

MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE GEOTÊXTEIS NA RECUPERAÇÃO DE UM SOLO DEGRADADO POR EROÇÃO, FAZENDA EXPERIMENTAL DO GLÓRIA, 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

Este trabalho tem como objetivo analisar através do monitoramento e avaliação, a eficiência de geotêxteis no controle e recuperação de processos erosivos a partir de uma estação experimental na Fazenda do Glória, Uberlândia – MG. O referencial teórico para realização desta pesquisa consta de uma abordagem relacionada aos parâmetros analisados durante a pesquisa, como avaliação de geotêxteis (LEKHA, 2004; FULLEN & GUERRA et. al, 2002), tensiometria e umidade (REICHARDT, 1985; LEÃO et. al, 2003), biodegradação (TAUK, 1990) e análise sedimentológica (SUGUIO, 2000). Os procedimentos metodológicos adotados na realização desta pesquisa foram: Levantamento e análise dos materiais bibliográfico e cartográfico; confecção artesanal de 40 geotêxteis (fibra de buriti); construção de duas parcelas com 10 m² cada, possuindo 12° de declividade; aplicação de sementes e insumos na parcela, tais como NPK e calcário; aplicação da tela vegetal; monitoramento dos índices pluviométricos; fotocomparação com o software ENVI 4.0; tensiometria (120, 80, 30 e 15 cm de profundidade) e medição da umidade superficial. No laboratório, foi analisada a pesagem dos sedimentos coletados (2l) nos galões, granulometria, quantidade de matéria orgânica e pH. A estação experimental possui duas parcelas, solo exposto e geotextil, na qual foram monitorados durante 6 meses os parâmetros já descritos, sempre comparando e correlacionando os dados obtidos. As geotêxteis garantiram a manutenção da umidade superficial, imprescindível para a germinação das sementes e comprovado no experimento a partir dos dados de umidade superficial que variaram no solo exposto entre 1,1 a 26,9%, enquanto na geotextil entre 3,5 a 34,1%. A maior umidade superficial nesta última, foi praticamente constante, desde a sua aplicação até o desenvolvimento da cobertura vegetal. Os dados de tensiometria demonstraram a importância do sistema radicular da vegetação para distribuição e manutenção da água no solo, sendo as menores poro-pressões encontradas nas profundidades de 15 e 30 cm na parcela com a geotextil, atingindo -67,1 kPa. No solo exposto, a poro-pressão foi constante, não ultrapassando -27,7 kPa (15 cm), o que demonstra de forma indireta um solo mais saturado, com rápida formação do fluxo superficial. 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. No tocante aos processos erosivos, os resultados apontaram uma diferença significativa na contenção de sedimentos na parcela com solo com geotêxteis e gramíneas atingindo 13,18 kg/10m², enquanto no solo exposto chegou a 197,26 kg/10m².

Palavras-chave: Geotêxtil, recuperação e erosão.

INTRODUÇÃO

O Conhecimento Geomorfológico associado à Engenharia, Pedologia, Bioengenharia e outras ciências afins, vêm contribuindo no controle e recuperação de processos erosivos. Esse conhecimento é obtido, na maioria das vezes, a partir do estudo acadêmico básico, através de levantamentos sistemáticos, principalmente com as estações experimentais que vêm se destacando nas últimas décadas sobre o entendimento do início e

desenvolvimento de processos erosivos e recentemente no estudo sobre controle e recuperação desses processos com diferentes técnicas, como por exemplo, a Bioengenharia.

A Bioengenharia é uma associação de técnicas de engenharia e biológica, baseando-se na utilização de materiais de flexíveis (geotêxtil) e rígidos (ferro, concreto, etc.). A geotêxtil é uma manta anti-erosiva colocada sobre o solo e confeccionada a partir de diversos materiais, principalmente feitas com folhas de palmáceas que tem como características a biodegradabilidade. As geotêxteis vêm contribuindo como uma técnica de conservação do solo desde 1950, utilizada principalmente nos projetos de engenharia civil. Recentemente, outros profissionais vêm utilizando essa técnica, com diversos tipos de materiais, como as fibras da palmeira do buriti.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência de geotêxteis confeccionadas com fibra do buriti na recuperação de áreas degradadas por erosão, a partir do monitoramento de uma estação experimental. Os parâmetros analisados para análise da eficiência da técnica foram: potencial matricial em diferentes profundidades, variação da umidade superficial, fotocomparação com o software ENVI 4.0, taxa de produção de sedimentos, escoamento superficial e biodegradação da geotêxtil.

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).

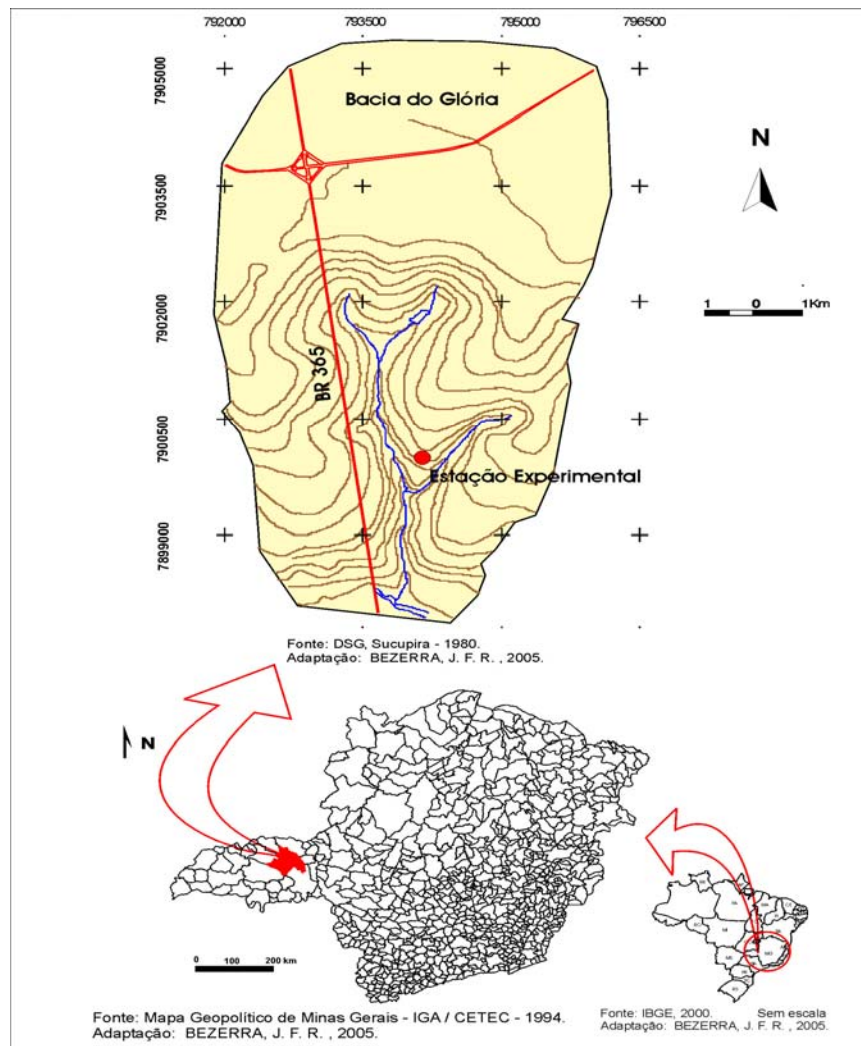


Figura 01 – Mapa de localização da área de estudo

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. Na parte inferior das parcelas foram colocados dois galões com 100 l de capacidade. Neste trabalho, foram utilizadas 40 geotêxteis (50 cm²) confeccionadas artesanalmente a partir da fibra do buriti. (Figura 03). Foram utilizados 5 kg de NPK (fertilizante mineral) e 20 kg de calcário para a correção do pH (SG) e 1 kg de capim-braquiarião (*Brachiaria brizantha*).



Figura 02 – Estação experimental com solo exposto (SE) e solo com geotêxteis (SG) Autoria: BEZERRA, J.F.R, 18.11.05



Figura 03 – Biotêxtil confeccionada com fibra de buriti Autoria: BEZERRA, J.F.R, 05.07.05

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.

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 (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. 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.

Umidade no solo

A determinação da umidade superficial em seis diferentes pontos longitudinais ao longo das duas parcelas foi realizada com o auxílio de um medidor de umidade de campo Marca Theta Probe, que possibilitou aquisição imediata dos dados de umidade, correlacionando o volume de água por volume de solo, após a penetração de uma sonda a 06 cm de profundidade nos pontos do experimento.

Fotocomparação

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 entre os dias 18.12.05 a 18.02.06, com auxílio de uma máquina digital 4.0, marca OLYMPUS. As 17 fotografias foram tratadas segundo as considerações de Azevedo, Leite e Baptista (2005), utilizando o software ENVI 4.0, através da classificação supervisionada Maximum Likelihood sendo os mesmos procedimentos utilizados para o processamento de imagens de satélites. As classes selecionadas para a classificação supervisionada das fotografias horizontais foram geotêxtil, solo exposto e vegetação.

Erosão Superficial

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.

3.6 Biodegradação

O processo de biodegradação foi acompanhado desde a aplicação da biomanta até o final do monitoramento, através do registro fotográfico, sempre catalogando os principais organismos responsáveis pela decomposição e incorporação de matéria orgânica no solo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Potencial Matricial

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 (Figura 04).

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 (Figura 05).

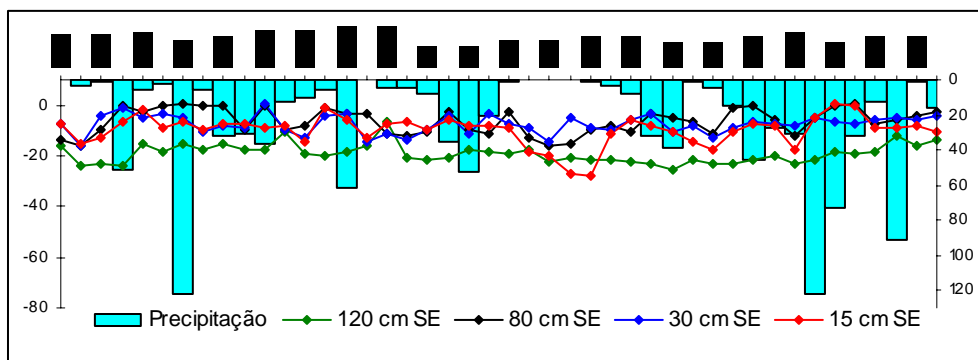


Figura 4 – Potenciais matriciais na parcela com solo exposto

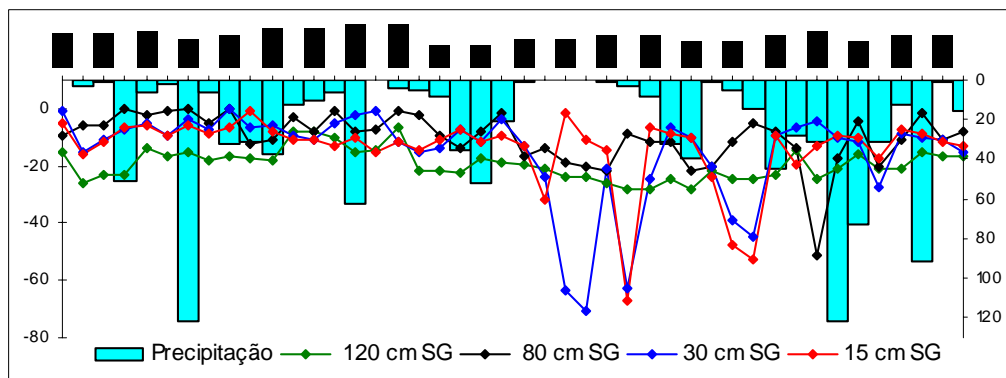


Figura 5 – Potenciais matriciais na parcela solo com geotêxteis e gramíneas

Umidade superficial

O comportamento da umidade, nas parcelas SE e SG, apresentou uma grande diferença entre os resultados, comprovando a eficiência das geotêxteis na manutenção da umidade superficial. Na parcela com solo exposto, os valores médios da umidade superficial variaram entre 3%, após duas semanas de estiagem e 21,8% com 32,0 mm de

chuva, indicando um solo superficialmente mais seco que a parcela SG (Gráfico 03). O solo desprovido de cobertura vegetal fica exposto diretamente aos raios solares, como também ao impacto das gotas de chuva, tendo como consequência a desestruturação e desagregação do solo, resultando em diversos processos erosivos nos mais diversos estágios, o que ocasiona também uma maior perda da umidade.

Durante o monitoramento na parcela com geotêxteis e gramíneas, a umidade superficial foi mais elevada que a parcela com solo exposto, tendo uma variação média entre 4,7% após 2 semanas de estiagem e 30,7% com 31,2 mm (Figura 6 As geotêxteis mantiveram a umidade superficial desde a sua aplicação até o crescimento das braquiarias, o que foi indispensável para a germinação das sementes, além de contribuir no fornecimento de matéria orgânica, melhorando as características físicas do solo degradado, como a permeabilidade, a porosidade e a retenção de água, além de ajudar a manter as partículas do solo coesas e agregadas. As geotêxteis “imitam” as propriedades da serrapilheira na conservação da umidade no solo, através da incorporação de matéria orgânica, redução da evaporação e insolação direta sobre a superfície, maior infiltração e diminuição do escoamento superficial, o que pode ser confirmado através dos resultados da pesquisa.

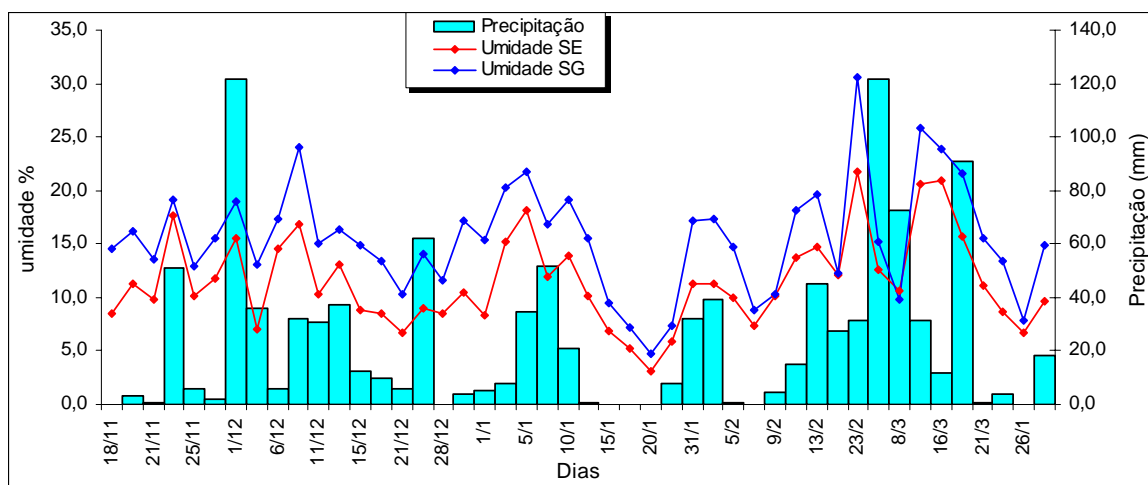


Figura 6 – Variação da umidade superficial nas parcelas com solo exposto e solo com geotêxteis e gramíneas.

Fotocomparação

O menor intervalo de crescimento da cobertura vegetal foi observado no início da germinação das sementes, atingindo uma taxa de ocupação de apenas 1,1% (04.12) da superfície, após duas semanas do plantio. Isso ocorreu devido às características das

gramíneas utilizadas, que leva esse período para germinar. A necessidade de um período de tempo para a incorporação do NPK e do calcário pode também ter influenciado o desenvolvimento. O maior intervalo de ocupação da cobertura vegetal foi observada entre os dias 03 e 08 de fevereiro de 2005, ocupando cerca de 30,7% da área e subindo para 47,1% em menos de uma semana. A grande disponibilidade de água foi o principal fator que influenciou o crescimento das gramíneas no período. As geotêxteis e o solo exposto no segmento foram se biodegradando e encobertas respectivamente, na medida em que as gramíneas foram crescendo (Figura 07 e Figura 08).

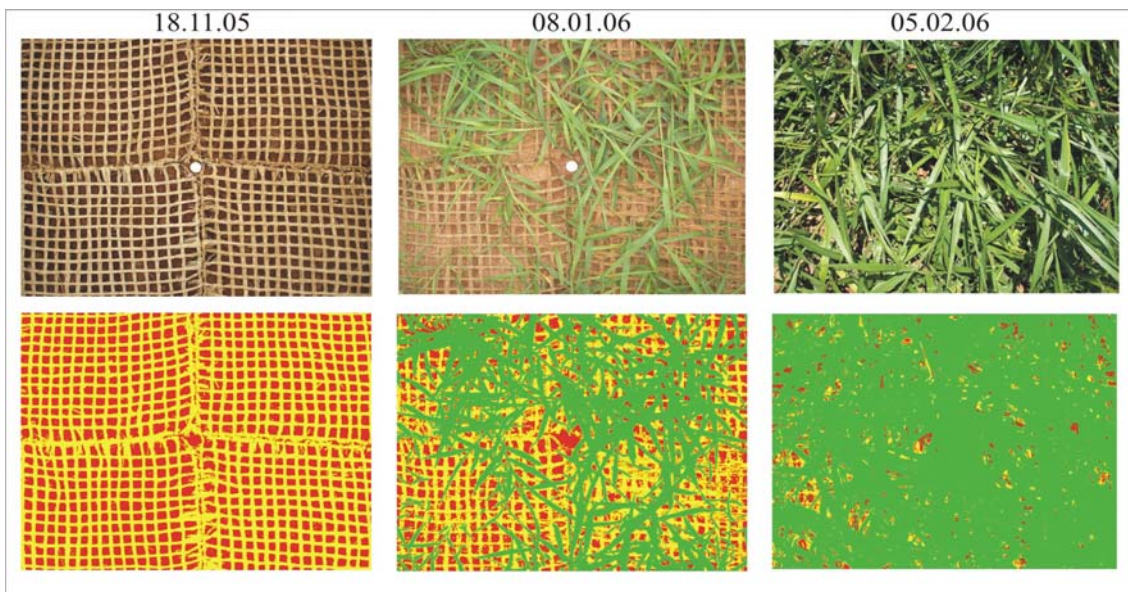


Figura 07 – Fotografias horizontais do mesmo ponto em diferentes períodos e suas respectivas classificações supervisionadas realizadas com o software ENVI 4.0.

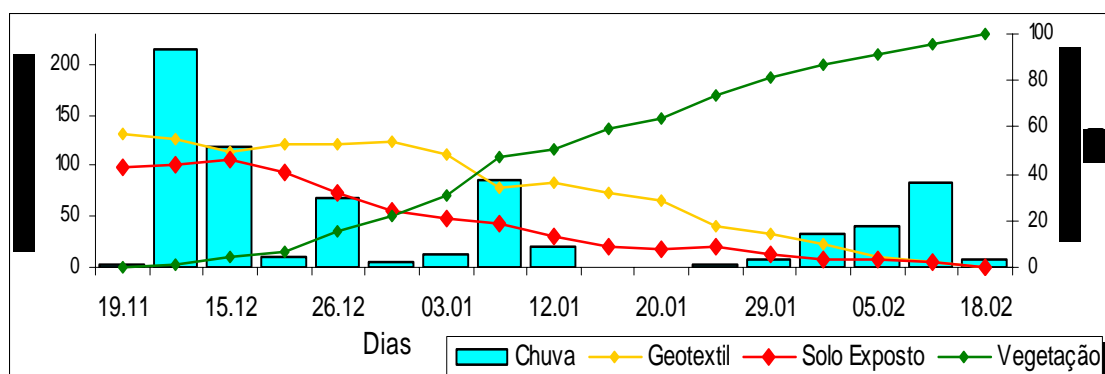


Figura 08 – Relação entre o desenvolvimento da cobertura vegetal, geotêxtil e solo.

Erosão superficial

Nas parcelas do experimento, os processos erosivos foram analisados a partir do trabalho do escoamento superficial sobre o solo e pesagem dos sedimentos dos galões e das

calhas. Foi realizado também o registro fotográfico dos processos erosivos, tais como splash, escoamentos superficiais difusos e concentrados, sulcos e ravinas. 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. No tocante aos processos erosivos, os resultados apontaram uma diferença significativa na contenção de sedimentos na parcela com solo com geotêxteis e gramíneas atingindo 13,18 kg/10m², enquanto no solo exposto chegou a 197,26 kg/10m² (Figuras 09,10,11 e 12).



Figura 09 – 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 10 – 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

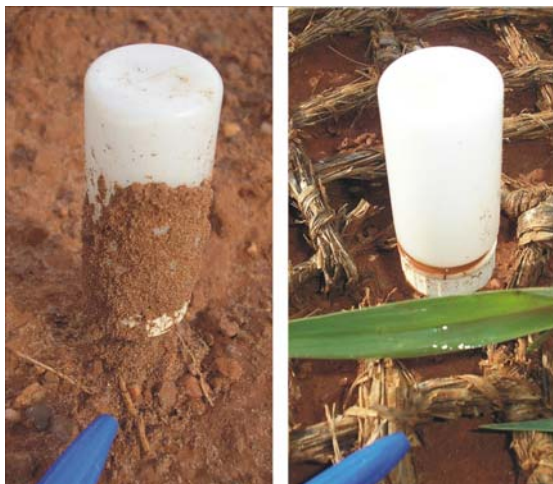


Figura 11 – Diferença no splash erosion nas parcelas solo exposto e solo com geotêxteis. Autoria: BEZERRA, J.F.R, 25.11.05



Figura 12 – Retenção de sedimentos nas geotêxteis. Autoria: BEZERRA, J.F.R, 24.11.2005

Biodegradação

As fibras do buriti, utilizadas na pesquisa, são oriundas do Município de Barreirinhas, Estado do Maranhão, sendo as “sobras” das fibras utilizadas no artesanato local. A extração da fibra é realizada de forma sustentável e autorizada pelo IBAMA e tem o apoio do SEBRAE, que garante o sustento de algumas famílias da região. A fibra do Buriti (*Mauritia flexuosa*) apresenta-se como um material com alto teor de celulose, baixo teor de lignina. A celulose é um dos componentes das células dos vegetais, aparecendo nas raízes, troncos, folhas, flores e sementes.

O processo de biodegradação das geotêxteis foi registrado a partir da ação dos organismos, principalmente os cupins e fungos. No experimento, os cupins (Gênero *Cornitermes Wasmann*) ajudaram na decomposição da fibra, fornecendo diretamente matéria orgânica ao solo degradado (Figura 13). Outra importância dos cupins no experimento está na realização da ciclagem dos nutrientes da fibra, escavação de túneis que contribuem para distribuição da matéria orgânica no perfil, aeração, drenagem e porosidade. Os fungos foram identificados no experimento logo nas primeiras semanas de aplicação da biomanta, e desempenham uma importante função na decomposição das geotêxteis, tornando o solo degradado mais fértil, através do fornecimento de matéria orgânica (Figura 14).



Figura 13 – Ação do cupim na biodegradação das geotêxteis. Autoria: BEZERRA, J.F.R, 04.12.05

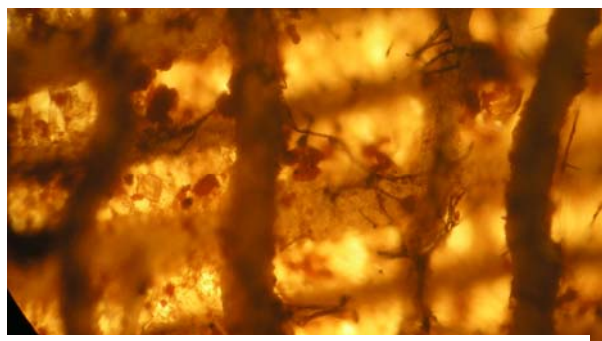


Figura 14 – Visualização da decomposição dos fungos na geotêxtil através de um microscópio eletrônico (20x). BEZERRA, J.F.R, 16.12.05

CONCLUSÕES

As análises sobre os potenciais matriciais comprovaram a eficiência da técnica com um todo (geotêxteis + gramíneas), a partir dos dados que mostrou uma melhor circulação da água no sistema SG, essencial para o desenvolvimento da atividade biológica. Os resultados sobre a umidade superficial indicaram a manutenção da umidade superficial, devido às características da biomanta já citadas.

Os dados 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 geotêxteis garantiram uma proteção inicial, formando uma “barreira” contra o escoamento superficial e produção de sedimentos. O processo de biodegradação da fibra pela ação dos organismos, ressalta a importância da técnica para o desenvolvimento de microorganismo e fornecimento de matéria orgânica para os solos degradados. Dessa forma, a metodologia utilizada na pesquisa foi considerada satisfatória para a determinação da eficiência das geotêxteis na recuperação de processos erosivos.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Geomorfologia e Erosão dos Solos – LAGES, UFU - MG.

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

Essa pesquisa constitui parte do Projeto Borassus "As contribuições ambientais e socio-econômicas dos geotêxteis feitos com folhas de palmeiras para atingir-se o desenvolvimento sustentável e a conservação dos solos" (INCO-CT-2005-510745), patrocinado pela Comissão Européia (CE), Programa de Projetos de Pesquisa com Objetivos Específicos (FP6 - STREPs) para Países em Desenvolvimento (INCO-DEV).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, M. M., LEITE, L. L., BAPTISTA, G. M. de M. The use of digital photographs to quantify vegetation ground cover in degraded areas. In: *Sociedade & Natureza*. Uberlândia, 2005.

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).

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

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