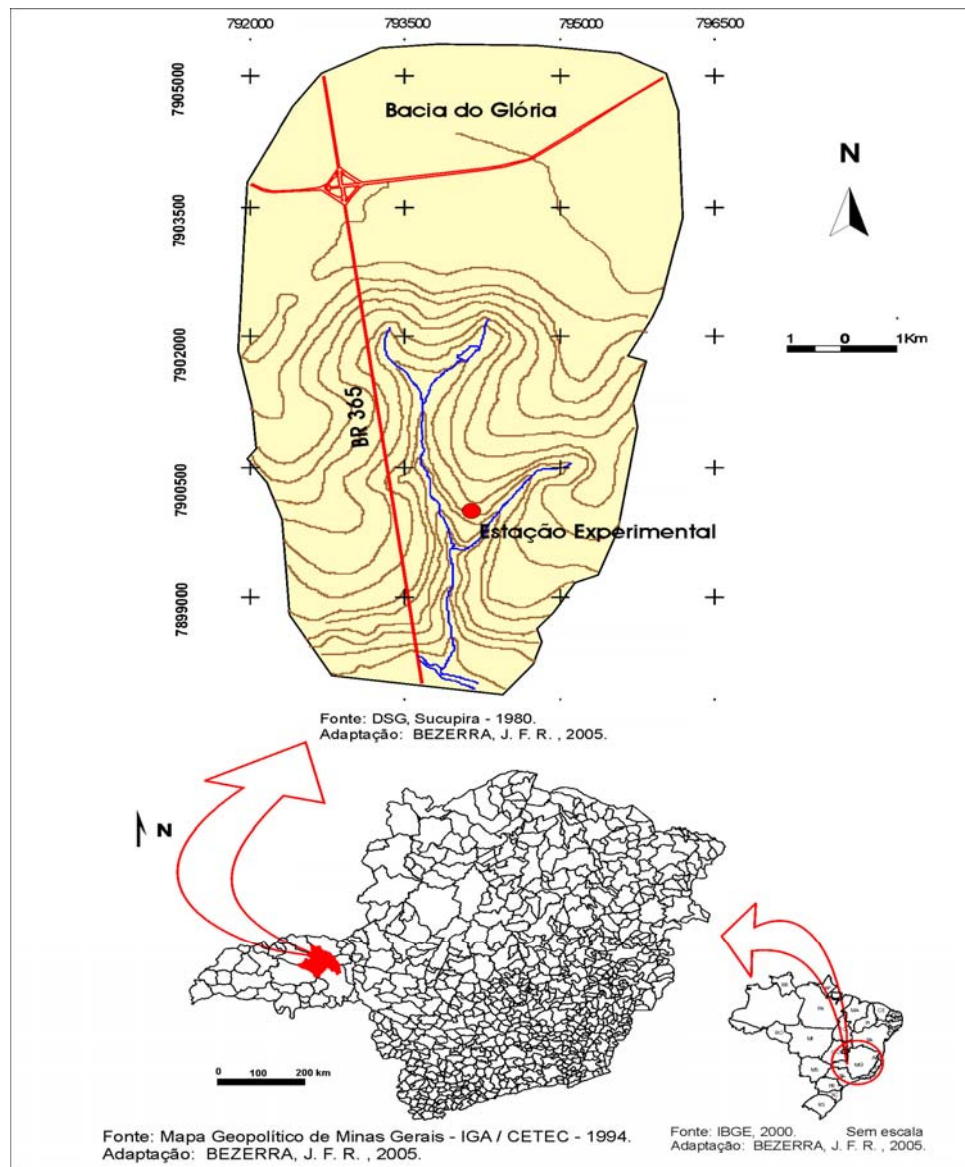


Figura 01 – Mapa de localização da área de estudo

MATERIAIS E MÉTODOS

Estação experimental

A estação experimental foi construída na Fazenda do Glória, possuindo duas parcelas com 10 m² cada, uma com solo exposto (SE) e outra com geotêxteis e gramíneas (SG), com 12° de declividade (Figura 02). A área da estação apresenta um regolito homogêneo e compactado. Neste trabalho, foram utilizadas 40 geotêxteis (50 cm²) confeccionadas artesanalmente a partir da fibra do buriti. (Figura 03). Na parte inferior das

parcelas foram colocados dois galões com 100 l de capacidade para a análise da perda de sedimentos e do escoamento superficial.

Foram utilizados 5 kg de NPK (fertilizante mineral) e 20 kg de calcário para a correção do pH (SG), com o objetivo de garantir a germinação das sementes, sendo 1 kg de capim-braquiarião (*Brachiaria brizantha*) e 50g de sementes de mucuna preta (*Mucuna aterrina*). A taxa de crescimento da cobertura vegetal foi acompanhada a partir de fotografias horizontais do mesmo ponto numa área de 1 m² no sistema SG, com auxílio de uma máquina digital 4.0, marca OLYMPUS, e depois processadas no software ENVI 4.0, através da classificação supervisionada Maximum Likelihood.

Potencial Matricial

Segundo Reichardt (1985, p. 115), o potencial matricial é o resultado de forças capilares e de adsorção que surgem devido à interação entre a água e as partículas sólidas, isto é, a matriz do solo. Essas forças atraem e fixam a água no solo, diminuindo sua energia potencial com relação à água livre. São fenômenos capilares que resultam da tensão superficial da água e de seu ângulo de contato com as partículas sólidas.

Os tensiômetros se baseiam na formação de um equilíbrio entre a solução do solo e a água contida no interior do aparelho, através de uma cápsula porosa que entra em contato com o solo. Caso a água do solo esteja sob tensão, ela exerce uma sucção sobre o instrumento, retirando água deste, fazendo com que a pressão interna diminua. Como o instrumento é vedado, ocorre à formação do vácuo e a leitura no tensímetro fornece o potencial matricial da água no solo (COELHO & TEIXEIRA, 2004).

Os tensiômetros foram instalados nas parcelas SE e SG em diferentes profundidades (15, 30, 80 e 120 cm), e suas respectivas leituras foram realizadas com o auxílio de um tensímetro digital INFIELD 5. Os dados de potencial matricial podem demonstrar a partir das diferenças de pressões, o comportamento da água no interior do solo.

Com o potencial matricial pode-se também determinar o grau de saturação da água no solo. Quanto maior a saturação, menor será a capacidade da água em se infiltrar e mais rápida será a geração do escoamento superficial. De acordo com GUERRA & GUERRA (1997, p. 243), o escoamento superficial ocorre quando o solo se torna saturado, e sua capacidade de infiltração na superfície do solo é excedida e não consegue mais absorver água. Em solos desprovidos de cobertura vegetal, a formação do escoamento superficial ocasiona a produção de sedimentos, dando início a processos erosivos, tais como sulcos,

ravinas e voçorocas. Os mesmos autores (1997, p. 243) a produção de sedimentos resulta da erosão de material e o conseqüente transporte desse material, que vem a ser depositado em uma área mais deprimida, em relação á área fonte.

Laboratório

Para determinação do peso dos sedimentos transportados nas parcelas SE e SG, utilizou-se o método da filtragem, sendo coletado 2 l a partir da homogeneização da solução nos galões. Posteriormente foi determinado o peso das partículas sólidas retidas no filtro, com auxílio de uma balança de precisão. A análise granulométrica dos sedimentos foi baseada na proposta da EMBRAPA (1979). Os sedimentos coletados foram peneirados manualmente na peneira de 2 mm para separação das frações entre seixos e areia grossa a argila.. Posteriormente utilizou-se 15 ml de hidróxido de sódio (NaOH) para desagregação das partículas sólidas. A determinação da fração silte e argila foi baseada no método de pipetagem,. O tempo e a altura de pipetagem são determinados pela lei de Stokes com base na temperatura da água e na queda de partículas de diâmetros de 0,062, 0,031, 0,016, 0,008, 0,004 e 0,002 mm. As amostras foram levadas para a estufa a 110°C, durante 6 h.



Figura 02 – Biotêxtil confeccionada com fibra de buriti Autoria: BEZERRA, J.F.R, 05.07.05

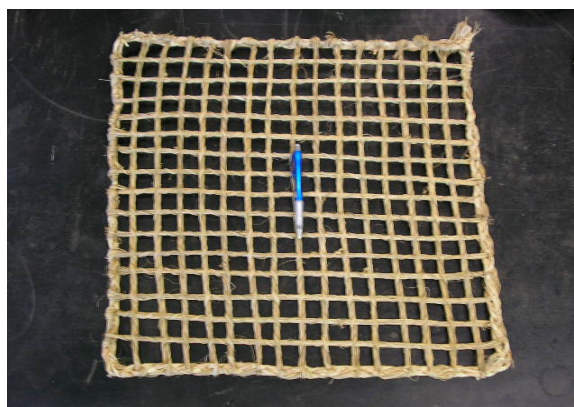


Figura 03 – Estação experimental com solo exposto (SE) e solo com geotêxteis (SG) Autoria: BEZERRA, J.F.R, 18.11.05

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados de potenciais matriciais nas profundidades de 15, 30, 80 e 120 cm, durante o monitoramento demonstraram uma grande diferença entre as parcelas SE e SG. Na parcela SE, os dados registrados no dia 08 de março de 2006, com 77 mm de chuvas indicam a saturação da água no solo, atingindo o valor de 0,6 kPa. Por outro lado, no dia 24 de janeiro, após duas semanas de estiagem, com 1 mm de índice pluviométrico registrado no dia do monitoramento, a carga de pressão chegou a -27,7 kPa (gráfico 01).

Essa variação foi encontrada no tensiômetro de 15 cm e refletem a compactação das camadas mais superficiais, que impede uma maior infiltração da água no solo, como também elevadas taxas de evaporação, devido à ausência de cobertura vegetal.

Na parcela SE, a poro pressão a 30 cm variou entre 0,2 kPa (37 mm, dia 13.12.05) e -14,8 kPa (estiagem, dia 18.01.06), enquanto a 80 cm o potencial variou entre 0,2 kPa (122 mm, dia 01.12.05) e 16,4 kPa (estiagem, dia 18.01.06). A carga de pressão a 120 cm de profundidade variou entre -6,4 kPa (4 mm, dia 30.12.05) a -25,2 kPa (39 mm, dia 02.02.06). A resposta deste sistema (120 cm) pode ser tardia quando comparado aos dados dos tensiômetros mais superficiais, que sofrem uma maior influência das chuvas, infiltração, malha das raízes e evaporação. Os resultados de poro-pressão na parcela SE, demonstram as características de um solo com rápida saturação e acelerada formação do escoamento superficial (Gráfico 01).

No sistema SG, os dados comprovam uma melhoria das condições de circulação da água no solo em todas as profundidades (exceto a 120 cm), devido diretamente ao crescimento da cobertura vegetal e seu sistema radicular e indiretamente as geotêxteis, que protegem as sementes e o solo contra o efeito splash (selagem) e ação eólica, além da manutenção da umidade superficial indispensável à germinação e crescimento dos vegetais.

Os potenciais matriciais a 15 cm variaram entre -0,11 kPa no dia 11 de dezembro de 2005 com 31 mm de chuva (cobertura vegetal incipiente) e -67,1 kPa em 26 de janeiro de 2006 após duas semanas de estiagem (gráficos 01). Nesse ponto, percebe-se a forte influência das raízes da braquiaria, através da forte sucção propiciadas pelas raízes das mesmas. Tendo em vista todas as profundidades dos tensiômetros no experimento, é na profundidade de 15 cm que a influência das geotêxteis sobre a dinâmica interna da água deveria ser percebida, o que não ocorre, mantendo-se os dados praticamente próximos à saturação no período entre a aplicação da biomanta e do crescimento das gramíneas, ficando seu papel a nível secundário.

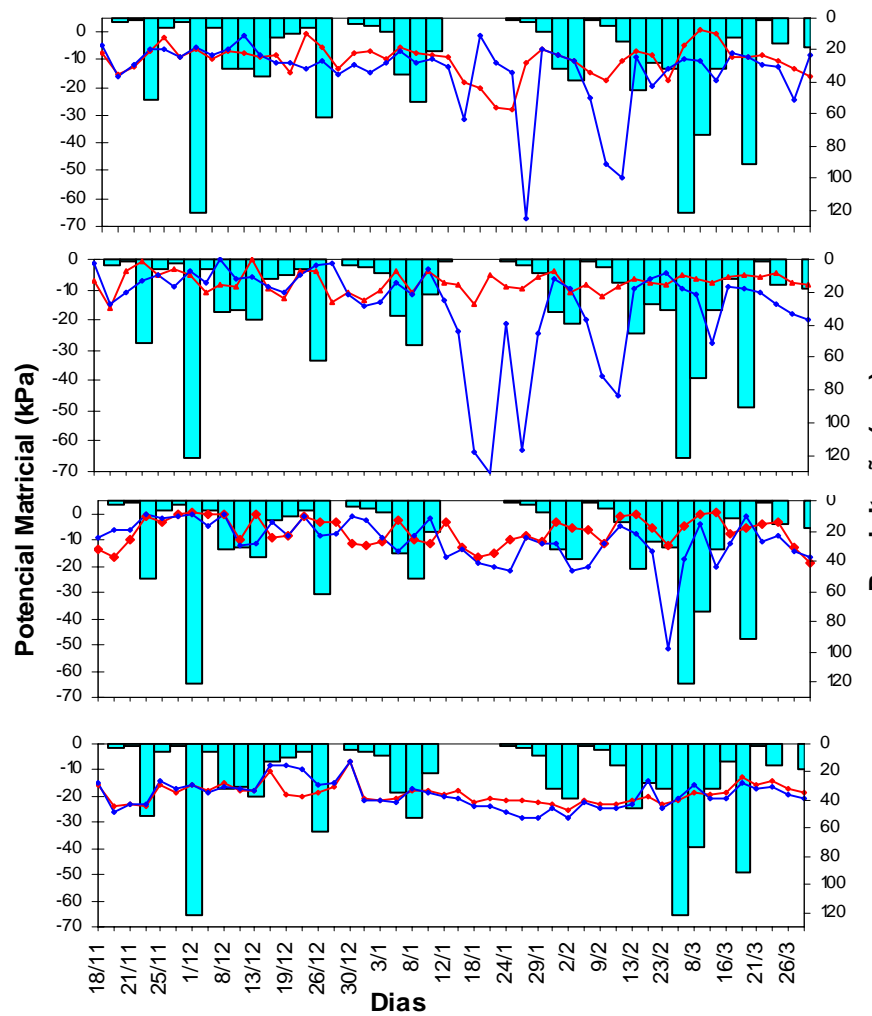
A maior amplitude do potencial matricial foi encontrada na profundidade de 30 cm, variando entre -0,3 kPa no dia 08 de dezembro de 2005 com 32 mm de chuva (incipiente cobertura vegetal) e -70,9 kPa no dia 20 de janeiro de 2006 após 1,5 semana de estiagem (gráfico 01). Esse baixo potencial matricial (-70,9 kPa), ocorreu devido as melhores condições de circulação da água no solo, através de uma maior permeabilidade e sucção proporcionadas pelos sistemas radiculares das gramíneas que influenciaram diretamente o comportamento do fluxo da água no perfil do solo.

Os resultados indicam também de forma indireta o crescimento das raízes e sua influência sobre os resultados. Essa “marcha” das raízes, pode ser comprovada no tensiômetro de 80 cm (gráficos 02), aonde a menor pressão negativa chegou a -51,2 kPa no dia 23 de fevereiro de 2006 (31 mm), um mês depois que os tensiômetros de 15 e 30 cm registraram esses valores. Os dados sobre o crescimento da cobertura vegetal demonstraram uma forte relação entre área de ocupação da gramínea (maior quantidade de raízes) e o potencial matricial. As gramíneas começaram a interferir nos resultados de poro pressão, quando atingiram 60% de ocupação da área amostral na parcela SG, principalmente nas profundidades de 15 e 30 cm (Gráfico 02).

A elevada amplitude dos valores de carga de pressão no sistema SG ocorreu devido à expansão do sistema radicular das baquearias, ocasionando um maior consumo de água. Os potenciais matriciais a 120 cm de profundidade não apresentaram valores significativos quando comparados aos outros tensiômetros, variando entre -6,7 kPa (4 mm, dia 30.12.05) e -28,1 kPa (39 mm, dia 02.02.06), tendo pequena diferenciação de amplitude em relação aos dados de 120 cm na parcela SE (gráficos 01).

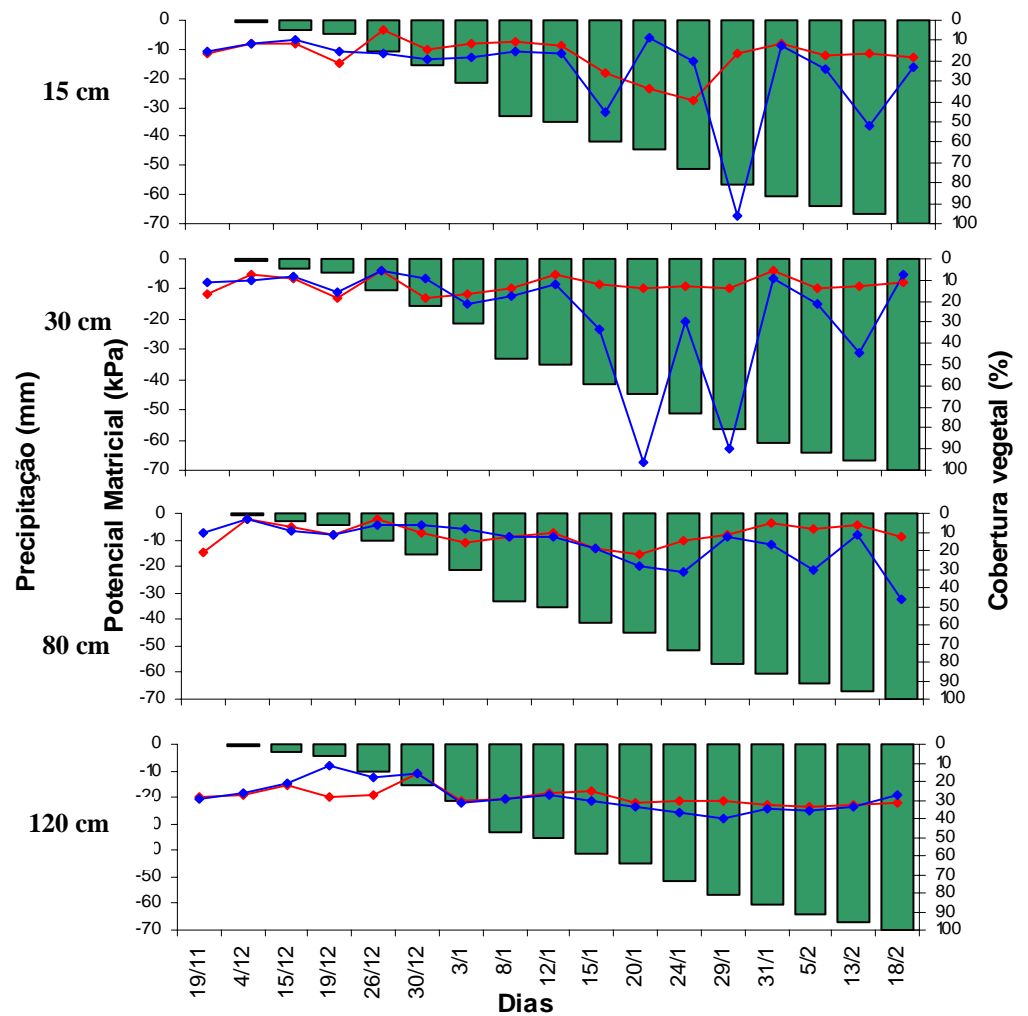
Os dados de potencial matricial estão indiretamente ligados à geração do escoamento superficial e na produção de sedimentos, através da determinação dos pontos de saturação e melhor circulação de água nos sistemas SE e SG. Na parcela SE, os valores médios de carga de pressão estão mais próximos à saturação que a SG, atingindo -10,1 kPa (15 cm), -7,6 kPa (30 cm) -6,8 kPa (80 cm) e -19,1 kPa (120 cm). Na parcela SG, os valores médio chegaram a -14,1 kPa (15 cm), -15,6 kPa (30 cm) -10,3 kPa (80 cm) e -19,4 kPa (120 cm), refletindo uma melhoria na circulação da água no solo perfil (Gráfico 03).

Durante o monitoramento, foram registrados 1.087 mm de chuvas gerando um escoamento superficial de 2.991,6 l no solo exposto, enquanto no sistema SG, o fluxo superficial chegou a 1.289,2 l (Figura 04). No tocante aos processos erosivos, os resultados apontaram uma diferença significativa na contenção de sedimentos na parcela SG atingindo 13.176 kg/10m², enquanto no SE chegou a 197.256 kg/10m² (Figura 05).



Precipitação Solo exposto Solo geotexteis e gramíneas

Gráfico 01 – Potencial matricial nas profundidades de 15 cm nos sistemas SE e SG



Vegetação Solo exposto Solo geotexteis e gramíneas

Gráfico 02 – Relação do potencial matricial (15, 30, 80 e 120 cm) e respectiva cobertura do solo superficial pelo crescimento da vegetação de gramínea.

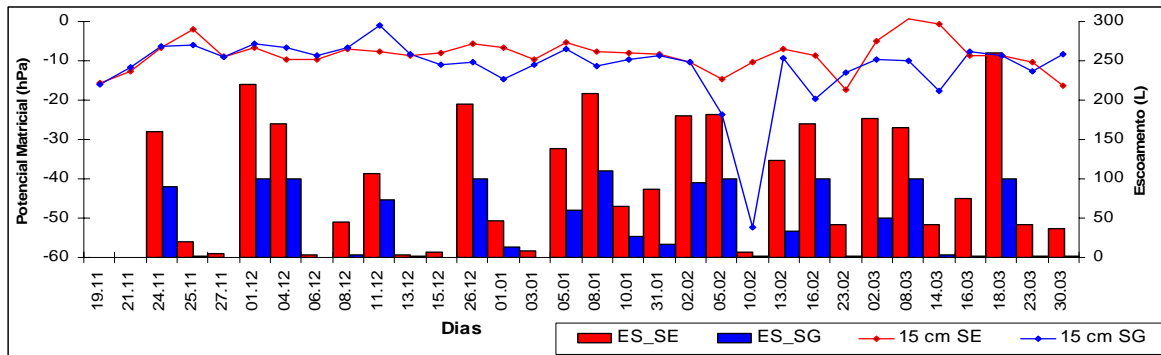


Gráfico 03 – Relação entre potencial matricial e escoamento superficial (SG -15 cm)



Figura 04 – Diferença na geração do escoamento nas parcelas solo exposto e solo com geotêxteis sem a presença de vegetação. Autoria: BEZERRA, J.F.R, 25.11.05



Figura 05 – Diferença na produção de sedimentos nas parcelas com solo exposto e solo com geotêxteis sem a vegetação. Autoria: BEZERRA, J.F.R, 24.11.2005

Para a determinação dos movimentos dos fluxos no perfil, os valores de pressão foram transformados de KPa (Kilopascal) para atm (Atmosfera) para um melhor entendimento e enquadramento teórico sobre o mapeamento do fluxo da água no solo (REICHARDT, 1985, p. 141). A diferença de poro-pressão nos pontos depende de uma série de fatores, dentre eles a presença de micro e macroporos no solo, a evaporação e absorção de água nas zonas onde estão as raízes das plantas. A soma desses fatores gera diferenças no potencial matricial ocasionando a movimentação hídrica no perfil, dos pontos de maior pressão negativa (elevada umidade) para zonas de menor pressão negativa (baixa umidade). Dessa forma, no dia 11 de dezembro de 2005 foi constatado o predomínio de movimentos descendentes, com ausência de cobertura vegetal, por outro lado no dia 10 de fevereiro de 2006 houve a circulação da água em fluxos ascendentes e descendentes, devido

principalmente à atuação do sistema radicular das gramíneas e evaporação (Gráfico 04 e

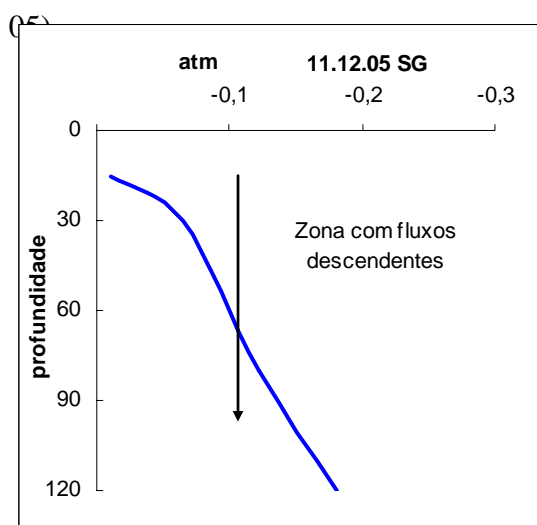


Gráfico 04 – Movimentação da água no perfil do sistema solo com geotêxteis e sem a presença da vegetação (11.12.05).

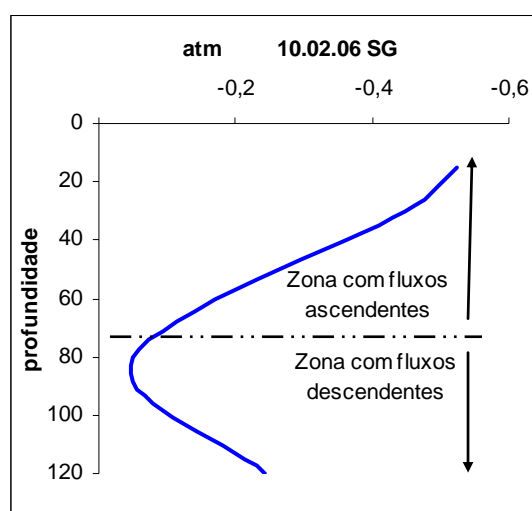


Gráfico 05 – Movimentação da água no perfil do sistema solo com geotêxteis e gramíneas (11.12.05).

CONCLUSÕES

As análises sobre os potenciais matriciais comprovaram a eficiência da técnica com um todo (geotêxteis + gramíneas), a partir dos dados que comprovaram uma melhor circulação da água no sistema SG, essencial para o desenvolvimento da atividade biológica, e uma maior saturação na parcela SE, que culminou no aparecimento de processos erosivos em seus estágios iniciais, como sulcos e ravinas.

Os resultados sobre a taxa de crescimento da cobertura vegetal na parcela SG, comprovaram a importância das gramíneas na proteção do solo, garantindo a interceptação das chuvas, infiltração e a diminuição do escoamento superficial. As raízes desempenharam uma importante função nesse sistema, proporcionando uma maior permeabilidade e sucção da água no solo. A metodologia utilizada na pesquisa foi considerada satisfatória para a determinação das relações existentes entre recuperação de processos erosivos com técnicas da bioengenharia e dinâmica da água no solo.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Geomorfologia e Erosão dos Solos – LAGES, Universidade Federal de Uberlândia - MG.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG.

This research forms part of the BORASSUS Project 'The environmental and socio-economic contributions of palm-leaf geotextiles to sustainable development and soil conservation' (INCO-CT-2005-510745), funded by the European Commission (EC),

Specific Targeted Research Projects (FP6 - STREPs) for Developing Countries (INCO-DEV) Programme.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Práticas Sedimentológicas. Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas. Brasília, DF – 2000

BRADY, N. O. Natureza e propriedades dos solos. Ed. Freitas Bastos, Rio de Janeiro, 1976.

CARRIJO, B. R., BACCARO, C. A. D. Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia (MG). In: *Caminhos de Geografia* 1(2)70-83, dez/2000.

COELHO, S. L. & TEIXEIRA A. dos S. Avaliação do tensiômetro eletrônico no monitoramento do potencial matricial de água no solo. In: *Engenharia. Agrícola*, Jaboticabal, v.24, n.3, p.536-545, set./dez. 2004

EMBRAPA. Manual de Métodos e Análises Solo. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS (1979).

FULLEN, M. A. GUERRA, et al. The potencial of palm (Borassus) mat geotextiles as a soil conservation technique. In: IV Simpósio Nacional de Geomorfologia. São Luís, 2002.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 1999.

LEÃO, O. M. da R; LEAL, P. J.; PREZA, D.M. & COELHO NETO, A. L. Condicionantes geo-hidroecológicos de voçorocamentos em cabeceiras de drenagem, Bananal – SP. In: X Simpósio de Geografia Física Aplicada . Rio de Janeiro, 2003.

LEKHA, K. R. Field instrumentation and monitoring of soil erosion in coir geotextile stabilished slopes – a case study. In: *Geotextiles e geomembranes*. Vol. 22, Issue 5. 2004.

MADUREIRA, N. A. et al. Mensuração do potencial matricial da água em parcelas de erosão com e sem cobertura vegetal:DEGEO/UERJ/FFP – São Gonçalo (RJ).In: *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*. Rio de Janeiro, 2003.

REICHARDT, Klaus. Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera. Fundação Cargil, São Paulo, 1985.

TAUK, Sâmia Maria. Biodegradação de resíduos orgânicos no solo. *Revista Brasileira de Geociência* 20(1-4):299-301, março/dezembro de 1990.