



Dinâmica da Água no Solo em Talude de Corte Submetido a Diferentes Práticas Vegetativas

**Hugo Portocarrero⁽¹⁾; Tácio Mauro Pereira de Campos⁽²⁾, Aluísio Granato de Andrade⁽³⁾,
Thiago de Souza Carnavale⁽⁴⁾**

(1) Doutorando do programa de pós-graduação em Geotecnia da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro PUC-Rio, R. Marquês de São Vicente, 225, Gávea. Rio de Janeiro, RJ. CEP 22453-900, hugoport@civ.puc-rio.br; (2) Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio, tacio@civ.puc-rio.br; (3) Pesquisador da Embrapa Solos. Endereço: Rua Jardim Botânico, 1.024 - Jardim Botânico - Rio de Janeiro, RJ - Brasil - CEP 22460-000, aluísio@cnps.embrapa.br; Estagiário do Instituto de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, R. São Francisco Xavier, 524, Maracanã. Rio de Janeiro, RJ. CEP 20550-013, ticarnavale@hotmail.com.

Apoio: PRONEX-Rio/ Embrapa Solos/ INFRAERO

RESUMO: A presente pesquisa foi baseada em um experimento em andamento localizado no Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro Galeão/ Antônio Carlos Jobim (Ilha do Governador, Rio de Janeiro, RJ). Seu objetivo é o de avaliar a dinâmica da água no solo e caracterizar os mecanismos hidrológicos envolvidos nos processos de implantação de vegetação em um talude de corte recentemente conformado. Para tanto foi implantada instrumentação para medição de potenciais matriciais, umidade volumétrica e precipitação logo após a implantação das práticas vegetativas. A metodologia utilizada, que consistiu de medições horárias de todos os parâmetros, mostrou ser uma excelente ferramenta na detecção dos mecanismos envolvidos na dinâmica da água no solo. A rápida resposta dos sistemas avaliados indica a importância de avaliações numa escala temporal detalhada, onde os eventos possam ser analisados individualmente.

Palavras-chave: potencial matricial, umidade volumétrica, precipitação pluvial, erosão.

INTRODUÇÃO

Através de Contrato de Prestação de Serviços firmado com a Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária - INFRAERO, a Embrapa Solos vem desenvolvendo um projeto de RAD (recuperação de áreas degradadas) em aeroportos em diferentes estados do Brasil. Dentre as áreas cita-se a Área Z, localizada próximo às pistas de pouso e decolagem do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro, atual campo experimental da Embrapa Solos para o aperfeiçoamento e produção destas tecnologias.

Existem diversos métodos para o controle da erosão em taludes, assim como práticas vegetativas para estabelecimento ou re-estabelecimento de vegetação nos mesmos. A compreensão das

variáveis envolvidas nestes ambientes está estreitamente relacionada ao conhecimento da dinâmica da água no solo (Coelho et al., 2001), e o estabelecimento das diferentes práticas vegetativas resulta em aumento da interceptação e retenção da água das chuvas (pelas copas arbóreas e pela serrapilheira) reduzindo a erosividade da água das chuvas.

O objetivo deste trabalho foi estudar a dinâmica da água no solo e caracterizar os mecanismos hidrológicos envolvidos nos processos de implantação de vegetação em um talude de corte recentemente conformado.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se no Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro Galeão/ Antônio Carlos Jobim, na Ilha do Governador, RJ. O clima local é do tipo Aw (Köppen); a geologia é composta de granitos e gnaisses do Pré-Cambriano, subjacente à Formação Macacú; e a cobertura pedológica é de LATOSSOLO AMARELO, essencialmente caulinitico, originado de sedimentos argiloarenosos (de origem fluvio-lacustre) correlacionáveis à Formação Macacú.

O experimento foi conduzido em um talude na Área Z (dentro da área patrimonial do aeroporto, coordenadas 22°47'53"S, 43°13'16"O), uma área degradada cuja recuperação está sendo executada desde maio de 2007 sob supervisão técnica da Embrapa Solos. O talude de corte, cuja conformação ocorreu entre maio e julho de 2007, possui 60 m de extensão, 15 m de comprimento de rampa, com uma inclinação de 1,5:1, ou 75%. O saprolito (horizonte C, com textura variando de franco-argilo-arenoso, argiloso e muito argiloso) encontra-se exposto, tendo sido já totalmente removidos os horizontes A e B. Os diferentes grupamentos texturais estão



distribuídos ao longo da rampa do talude de maneira uniforme, isto é, todos os tratamentos ocupam todas as faixas texturais do saprolito.

O talude foi dividido em 4 parcelas ocupando faixas de 12 metros de largura, onde foram implantadas diferentes práticas vegetativas.

Na primeira parcela foram plantadas leguminosas arbustivas e arbóreas de rápido crescimento (*Mimosa caesalpiniaefolia*, *Acacia holocericea*, *Acacia auriculiformis*, *Albizia guachapelle* e *Cratilia argentea*), inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio (Rizóbio) e fungos micorrízicos arbusculares (espaçamento 1,5 x 2,0 m entre plantas), sendo plantado capim Vetiver em dois cordões dividindo o talude em 3 sessões de 5 m na parcela. As covas foram abertas no mês de janeiro de 2008 (0,2 x 0,2 x 0,2 m).

A adubação consistiu de uma mistura de 150 mg de Superfosfato Simples, 100 mg de KCl, 20 mg de FTE(BR12), utilizando-se como meio uma mistura de solo/composto orgânico (proveniente de processo de compostagem da apara de grama produzida no próprio aeroporto) na proporção 2:1. Para a adubação do Vetiver foi adicionado 80 mg de sulfato de amônio. O plantio das leguminosas foi realizado através de mudas com 20 a 30 cm de altura. O capim Vetiver foi plantado através de propágulos extraídos de touceiras sadias provenientes de uma área degradada já revegetada situada dentro do aeroporto (Morro do Radar). Após o plantio toda a parcela foi recoberta com apara de grama, visando reter umidade e fornecer condições para o pegamento da vegetação.

A segunda parcela foi deixada sem nenhum tipo de plantio, sendo utilizada como controle no experimento. Na terceira parcela foi executado um plantio através de hidrossemeadura convencional, utilizando-se de uma mistura de 4000 L de água, 1 saco de Fosfato (10kg), saco de Megamulch (20kg), 1 saco de NPK 4-14-8 (20kg), 3 sacos de composto orgânico (esterco bovino, 20kg), 1 saco de sementes (20kg) com sementes de feijão-guandu, nabo forrageiro, capim gordura, braquiária, crotalária, calopogônio, aveia preta e setária (em torno de 2,5kg de sementes para cada espécie). Esta mistura foi utilizada para a aplicação na parcela e também em uma faixa de 30 metros do talude acima, que possui geometria semelhante (totalizando uma área de 500m² para aplicação dos insumos nas proporções adequadas). O talude foi primeiramente coveado, e,

posteriormente, a mistura foi bombeada e jateada através de um caminhão pipa adaptado. O plantio foi executado no dia 8 de março de 2008 pela Empresa Fixa-Verde LTDA.

Na quarta parcela foi executado um plantio com aplicação de biomanta anti-erosiva (400UP /Deflor LTDA, composta de polipropileno fotodegradável e fibra de coco). O talude foi coveado, sendo posteriormente adubado com Fosfato Natural (2kg), NPK 4-14-8 (2kg), e esterco de curral. Posteriormente foram plantadas a lanço sementes (4kg) de calopogônio, braquiária, feijão-guandu, nabo forrageiro, capim gordura, crotalária (em torno de 0,5kg de sementes para cada espécie). O plantio e a aplicação da biomanta foram ambos executados no dia 17 de janeiro.

Para monitorar a precipitação pluvial foram instalados dois pluviômetros digitais (modelo ECH₂O-Rain Gauge, da Decagon Inc.), chamados de P1 e P2 (Fig.1), com resolução de 1 mm, configurados para medições horárias. Para as medições de potenciais matriciais foram utilizados sensores de matriz granular (GMS, da Watermark) e para mensurações de umidade volumétrica foram instalados sensores de reflectometria no domínio da frequência (FDR, Decagon). Os instrumentos foram instalados nas 4 parcelas, nos 3 terços (inferior, médio e superior) e nas 4 profundidades (0,25; 0,50; 0,75 e 0,90cm). Os sensores foram configurados para aquisição horária de dados, sendo ligados aos respectivos sistemas de aquisição de dados, com autonomies, para esta configuração, de 170 dias (Monitor – Watermark; aquisição de dados de GMS) e 238 dias (Em50 – Decagon; aquisição de dados de FDR). O sensor FDR possui um erro de até 4% e uma resolução de 0,1% no conteúdo de umidade volumétrica, medindo numa faixa de 0-40%. Os GMS possuem uma faixa de leitura de 0 até 200kPa, com um tempo de resposta e precisão semelhantes a de um tensiômetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados discutidos a seguir referem-se ao período de 25 a 29 de março de 2008, pouco mais de 1 mês após o término da implantação das práticas vegetativas. A parcela 1, primeira a ser implantada, encontra-se com arbustos e cordões de Vetiver com altura em torno de 1 metro. A parcela 2 encontra-se já bastante erodida em função da ausência de cobertura vegetal. A parcela 3 foi a última a ser implantada, apresentando uma cobertura vegetal



incipiente, ainda em estágio inicial de desenvolvimento. A parcela 4 encontra-se em estágio avançado de desenvolvimento, apresentando uma densa cobertura com altura em torno de 0,50 m.

A Figura 1 mostra a variação dos potenciais matriciais e conteúdo de umidade volumétrica em função das precipitações pluviais, no terço superior, para a Parcela 1, para o período avaliado. Observa-se uma resposta rápida aos 0,25 m dos sensores de umidade aos três principais eventos de chuva ocorridos na série avaliada, com valores chegando à 0,2 após um evento de 45 mm/h de chuva, no dia 26 de março. Os instrumentos aos 0,75 m e 0,90 m mantiveram valores inalterados de umidade. Em relação aos potenciais matriciais observa-se todo o processo de recarga ao longo do período avaliado, com um secamento pronunciado aos 0,25 m e 0,50 m e transferência de umidade para os 0,75 e, posteriormente, para os 0,90, sendo possível verificar o “atraso” na chegada deste conteúdo de água à esta última profundidade, com um ligeiro aumento dos potenciais matriciais de 16kPa para 12kPa).

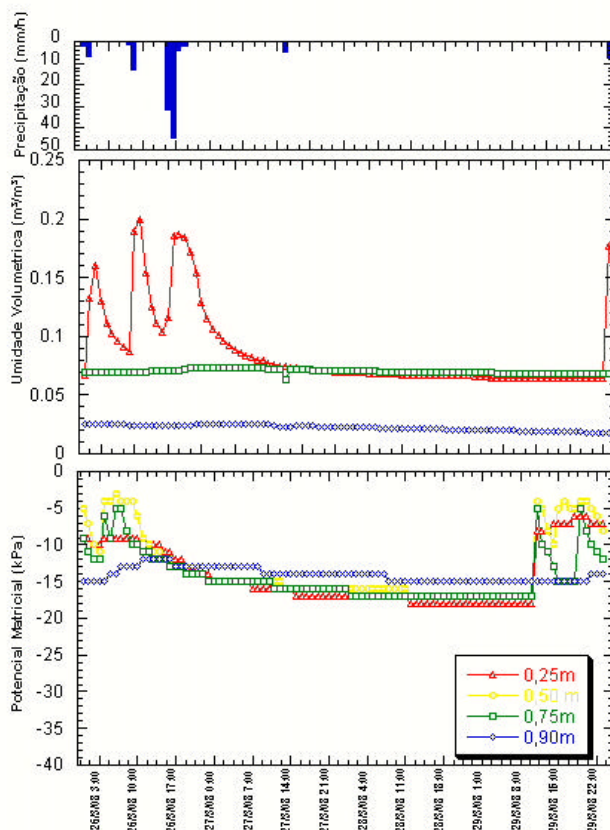


Figura 1. Monitoramento da precipitação, umidade volumétrica e potenciais matriciais na parcela 1.

Ao observar-se os resultados para a parcela 4, onde foi implantada a biomanta (Figura 2), verifica-se que há maior retenção de umidade até os 0,5 m em relação a Parcela 1, atingindo valores de até 0,22

para os 0,25 m e 0,2 para os 0,5 m. Os valores de umidade aos 0,75 m e 0,90 m mantiveram-se substancialmente inferiores ao observado mais próximo à superfície, o que indica que esta maior retenção de umidade está retardando a frente de infiltração nesta parcela.

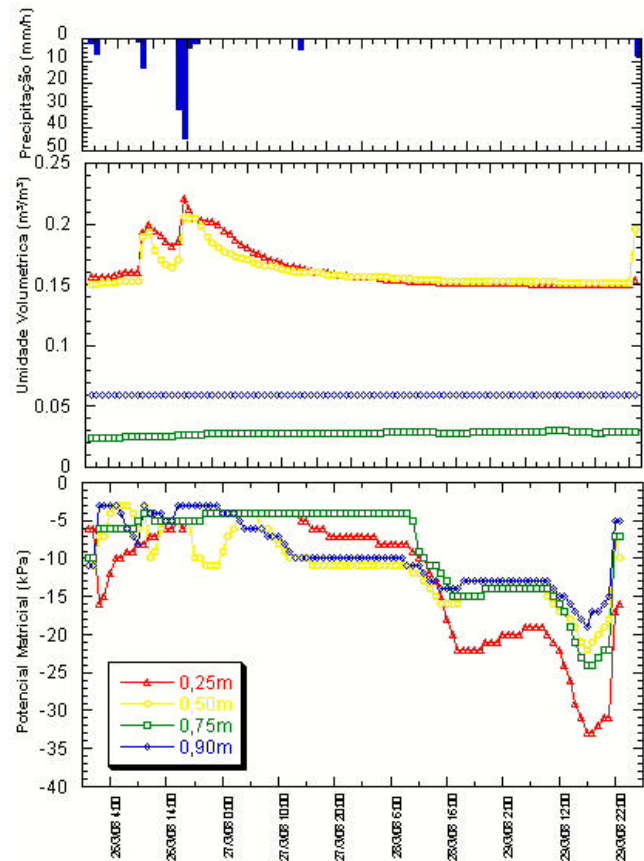


Figura 2. Monitoramento da precipitação, umidade volumétrica e potenciais matriciais na parcela 4.

A resposta dos potenciais matriciais na parcela 4 foi mais pronunciada em relação à parcela 1, podendo-se constatar um maior secamento aos 0,25 m após 3 dias de estiagem, com valores de até -32kPa. Observa-se também claramente a transferência de umidade dos 0,75 m para os 0,90 m, evidenciada pelo gráfico de variação dos potenciais matriciais (até o dia 28 o potencial matricial é de -4kPa aos 0,75 e -10kPa aos 0,90; invertendo para -24kPa e -18kPa, respectivamente).

Visando detalhar os processos envolvidos foi gerado também um gráfico representando a distribuição dos potenciais matriciais ao longo das profundidades avaliadas, para 4 diferentes momentos: 22/03/08 3:00, 25/03/08 18:00, 27/03/08 13:00, 28/03/08 12:00 (Fig. 3).

Observa-se na Figura 3, em um primeiro momento, após um evento de 4 mm/h, a distribuição

dos potenciais matriciais com a umidade se concentrando nos primeiros 0,5 m do solo, com valores de -12kPa a -14kPa, mantendo-se constante em -14kPa até os 0,75 e variando entre -14kPa e -16kPa dos 0,75m aos 0,90 de profundidade. No momento seguinte, logo após uma chuva de 45mm/h, observa-se uma redução substancial dos potenciais matriciais, já sendo possível observar mudanças até os 0,90 m. Os valores variaram entre -12kPa e -13kPa até os 0,50 m e seguiram constantes na faixa de -13kPa até os 0,90.

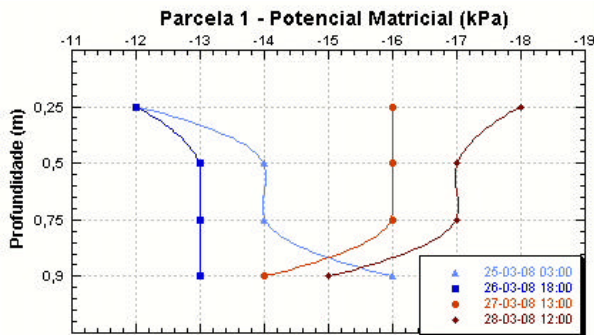


Figura 3. Distribuição dos potenciais matriciais em profundidade, para 4 diferentes momentos, na parcela 1.

No terceiro momento, 19 h após o segundo, já se observa o secamento do solo após a interrupção das chuvas; os potenciais ficam constantes até os 0,75 m em -16kPa, com um aumento geral da ordem de 3kPa na sucção (chegando a 4kPa aos 0,25 m). Dos 0,75 m aos 0,90 m a redução dos potenciais matriciais foi menor (os potenciais variaram de -16kPa a -14kPa) devido ao maior tempo de resposta do solo nesta profundidade aos eventos de chuva. O último instante, 23h após o terceiro, já caracteriza o final do evento que gerou a frente de molhamento, com potenciais matriciais variando de -18kPa a -17kPa nos primeiros 0,50 m; mantendo-se constante até os 0,75 m em -17kPa e variando de -17kPa a -15kPa dos 0,75 m aos 0,90 m.

O conjunto de dados gerados nesta fase preliminar da pesquisa aponta para uma maior retenção da

umidade (umidade volumétrica) na Parcela 4 até 0,50 m, o que está relacionado ao efeito da manta como um cobertor que retém a água que chega ao solo. Foi constatada também menor variabilidade dos potenciais matriciais na Parcela 1, o que indica uma resposta mais lenta à frente de molhamento, provavelmente em função da grande quantidade de cobertura morta aplicada no solo exposto (apara de grama). Em relação à frente de molhamento, observa-se que um intervalo de três dias é necessário para que a umidade seja redistribuída no perfil após a infiltração da água das chuvas.

A Figura 4 permite a visualização do talude da área Z, das 4 parcelas, dos pluviômetros P1 e P2 e a instrumentação para monitoramento da água no solo.

CONCLUSÕES

A rápida resposta dos sistemas avaliados indica a importância de avaliações numa escala temporal detalhada, onde os eventos possam ser analisados individualmente.

A metodologia utilizada (que consistiu de medições horárias de todos os parâmetros) mostrou ser uma excelente ferramenta na detecção dos mecanismos envolvidos na dinâmica da água no solo em cada uma das práticas vegetativas adotadas, envolvendo cobertura morta, altura dos indivíduos, arquitetura radicular, interceptação e retenção pela vegetação, biomantas etc.

Como continuidade deste estudo serão discutidas pormenorizadamente todas as parcelas (de 1 a 4), sendo realizadas, para alguns períodos, medições de minuto em minuto da umidade volumétrica dos solos, relacionadas a dados de chuvas na mesma escala temporal de avaliação.

REFERÊNCIAS

COELHO, A. T.; GALVÃO, T. C.; PEREIRA, A.R. The effects of vegetative cover in the erosion prevention of a road slope - Environmental Management and Health, 12, 2001.

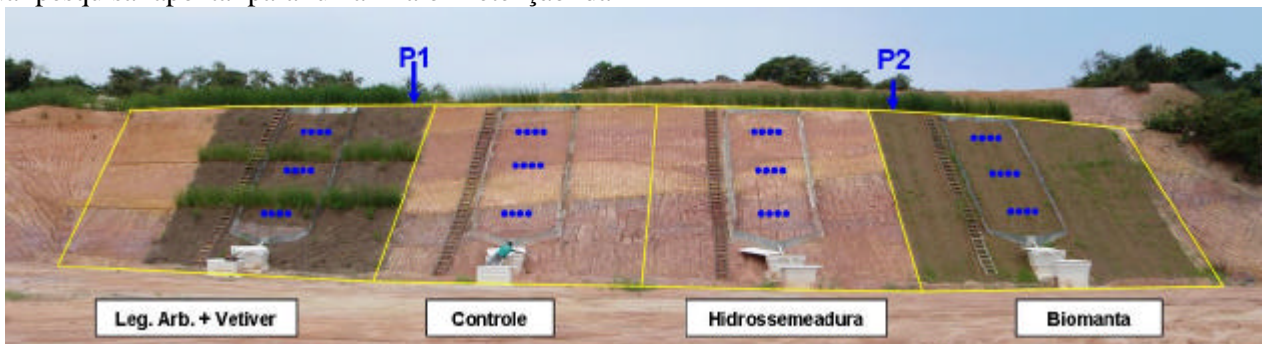


Figura 4. Talude da Área Z, visualização de 4 parcelas, pluviômetros P1 e P2 e instrumentação para monitoramento da água no solo.