

VARIAÇÃO DA UMIDADE SUPERFICIAL DO SOLO EM PARCELAS EXPERIMENTAIS COM USO DE GEOTÊXTEIS BIODEGRADÁVEIS, UBERLÂNDIA – MG

SOIL MOISTURE VARIATION ANALYSES ON EXPERIMENTAL PLOTS, USING BIODEGRADABLE GEOTEXTILE, UBERLÂNDIA MUNICIPALITY, MINAS GERAIS STATE

José Fernando Rodrigues Bezerra

LAGESOLOS, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Ilha do Fundão, Cidade Universitária - CEP 21940-590 - Rio de Janeiro, RJ. - *Prof. Visitante do Departamento de Geografia da UFRJ- e-mail: fernangeo@yahoo.com.br*

Antônio José Teixeira Guerra

LAGESOLOS, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Ilha do Fundão, Cidade Universitária - CEP 21940-590 - Rio de Janeiro, RJ. - *Prof. Titular do Departamento de Geografia da UFRJ - e-mail: antoniotguerra@gmail.com*

Silvio Carlos Rodrigues

Universidade Federal de Uberlândia, Avenida João Naves de Ávila, 2121, Santa Mônica, CEP 38400-902, Uberlândia, MG - *Prof. Adjunto do Departamento de Geografia da UFU - e-mail: silgel@ufu.br*

Resumo

O objetivo desse trabalho foi analisar a eficiência dos geotêxteis confeccionados artesanalmente com a fibra de buriti, na manutenção da umidade superficial do solo de uma área degradada, em parcelas experimentais na Fazenda Experimental do Glória, município de Uberlândia - MG. O monitoramento foi realizado entre 18/11/2005 e 30/03/2006. Foram construídas duas parcelas com 10 m² cada (1m x 10m), uma com solo exposto (SE) e outra com geotêxteis e gramíneas (GE), com 12° de declividade, sendo utilizados 40 geotêxteis. Uma fotocomparação das características da superfície das parcelas no período monitorado foi obtida a partir de 17 fotografias do mesmo ponto, com posterior classificação supervisionada. A determinação da umidade superficial em seis diferentes pontos longitudinais ao longo das duas parcelas foi realizada com o auxílio do medidor de umidade de campo marca Theta Probe. Para melhor compreensão da dinâmica da umidade superficial nas duas parcelas, o monitoramento desse parâmetro foi dividido em três etapas: 1. Geotêxteis; 2. Geotêxteis e Gramíneas; e 3. Gramíneas. Em relação aos resultados obtidos, verificou-se a diferença entre os dados de umidade superficial nas parcelas com solo exposto e solo com geotêxteis, sendo que essa diferença foi mais elevada na segunda etapa (geotêxteis e gramíneas) chegando a 4,9% de volume, enquanto que na primeira etapa (geotêxteis) a diferença está em torno de 4,3%. A terceira etapa (gramíneas) obteve o valor médio de 3,5%, o menor valor de variação durante o monitoramento. A densidade da cobertura de gramíneas pode ter influenciado nesse resultado, uma vez que ocupou toda a superfície do solo, exigindo maior intensidade das chuvas para alcançar a superfície do solo na parcela, onde foram medidos os dados. Entretanto, a média total dos dados, demonstrou que na parcela com os geotêxteis, a umidade (15,5%) foi superior a do solo exposto (11,1%).

Palavras-chave: Umidade da superfície do solo, Geotêxteis e Parcelas experimentais.

Abstract

This research aims to analyze the effectiveness of geotextiles constructed from buriti mat, improving soil moisture conditions on degraded soil at the experimental station, Glória Farm, Uberlândia City – Minas Gerais State. It was monitored between 18/11/2005 and 30/03/2006. It was constructed two plots with 10 m² (1 m x 10 m), each one with bare soil and another one with geotextile, 12° slope, being used 40 geotextiles. The photo comparison was obtained considering 17 photographs at the same point, with supervised classification. The determination of soil moisture at different longitudinal locations on the plots was carried out by soil moisture measuring device (Theta Probe). In order to understand the dynamics of the soil moisture on the plots, the monitoring was divided into three stages: 1. Geotextile; 2. Geotextile and Grass; and 3. Grass. According to the results obtained in this research work, it was observed difference in soil moisture between bare soil and geotextile plots, being the great difference observed in the second stage (geotextile and grass) reaching 4.9%, when compared to the first stage (geotextile), that is, reaching 4.3%. The third stage (grass) had an average value of 3.5 %, the lowest data of moisture level in the soil during the monitoring period. This situation has been influenced by grass that provides great protection to the soil surface, demanding a higher increase in rainfall so that the rainfall drops strike the soil surface on geotextile and grass plot. However, the total average demonstrated that on geotextile and grass plot soil moisture (15.5%) was higher than on bare soil plot (11.1%).

Keywords: soil moisture, experimental plots and geotextile.

Introdução

A erosão vem trazendo uma série de problemas para a sociedade contemporânea, principalmente no tocante à remoção da camada mais superficial do solo, que é muito importante para o crescimento e estabilização dos vegetais, principalmente através do fornecimento de nutrientes. Os processos de erosão originados pela ação de diferentes agentes e fatores (água, vento, características dos solos e atividade humana) causam a degradação física e a perda da fertilidade do solo (KIRKBY, 2000; MORGAN, 2001; GUERRA, 2003, PRASUHN, 2010).

A reversão dessa situação passa por estratégias de conservação dos solos, visando sua proteção contra a ação do impacto das gotas de chuva, no caso da erosão pluvial, aumentando a sua capacidade de infiltração, melhorando a estabilidade dos agregados e aumentando a rugosidade da superfície. Essas estratégias reduzem o impacto das gotas da chuva (splash), a velocidade do escoamento superficial e a ação eólica (HARBOR, 2000; FULLEN & CATT, 2004; BHATTACHARYYA et al., 2009). Nesse sentido, a bio-engenharia de solos vem crescendo nos últimos anos, com aplicação de técnicas que envolvem a Biologia e a Engenharia Civil (LI et al., 2006; FATAHIA et al., 2010, STOKES et al. 2010).

O geotêxtil é uma manta anti-erosiva colocada sobre o solo e construída a partir de diversos materiais, como as fibras sintéticas. Em alguns países, como no Brasil, as telas podem ser feitas com folhas de palmáceas que tem como características a biodegradabilidade. Os 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 a fibras da palmeira do buriti (FULLEN & CATT, 2004; ARAÚJO et al., 2005; BEZERRA, 2006; BEZERRA & RODRIGUES, 2006; SMETS et al., 2008; GUERRA et al., 2009; SMETS & POESEN, 2009; BHATTACHARYYA, 2010).

A umidade exerce fundamental importância para o solo, uma vez que fornece água para atender às exigências do metabolismo e de evapotranspiração dos vegetais em crescimento. A água como solvente universal desempenha função vital, formando a solução do solo. (MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ & CEBALLOS, 2005; VERHOEF, 2006; BIGGS et al., 2008). Nos solos desprovidos de vegetação, devido à ação antrópica, a utilização de geotêxteis de fibras naturais pode garantir a manutenção da umidade, diminuir o escoamento superficial e fornecer matéria orgânica para os solos degradados (AHN, 2002; LEKHA, 2004; BHATTACHARYYA et al., 2010).

O objetivo desse trabalho é analisar a eficiência dos geotêxteis construídos com a fibra do Buriti (*Mauritia flexuosa*) na manutenção da umidade superficial do solo a partir de uma estação de monitoramento montada na Fazenda experimental do Glória, município de Uberlândia – MG, tendo como pressuposto a comparação dos dados de umidade, através do teste estatístico de Tukey, entre uma superfície com cobertura (geotêxteis e gramíneas) e outra sem proteção (solo exposto). Para auxiliar essas análises foi utilizada a fotocomparação, que constitui uma importante técnica no acompanhamento do desenvolvimento da cobertura vegetal, imprescindível nos trabalhos de reabilitação de áreas degradadas por erosão.

A Fazenda Experimental do Glória, onde foi construída a estação de monitoramento, está localizada no município de Uberlândia – MG, nas seguintes coordenadas: 18°57'30"S e 48°12'0"W (Figura 1).

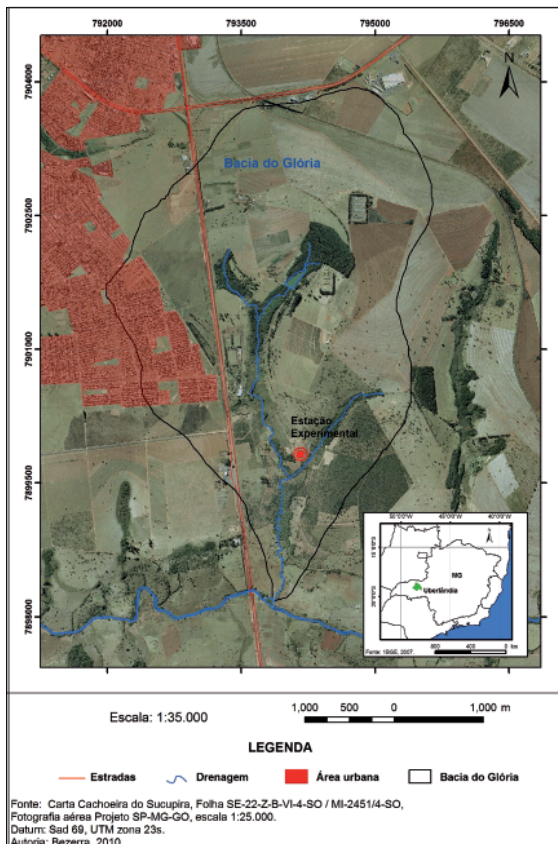


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

O clima do município é caracterizado por chuvas concentradas no verão (novembro a março), e secas no inverno (maio a setembro). A temperatura média está entorno de 22,0°C, enquanto a precipitação média anual chega a 1550 mm (SILVA & ASSUNÇÃO, 2004).

A formação geológica predominante é a Formação Marília, de idade Cretácea, caracterizando-se por ser um pacote superior do Grupo Bauru, formado por espessas camadas de arenitos imaturos e conglomerados (CARRIJO & BACCARO, 2000).

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 940m. Os solos são ácidos e pouco férteis, tipo Latossolo Vermelho, com textura argilo-arenoso (CARRIJO & BACCARO, 2000).

Materiais e métodos

Estação Experimental

Neste estudo, a estação experimental foi construída na Fazenda do Glória, possuindo duas parcelas

com 10 m² (1m x 10m) cada (Figura 2), uma com solo exposto (SE) e outra com geotêxteis e gramíneas (GE), com 12° de declividade e situada na vertente esquerda do Córrego do Glória. A área da estação apresenta um regolito homogêneo e compactado, sendo caracterizado como um pasto degradado, que influencia diretamente a dinâmica da água no substrato. Suas propriedades físicas, como a granulometria, densidade aparente, teor de matéria orgânica e agregados e estrutura, possuem grande importância no fornecimento de água para as plantas e sua capacidade de absorvê-la. Devido suas características, a infiltração de água no perfil está comprometida. Neste trabalho, foram utilizados 40 geotêxteis (50cm x 50cm cada) confeccionados artesanalmente a partir da fibra do buriti na tentativa de reverter essa situação.

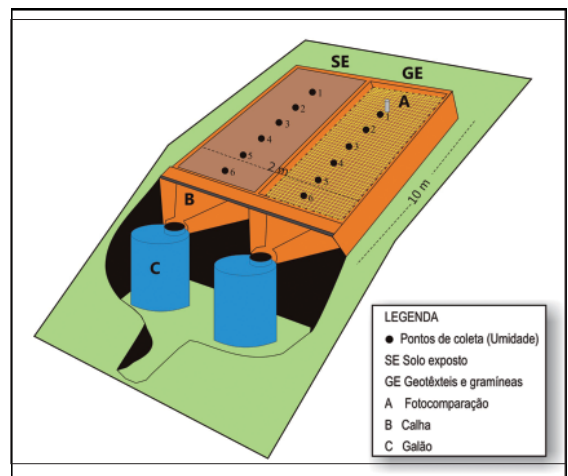


Figura 2 - Estação experimental com solo exposto (SE) e solo com geotêxteis (GE).

Foram utilizados 5kg de NPK (fertilizante mineral) e 20 kg de calcário para a correção do pH na parcela com os geotêxteis, com o objetivo de garantir a germinação das sementes, sendo 1kg delas de capim-braquiário (*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 1m² no sistema SG, com auxílio de uma máquina digital 4.0, marca OLYMPUS, e depois processadas no software Arcgis 9.1, por meio da classificação supervisionada.

Umidade Superficial

A determinação da umidade superficial em seis diferentes pontos longitudinais ao longo das duas parcelas foi realizada com o auxílio do medidor de umidade de campo marca Theta Probe (Figura 3), que possibilitou a aquisição imediata dos dados de umidade, correlacionando o volume de água por volume de solo, após a penetração (5cm de pro-

fundidade) de uma sonda com quatro pinos de aço inox. A coleta dos dados da estação teve início no dia 18 de novembro de 2005 e foi finalizado em 30 de março de 2006, durante o período chuvoso da região, sempre com registro fotográfico dos parâmetros analisados. As medições foram realizadas três vezes na semana durante o período de monitoramento, sendo os seis pontos de coleta da umidade em cada parcela, determinados de acordo com o comprimento desta.



Figura 3 - Utilização do medidor de umidade superficial.

Análises estatísticas

Para a análise estatística dos resultados alcançados foi utilizado o software R Project, versão 2.12.0, tanto para o cálculo da estatística descritiva, quanto para inferencial. Calculou-se o coeficiente de variação, que é uma medida relativa, sendo bastante utilizado para inferir o grau de variabilidade de um atributo; é definido como o desvio padrão em relação à média. Martins (2002) classifica o coeficiente de variação da seguinte forma:

$CV < 15\%$	Baixa dispersão
$15\% \leq CV < 30\%$	Média dispersão
$CV \geq 30\%$	Alta dispersão

A verificação sobre a distribuição normal dos dados de umidade de solo nas duas parcelas foi realizada com o teste de normalidade de Anderson-Darling. Como a variável umidade do solo seguiu uma distribuição normal em nível de 5% e 1% de significâncias ($p < 0,05$; $p < 0,01$), empregou-se o teste paramétrico de Tukey para a comparação múltipla das médias nos diferentes pontos de umidade de solo nas parcelas com geotêxteis com gramíneas e na superfície exposta.

Resultados e discussão

Variação temporal

Para a melhor compreensão da dinâmica da umidade superficial no experimento ao longo dos cinco meses, o monitoramento desse parâmetro foi dividido em três etapas, com

base nos dados da fotocomparação. A primeira etapa tem início com a aplicação dos geotêxteis no dia 18 de novembro de 2005 e finalizada no dia 21 de dezembro de 2005 com uma taxa de ocupação da cobertura vegetal de 6,4% da área amostral. Os totais pluviométricos registrados na primeira etapa foram de 355 mm. Nessa fase, a variação da umidade superficial dependeu das propriedades dos geotêxteis, tendo em vista a ausência ou incipiente cobertura de gramíneas (Figura 4 – 1ª etapa).

Na parcela com solo exposto, os valores de umidade superficial variaram de 6,8% no dia 21 de dezembro de 2006, com 6 mm de chuvas a 17,6 % no dia 24 de novembro, com 51,1 mm de precipitação (Figura 4 - 1ª etapa). Esses dados apresentados acima indicam um solo superficialmente mais ressecado, quando comparado com a parcela com geotêxteis (10,3 % no dia 21 de dezembro e 24,2 % no dia 08 de dezembro). O solo desprovido de cobertura vegetal fica exposto diretamente aos raios solares, como também ao impacto das gotas de chuvas, tendo como consequência a desestruturação e desagregação do solo, podendo resultar em feições erosivas (Sulcos e ravinas) nos mais diversos estágios, o que ocasiona também maior perda de umidade.

Pinese Júnior et al. (2008), analisando a diferença entre os dados de umidade superficial em sete parcelas (Solo exposto; grama estrela africana; grama pensacola; soja; feijão-de-porco; brachiaria e mata), na Fazenda Experimental do Glória, município de Uberlândia - MG, concluíram que na parcela com solo exposto, os valores de umidade do solo foram elevados, porém não conseguia mantê-los após algum período de seca, diferentemente das parcelas com algum tipo de vegetação, que se mostraram eficazes em manter a umidade do solo por um período maior de tempo em estiagem (PINESE JÚNIOR et al., 2008).

Na parcela com geotêxteis, os dados de umidade na primeira etapa chegaram a uma amplitude entre 10,3% no dia 21 de dezembro de 2005, com 6mm de chuva registrado e 24,1% no dia 08 de dezembro de 2005 com 32 mm de chuva no próprio dia do monitoramento (Figura 4 - 1ª etapa). Os geotêxteis mantiveram a umidade superficial mais elevada do que parcela com solo exposto, o que pode ter ajudado para a germinação das sementes, além de contribuir no fornecimento de matéria orgânica através da decomposição e ação de organismos que atacam a fibra do buri.

Lekha (2004), estudando a retenção de umidade do solo em parcelas experimentais com geotêxteis de fibra de coco em Kerala, Índia, concluiu que a retenção é maior na parcela protegida do que na sem proteção. Foi observado que no período pré-monçônico, a retenção da umidade do solo na parcela com geotêxteis de fibra de coco aumentou 13% em 0,3 bar e 22% em 15 bar de pressão. Dessa forma, a disponibilidade de água para o crescimento das plantas foi maior nas parcelas com proteção. Isso ocorreu devido às propriedades da fibra, que absorveu a água, e à sua forma de geotêxtil que reduziu a erosão dos solos.

Os geotêxteis “imitam” as propriedades da serrapilheira na conservação da umidade no solo, a partir da incorporação

de matéria orgânica, da redução da evaporação e da insolação direta sobre a superfície, da maior infiltração e da diminuição do escoamento superficial (FULLEN & GUERRA; 2002, LEKHA, 2004; DEFLO, 2005, BHATTACHARYYA et al., 2010).

A segunda etapa de estudo do comportamento da umidade superficial, caracteriza-se pela ação combinada dos geotêxteis e das gramíneas na manutenção da água (Figura 4 - 2ª etapa). O período teve início no dia 26 de dezembro de 2005, com uma taxa de ocupação da cobertura vegetal de 15,2% na área amostral, e foi finalizado no dia 15 de janeiro de 2006, com uma taxa de ocupação de 59,4 %. Nesse período foram registrados 188,8 mm de chuvas (Figura 4 - 2ª etapa).

Vishnudas et al. (2005), investigando a variação da umidade superficial em parcelas com geotêxteis de fibra de coco, em Kerala, Sul da Índia, observou que na parcela com geotêxteis e gramíneas, a umidade do solo foi 21 % mais elevada do que a parcela de controle, sem cobertura vegetal. No experimento somente com os geotêxteis (fibra de coco), a umidade foi menor que na parcela com geotêxteis e gramíneas. Isso ocorreu, segundo Vishnudas et al. (2005), devido à gramínea (*Axonopus compressus*) que estava bem estabelecida, funcionando como dossel e, conseqüentemente, reduzindo a radiação solar.

No sistema com solo exposto, os dados de umidade atingiram o valor mínimo de 6,9% no dia 15 de janeiro de 2006, sem precipitação registrada no dia do monitoramento e máxima de 18,1% no dia 05 de janeiro de 2006, com 35mm de chuvas (Figura 4 - 2ª etapa). Os resultados indicam um solo bem mais compactado, com certa dificuldade de penetração da sonda do medidor de umidade, que pode ser explicada pela ação do splash erosion e compactação. O afloramento dos seixos e cascalhos, devido ao trabalho do escoamento superficial também pode ter influenciado nos dados de umidade, por causa do contato da sonda com essa superfície.

De acordo com Oliveira (1999), o splash erosion consiste no deslocamento de partículas por impacto das gotas de chuvas que acarretam a compactação da superfície do solo, através da remobilização de silte e argila nos espaços intergranulares, e erosão, através da projeção de partículas para fora da zona de impacto. Percebe-se claramente a ação desse agente no processo de compactação da camada mais superficial, interferindo nos dados de umidade da parcela sem cobertura.

Na parcela com geotêxteis, os resultados variaram entre 9,5% no dia 15 de janeiro de 2006, sem chuvas registradas e 21,7% no dia 05 de janeiro com 35 mm de índice pluviométrico (Figura 4 - 2ª etapa). No período, foi observada a ação combinada dos geotêxteis e da cobertura vegetal, conforme os gráficos, que foram os elementos controladores da umidade nesse sistema.

A terceira etapa sobre a variabilidade da umidade no experimento remete a influência da cobertura de gramíneas sob os dados, quando comparado à parcela com solo exposto (Figura 4 - 3ª etapa). Essa etapa inicia-se no dia 18 de janeiro de 2006 com uma taxa de ocupação da gramínea de 63,9% e finalizada no dia 18 de fevereiro de 2006 com 100% de ocupação da cobertura vegetal. Os totais pluviométricos do período foram de 243mm.

A parcela com solo exposto apresentou uma amplitude entre 3% no dia 20 de janeiro de 2006, sem chuvas e 21,8% no dia 23 de fevereiro de 2006, com 31,2 mm de índice pluviométrico (Figura 4 - 3ª etapa). Percebeu-se um aumento da média da umidade superficial quando comparada com as duas etapas anteriores no sistema solo exposto, este aumento ocorreu, devido à umidade que ficou armazenada no solo, constituindo a umidade antecedente. Todavia, a exposição direta aos raios solares e o processo de encrostamento, podem ser os fatores responsáveis pelos baixos valores de umidade.

O sistema com geotêxteis, sob influência da cobertura das gramíneas, se comportou com a umidade superficial variando entre 4,7% no dia 20 de janeiro de 2006, sem chuvas registradas e um valor máximo de 30,7% no dia 23 de fevereiro de 2006, com 31,2 mm de chuvas (Figura 4 - 3ª etapa). Nessa etapa, a vegetação foi o principal fator controlador da variabilidade da umidade superficial.

Coefficiente de variação

Os resultados demonstraram que a umidade superficial, nas parcelas com geotêxteis e com solo exposto, apresentou variabilidade distinta, uma vez que todos os valores na parcela SE (Solo exposto) possuem maiores coeficientes de variação (CV) que a GE (Geotêxteis) (Tabela 1).

Tabela 1 - Resumo das análises estatísticas descritiva, coeficiente de variação e teste de normalidade.

Pontos	Umidade Superficial			Teste de Normalidade Anderson-Darling	n
	Média (%)	DP (%)	CV (%)	(p-valor)	
GE1	16,45	5,47	33,26	0,1683*	46
SE1	10,40	4,80	46,19	0,433*	46
GE2	14,75	5,25	35,59	0,1565*	46
SE2	8,20	4,51	54,99	0,003648**	46
GE3	15,35	5,69	37,07	0,2317*	46
SE3	12,80	5,11	39,93	0,1926*	46
GE4	15,65	5,35	34,17	0,3933*	46
SE4	12,50	4,83	38,60	0,09015*	46
GE5	16,40	6,45	39,32	0,139*	46
SE5	10,20	4,22	41,42	0,1576*	46
GE6	14,00	5,11	36,47	0,2868*	46
SE6	10,65	4,62	43,35	0,1574*	46

*a variável tem distribuição normal em nível de 5% de significância ($P > 0,05$)

**a variável tem distribuição normal em nível de 0,1% de significância ($P > 0,001$)

n = número de observações; DP = Desvio padrão; e CV = coeficiente de variação.

De um modo geral, seguindo a classificação de Martins (2002), ambas as parcelas possuem alta dispersão, sendo que na parcela com superfície exposta, os dados de umidade apresentaram maior variabilidade, conforme já indicado anteriormente. No sistema com geotêxteis e gramíneas, o CV variou de 33,26% a 39,32%, enquanto o CV na parcela sem cobertura variou de 38,60% a 54,99%.

Com base nesses dados, constatou-se que a umidade do solo apresentou alta variabilidade ao longo dos 12 pontos mensurados nos cinco meses de monitoramento. Em outras palavras, isso significou que há alta dispersão dos dados analisados em relação à média. Comparando-se as duas parcelas, observou-se que a variabilidade analisada através do coeficiente de variação foi diferente entre si. Com essa análise, verificou-se a importância de uma superfície com

cobertura vegetal (e geotêxteis) na manutenção da umidade superficial próximo à média, pois apesar da alta variabilidade entre os pontos, esta foi menor na parcela com geotêxtil e gramíneas.

Zanette et al. (2007), investigando a umidade de solo em experimentos com plantio direto e com preparo convencional, no município de Toledo, Paraná, concluíram que o coeficiente de variação apresentou variabilidade aproximadamente constante, em torno de 11%. Segundo os autores (2007), a umidade do solo apresentou baixa variabilidade nos experimentos. Os mesmos autores (2007) compararam os dois experimentos, concluindo que a variabilidade avaliada pelo coeficiente de variação praticamente não diferiu de um sistema para outro, apesar do plantio direto sempre apresentar tendência de maiores coeficientes de variação (ZANETTE et al., 2007).

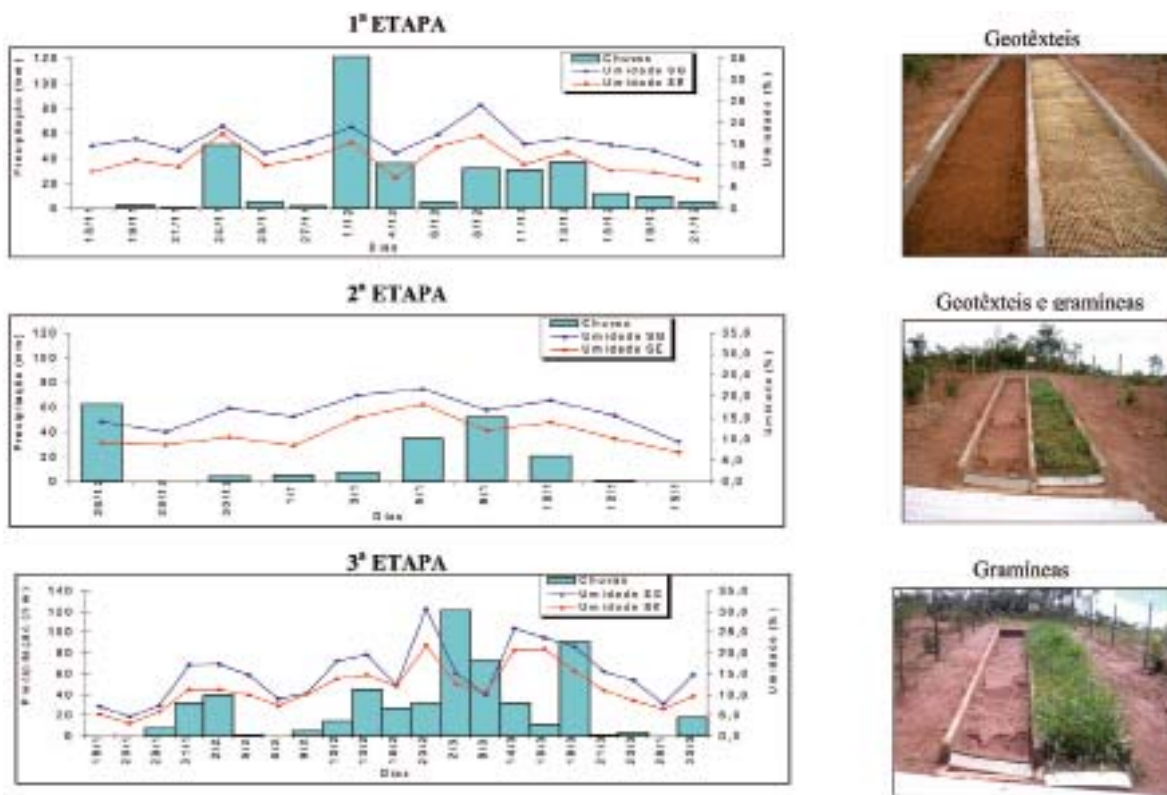


Figura 4 - Variação da umidade superficial entre as duas parcelas durante as três etapas de monitoramento

Teste de comparação múltipla

As médias dos pontos de umidade superficial do solo para a parcela com geotêxteis com gramíneas foram estatisticamente maiores, quando comparadas aos pontos da parcela com solo exposto. De um modo geral, há diferença significativa ($P < 0,05$) entre as parcelas com solo exposto (SE) e geotêxteis (GE) pelo teste de Tukey em 5 % de probabilidade.

As diferenças não foram significativas ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey nos pontos GE1, GE2, GE3, GE4, GE5, GE6, SE3, SE4, conforme a figura 5. Apesar de os pontos SE3, SE4, apresentarem médias estatisticamente iguais ($P > 0,05$) aos pontos de coletas da umidade na parcela com geotêxteis, observou-se uma homogeneidade na média desta última, que indica a manutenção da umidade superficial mais elevada. Dentre os valores de umidade do segmento GE, notou-se que

o ponto GE6 apresentou média mais próxima dos pontos SE (P>0,05), mais precisamente os pontos SE1, SE3, SE4, SE5, SE6, ou seja, as diferenças não foram significativas pelo teste de Tukey (Figura 5).

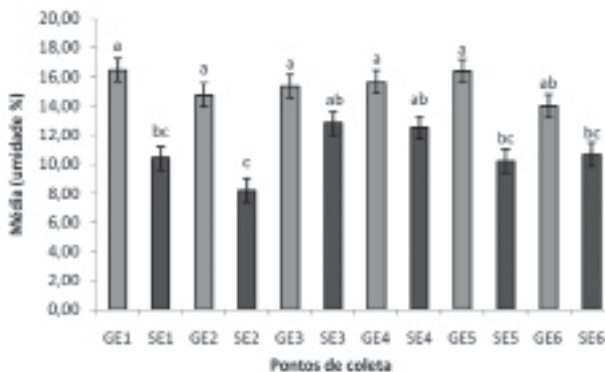


Figura 5 - Teste de comparação múltipla das médias de umidade de solo nas duas parcelas (GE = Geotêxteis; SE = solo exposto). Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P>0,05).

Conclusões

As informações geradas na estação experimental comprovaram a eficiência dos geotêxteis na manutenção da maior umidade superficial em relação à parcela com solo exposto, o que foi comprovado estatisticamente pelo coeficiente de variação e pelo teste de Tukey. Na primeira etapa, a umidade mais elevada na parcela com geotêxteis contribuiu para germinação e crescimento das sementes das braquiárias, além disso, os geotêxteis serviram no ancoramento destas, e protegeram também contra a ação do escoamento superficial e do vento.

Pressupõe-se que as propriedades dos geotêxteis, essencialmente compostos pela fibra da palmeira do buriti, conseguiram reter a umidade, redistribuindo-a ao solo nos períodos com ausência de precipitação, além de fornecer sombreamento e proteção contra a radiação solar.

Na segunda etapa, as combinações das características dos geotêxteis e das braquiárias, garantiram a preservação da umidade superficial no solo. Nessa etapa, em alguns trechos do experimento, os geotêxteis já estavam em estágio inicial de biodegradação realizados por organismos, como formigas, cupins e fungos, não tendo a mesma eficiência de retenção da umidade como na primeira etapa. Nesse contexto, a presença das gramíneas foi importante no processo de recuperação das características ambientais do solo degradado, formando um reforço, junto com o geotêxtil, no processo de ancoramento das sementes, sombreamento, manutenção da umidade, e também aumentando a capacidade de infiltração, através do sistema radicular.

A parcela com solo exposto apresentou o valor de umidade mais baixo durante todo o monitoramento, devido à incidência direta dos raios solares, que se pressupõe uma temperatura superficial mais elevada, ao impacto das gotas de chuvas que provocaram a ruptura dos agregados em partículas menores, selando a camada mais superficial do solo, diminuindo, consequentemente, a infiltração e aumentando o escoamento superficial. A combinação desses fatores impediu a retenção de umidade no solo, na parcela sem cobertura vegetal.

Agradecimentos

Essa pesquisa constitui parte do Projeto Borassus “As contribuições ambientais e socioeconômicas 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 Europeia (CE), Programa de Projetos de Pesquisa com Objetivos Específicos (FP6 - STREPs) para Países em Desenvolvimento (INCO-DEV).

Referências Bibliográficas

- AHN, T.B.; CHO, S.D.; & YANG, S.C. Stabilization of soil slope using geosynthetic mulching mat. **Geotextiles and Geomembranes**, 20: 135-146. 2002.
- ARAÚJO, H. DE S.; ALMEIDA, J. R. DE & GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro. 2005.
- BEZERRA, J. F. R. **Avaliação de geotêxteis no controle da erosão superficial a partir de uma estação experimental, Fazenda do Glória – MG**. Dissertação de mestrado. Instituto de Geociência. Universidade Federal de Uberlândia. 104 p. 2006.
- BEZERRA, J.F.R. & RODRIGUES, S.C. Estudo do potencial matricial e geotêxteis aplicado a recuperação de um solo degradado, Uberlândia (MG). **Caminhos de Geografia**, 6(19):160-17. 2006.
- BHATTACHARYYA, R. **Utilization of palm-mat geotextiles for soil conservation on arable loamy sands in the United Kingdom**. Thesis. University of Wolverhampton. 2010.
- BHATTACHARYYA, R.; FULLEN, M.A.; DAVIES, K. & BOOTH, C.A. Utilizing palm-leaf geotextile mats to conserve loamy sand soil in the United Kingdom. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 130: 50-58. 2009.
- BIGGS, T. W.; MISHRA, P. K.; & TURRAL, H. Evapotranspiration and regional probabilities of soil moisture stress in rainfed crops, southern India. **Agricultural and Forest Meteorology**, 148 (10): 1585-1597. 2008.
- COSTA, F.M.; OLIVEIRA, J. M.; GUIMARÃES, E. C. & TAVARES, M. Classificação do coeficiente de variação da

umidade do solo em experimentação agrícola. **FAMAT em Revista**, (10): 90-106. 2008.

DEFLOR. **Principais vantagens dos Geotêxteis Antierosivos**. <http://www.deflor.com.br/portugues/produtos.html#>. Acessado em 19 de agosto de 2005.

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

FATAHIA, B.; KHABBAZA, H. & INDRARATNA, B. Bioengineering ground improvement considering root water uptake model. **Ecological Engineering**, 36: 222-229. 2010.

FULLEN, M. A. & GUERRA, A. J. T. The potencial of palm (Borassus) mat geotextiles as a soil conservation technique. **IV Simpósio Nacional de Geomorfologia**. São Luís. 2002.

FULLEN, M.A. & CATT, J.A. **Soil Management: Problems and Solutions**. Arnold Publishers, London, 269 p. 2004.

GUERRA, A. J. T. Encostas e a questão ambiental. In: Cunha, S. B. & Guerra, A. J. T. (Orgs). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil. 2003.

GUERRA, A.J.T.; MENDES, S.P.; LIMA, F.S.; SATHLER, R.; GUERRA T.T.; MENDONÇA, J.K.S. & BEZERRA, J.F.R. Erosão urbana e recuperação de áreas degradadas no Município de São Luís - Maranhão. **Revista de Geografia (Recife)**, 26: 85-135. 2009.

HARBOR, J. Engineering geomorphology at the cutting edge of land disturbance: erosion and sediment control on construction sites. **Geomorphology**, 31 (1-4): 247-263. 2004.

KIRKBY, M. J.; BISSONAI; COULTHARD, T. J.; DAROUSSIN, J. & MCMAHON, M. D. The development of land quality indicators for soil degradation by water erosion. **Agriculture, Ecosystems & Environment** 81(2):125-135. 2000.

LEKHA, K. R. Field instrumentation and monitoring of soil erosion in coir geotextile stabilised slopes – a case study. **Geotextiles and geomembranes**, 22 (5): 399-413. 2004.

LI, X., ZHANG, L., ZHANG, Z. Soil bioengineering and the ecological restoration of riverbanks at the Airport Town, Shanghai, China. **Ecological Engineering**, 26: 304-314. 2006.

MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J. & CEBALLOS, A. Mean soil moisture estimation using temporal stability analysis. **Journal of Hydrology**, 312 (1-4): 28-38. 2005.

MARTINS, G. DE A. **Estatística Geral e Aplicada**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MIRANDA, J. H.; BÉRGAMO, L. R.; REIS, J. B. R. DA S.; CRUCIANI, D. E., & DUARTE, S. N. Distribuição da concentração de potássio no solo em lisímetros cultivados com amendoim. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, (30-2): 253-263. 2010.

MORGAN, R.P.C. A simple approach to soil loss prediction: a revised. **Catena** 44: 305–322. 2001.

OLIVEIRA, M. A. T. Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão por Voçoroca. In: Guerra, A. J. T., Silva, A. S. & Botelho, R. G. M. (Orgs). **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil. 1999.

PINESE JÚNIOR, J. F.; CRUZ, L. M.; NOGUEIRA, T. C., & RODRIGUES, S. C. Monitoramento de processos erosivos em parcelas experimentais no município de Uberlândia, MG. **Rev. Geogr. Acadêmica** (2-3): 5-18. 2008.

PRASUHN, V. Soil erosion in the Swiss midlands: Results of a 10-year field survey. **Geomorphology**, article in Press, Accepted Manuscript. 2010.

SMETS, T. & POESEN, J. Impacts of soil tillage on the effectiveness of biological geotextiles in reducing runoff and interrill erosion. **Soil & Tillage Research**, 103: 356-363. 2009.

SMETS, T.; POESEN, J. & KNAPEN, A. Spatial scale effects on the effectiveness of organic mulches in reducing soil erosion by water. **Earth-Science Reviews**, 89: 1-12. 2008.

STOKES, A.; SOTIR, R.; CHEN, W. & GHESTEM, M. Soil bio- and eco-engineering in China: past experience and future priorities. **Ecological Engineering**, 36: 247-257. 2010.

VERHOEF, A.; FERNÁNDEZ-GÁLVEZ, J.; DIAZ-ESPEJO, A.; MAIN, B. E. & EL-BISHTI, M. The diurnal course of soil moisture as measured by various dielectric sensors: Effects of soil temperature and the implications for evaporation estimates. **Journal of Hydrology**, 321 (1-4): 147-162. 2006.

VISHNUDAS, S.; SAVENIJE, H. H. G.; VAN DER ZAAG, P.; ANIL, K. R., & BALAN, K. Experimental study using coir geotextiles in watershed management. **Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.** (2):2327–2348. 2005.

ZANETTE, S. V.; SAMPAIO, S. C.; SILVESTRE, M. G.; BOAS, M. A. V.; URIBE-OPAZO, M. A. & QUEIROZ, M. M. F. DE. Análise espacial da umidade do solo cultivado com soja sob dois sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, (11-3):239–247. 2007.