



ARTICLES/ARTIGOS/ARTÍCULOS/ARTICLES

**Atributos físico-hídricos do solo ocupado com pastagem degradada e floresta nativa no Cerrado Sul-Mato-Grossense**

**Especialista Marco Aurélio de Castro**

Graduando em Agronomia, *Campus* de Chapadão do Sul, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Rodovia MS 306, Km 105, CEP: 79560-000 - Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: falecomarco@yahoo.com.br

**Doutor Fernando França da Cunha, Doutor Sebastião Ferreira de Lima, Doutor Vespasiano Borges de Paiva Neto, Doutora Ana Paula Leite**

Curso de Agronomia e Engenharia Florestal, *Campus* de Chapadão do Sul, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Rodovia MS 306, Km 105, CEP: 79560-000 - Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: fernando.cunha@ufms.br, sebastiao.lima@ufms.br, vespasiano.neto@ufms.br, paula.leite@ufms.br

**Graduando Fernando Fagner Magalhães, Graduando Gustavo Henrique Miguel da Cruz**

Graduando em Agronomia, *Campus* de Chapadão do Sul, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Rodovia MS 306, Km 105, CEP: 79560-000 - Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: fernando\_tec.agro@hotmail.com, gustavohmc\_@hotmail.com

**RESUMO**

**ARTICLE HISTORY**

**Received: 28 August 2012**

**Accepted: 11 December 2012**

**PALAVRAS-CHAVE:**

Conservação do solo e da água  
Escoamento superficial  
Infiltração

Adicionalmente ao processo agrícola, a remoção da vegetação nativa para o cultivo de pastagens contribuiu para degradação ambiental das áreas de cerrado nos aspectos de solos, flora e fauna. Processo de restauração florestal para recuperação de áreas degradadas é necessária, mas antes é importante avaliar a situação e o estágio em que se encontra a floresta nativa e a área a ser recuperada. Diante disso, objetivou-se na presente pesquisa comparar atributos físico-hídricos de um solo ocupado por pastagem degradada e floresta nativa no cerrado da região nordeste do Estado de Mato Grosso do Sul. O experimento foi montado na Fazenda Zeca Silva em Chapadão do Sul-MS e realizado entre outubro de 2011 e março de 2012, e conduzido no delineamento

inteiramente casualizado, com cinco repetições. Foram analisados a densidade do solo, porosidade do solo, infiltração da água no solo e o escoamento superficial. A cobertura do solo afetou os atributos físico-hídricos do solo. Áreas ocupadas por pastagem degradada proporcionaram maiores densidades do solo e escoamento superficial; e menores porosidades totais e taxas de infiltração básica em relação a áreas ocupadas por floresta nativa. O aumento da altura precipitada proporcionou aumento do escoamento superficial independente da cobertura do solo.

---

**KEY-WORDS:**

Soil and water conservation  
Surface runoff  
Infiltration

**ABSTRACT – PHYSICAL-HYDRIC SOIL ATTRIBUTES BUSY WITH DEGRADED PASTURE AND NATIVE FOREST IN THE SAVANNA OF BRAZIL.** In addition to the agricultural process, removal of native vegetation for growing pasture contributed to environmental degradation of savanna areas in the aspects of soil, flora and fauna. Forest restoration process for recovery of degraded areas is needed, but before it is important to assess the situation and the stage in which the native forest and the area to be reclaimed. Given this, the aimed to compare the physical-hydric soil attributes occupied by degraded pasture and native forest in the savanna of Brazil. The experiment was held between October 2011 and March 2012, and conducted in completely randomized design, with five repetitions. We analyzed the soil density, porosity of soil, water infiltration in the soil and surface runoff. The soil occupation affected the physical-hydric soil attributes. Areas occupied by degraded pasture provided higher densities of soil and surface runoff; and smaller total porosities and basic infiltration rates in relation to areas occupied by native forest. Height increase hasty provided increased surface runoff independent of ground cover.

---

**PALABRAS-CLAVE:**

Conservación del suelo y agua  
Escorrentía superficial  
Infiltración

**RESUMEN – ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS DEL SUELO OCUPADO CON PASTAJE DEGRADADO Y FLORESTA NATIVA EN EL CERRADO SUL-MATOGROSSENSE.** Además del proceso agrícola, la eliminación de la vegetación nativa para el cultivo de pastajes contribuyó a la degradación ambiental de las zonas de cerrado en los aspectos de suelos, flora y fauna. El proceso de restablecimiento forestal para la recuperación de áreas degradadas es necesario, pero antes es importante evaluar la situación y el escenario en el que se encuentra la floresta nativa y el área a ser recuperado. El objetivo de la investigación de este estudio fue comparar atributos físico-hídricos de un suelo ocupado por pastajes degradados y floresta nativa en el cerrado de la región nordeste de la provincia de Mato Grosso do Sul. El experimento fue montado en la Hacienda Zeca Silva en Chapadão do Sul-MS y llevó a cabo entre octubre de 2011 y marzo de 2012, y conducido

en el delineamiento enteramente casualizado, con cinco repeticiones. Se analizó la densidad y porosidad del suelo, infiltración de agua en el suelo y la escorrentía superficial. La cobertura del suelo afectó los atributos físico-hídricos del suelo. Áreas ocupadas por pastajes degradados proporcionaron mayores densidades del suelo y de la escorrentía superficial y menor porosidad total y tasas de infiltración básica en relación a áreas ocupadas por floresta nativa. El aumento de la altura precipitada proporcionó el aumento de la escorrentía superficial independiente de la cobertura del suelo.

---

## Introdução

O crescimento acelerado do Brasil nas últimas décadas, amplamente alardeado pela mídia em todo o mundo, vem sucessivamente ameaçando a grande diversidade dos ecossistemas brasileiros. No Estado de Mato Grosso do Sul, com o avanço da fronteira agropecuária, da expansão imobiliária e das atividades minerárias, grandes faixas de vegetação remanescentes do cerrado, até hoje pouco estudadas, vem sendo suprimidas para atender a esse desenvolvimento.

O cerrado corresponde a um terço da vegetação brasileira, com uma área aproximada de 200 milhões de hectares da área central do Brasil, o que corresponde a cerca de 23,5% do território nacional e a aproximadamente 5% da flora mundial (AZEVEDO, 2008). O cerrado é formado por vegetação com fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres. As florestas têm predominância de espécies arbóreas, com dossel contínuo ou descontínuo, nas savanas predominam árvores e arbustos espalhados sobre um estrato gramíneo, sem dossel contínuo, enquanto nos campos ocorrem espécies herbáceas e arbustivas, com poucas árvores (RIBEIRO; WALTER, 1998). Apesar da grande extensão ocupada por esse bioma, apenas 1,5% de sua área está protegida por unidade governamental de conservação (COUTINHO; MIRANDA; MORAIS, 1992).

De acordo com Martins et al. (2008), o cerrado embora considerado um dos *hotspots* mundiais, é também um dos ecossistemas mais ameaçados, em todas as suas fitofisionomias, pela ação antrópica desmedida. É necessário e urgente que medidas que visem desacelerar, e se possível interromper os processos de exploração danosa, associada às medidas reparadoras, como a produção de mudas para enriquecimento e recuperação de áreas florestais perturbadas.

Segundo Volpe et al. (2008), mais da metade da área de pastagens cultivadas no cerrado está degradada ou em processo de degradação. A busca de soluções para este problema tem demandado investigações para diversos tipos de solos, manejos e sistemas de produção. A degradação das pastagens é um processo descrito e estudado por diversos autores. Segundo Martha Jr.; Vilela (2002), o manejo animal inadequado e a carência de nutrientes no solo destacam-se dentre os fatores relacionados com a degradação das pastagens no cerrado.

Uma forma para recuperar essas áreas degradadas seria implementar o processo de restauração florestal. Antes de iniciar a restauração florestal de uma área é importante avaliar a situação e o estágio em que se encontra a floresta

nativa remanescente e a área a ser restaurada. Essas avaliações são principalmente em nível de espécie e de solo.

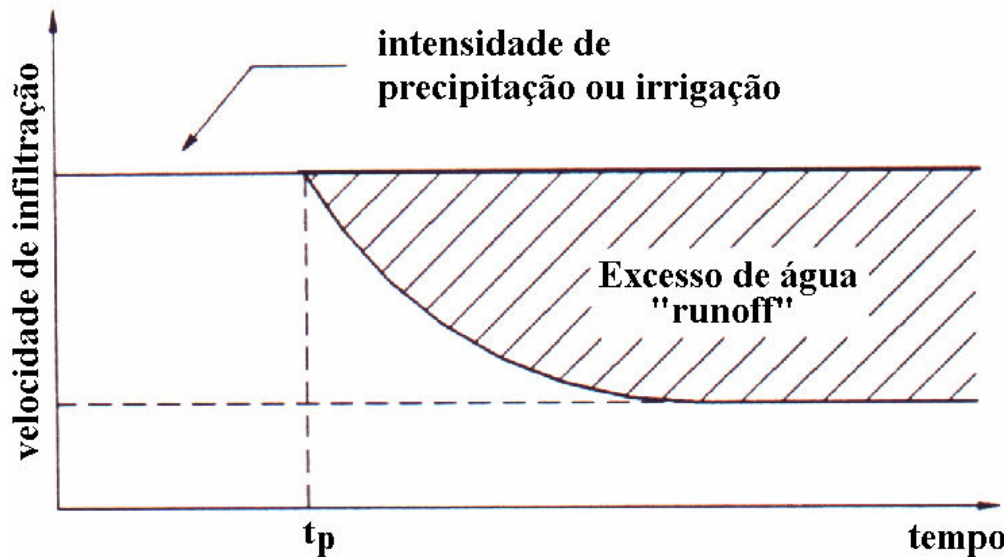
As características do solo que podem servir de parâmetros para sua qualificação são: densidade, porosidade, resistência do solo a penetração mecânica e infiltração da água no solo. Essas características isoladas ou associadas podem influenciar o escoamento superficial e conseqüentemente as perdas de água e solo.

Dentre essas características, tem-se a infiltração, que é o processo pelo qual a água atravessa a superfície do solo. O conhecimento deste processo é de grande importância prática, pois a taxa de infiltração da água no solo é um dos fatores que mais influencia o escoamento superficial, responsável por processos indesejáveis, como a erosão e as inundações. Em outras palavras, a precipitação incidente sobre a superfície do solo estará disponível para o escoamento superficial caso a intensidade de aplicação seja maior que a capacidade de infiltração do solo (BRANDÃO; PRUSKI; SILVA, 2003).

À medida que a água infiltra no solo, as camadas superiores do perfil vão se umedecendo de cima para baixo, alterando gradativamente o perfil de umidade. Enquanto há aporte de água, o perfil de umidade tende à saturação em toda a profundidade, sendo a camada superficial, naturalmente, a primeira a saturar. Normalmente, a infiltração decorrente de precipitações naturais não é capaz de saturar todo o solo, restringindo-se a saturar, quando consegue, apenas as camadas próximas à superfície, conformando um perfil típico onde o teor de umidade decresce com a profundidade (SILVEIRA; LOUZADA; BELTRAME, 2000).

Segundo Bernardo; Soares; Mantovani (2008), a capacidade de infiltração é alta no início e vai diminuindo gradativamente, até um valor quase constante. Neste ponto, em que a variação da capacidade de infiltração é muito pequena, ela é chamada de infiltração final ou taxa de infiltração básica (TIB).

A capacidade de infiltração deve ser entendida como a quantidade máxima de água que pode infiltrar no solo em um dado intervalo de tempo. Quando uma precipitação atinge o solo com intensidade menor do que a capacidade de infiltração, toda a água penetra no solo, provocando progressiva diminuição na própria capacidade de infiltração. Persistindo a precipitação, a partir de um tempo  $t = t_p$  (tempo de empoçamento), representado na Figura 1, a taxa de infiltração iguala-se à capacidade de infiltração, passando a decrescer com o tempo e tendendo a um valor constante após grande período de tempo, caracterizado como a condutividade hidráulica do solo saturado (PRUSKI et al., 1997).



**Figura 1.** Variação da velocidade (taxa) de infiltração com o tempo, sob condições de precipitação  
(Fonte: BRANDÃO; PRUSKI; SILVA, 2003).

Como descrito anteriormente, o empoçamento da água nas depressões existentes na superfície do solo começa a ocorrer somente quando a intensidade de precipitação excede a taxa de infiltração, ou quando a capacidade de acumulação de água no solo for ultrapassada. Esgotada a capacidade de retenção superficial, a água começará a escoar, ocorrendo o que se denomina de escoamento superficial.

Além das partículas de solo em suspensão, o escoamento superficial transporta nutrientes, matéria orgânica, sementes e defensivos agrícolas que resultará no empobrecimento gradativo dos solos agrícolas, além de gerar assoreamento e poluição dos mananciais. Os nutrientes são transportados junto com a solução do solo e/ou adsorvidos às partículas de solo.

Com isso, a erosão hídrica tem sido uma das principais causas de redução da produtividade das terras agrícolas, podendo, inclusive, resultar no abandono de áreas anteriormente produtivas. Além disso, acarreta a elevação do custo de produção, uma vez que aumenta a necessidade do uso de corretivos e fertilizantes, e reduz a capacidade operacional das máquinas agrícolas (PARKER; MICHEL; SMITH, 1995).

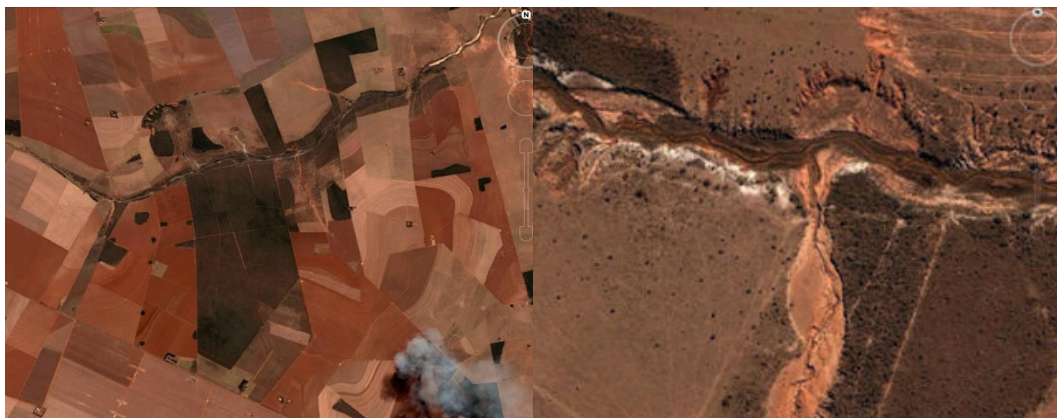
A densidade do solo expressa a relação massa/volume do solo, constituindo, assim, um índice do grau de arrançamento das partículas. Para o mesmo solo, quanto mais elevada for a densidade do solo, maior será a sua compactação, menor sua porosidade total e, conseqüentemente, maiores serão as restrições ao desenvolvimento das plantas e a infiltração e retenção de água. Com a diminuição da velocidade de infiltração, ocorre maior escoamento superficial e, conseqüentemente, há aumento de perdas de solo, água e nutrientes. De acordo com Guerra; Silva; Botelho (1999), um aumento na densidade do solo, por efeito

da compactação, resulta na diminuição dos macroporos; em função disso, o solo torna-se mais erodível.

Diante do exposto, objetivou-se na presente pesquisa comparar atributos físico-hídricos de um solo ocupado por Pastagem Degradada e Floresta Nativa no cerrado da região nordeste do Estado de Mato Grosso do Sul.

### Material e Métodos

A microbacia hidrográfica estudada foi a do Pasto Ruim, pertencente à Bacia do Rio Paraná. A microbacia apresenta uma área de 300 km<sup>2</sup> e possui um curso d'água permanente e situa-se no município de Chapadão do Sul, no nordeste do Estado de Mato Grosso do Sul. O experimento foi montado na Fazenda Zeca Silva que apresenta as seguintes coordenadas (18° 46' 34" S e 52° 30' 58" W) e altitude média de 820 metros (Figura 2).



**Figura 2.** Imagens de satélite obtidas no Google Earth representativas das áreas degradadas na microbacia do Pasto Ruim. Chapadão do Sul-MS, 2011.

O município de Chapadão do Sul encontra-se dividido em duas regiões: Região dos Planaltos Arenítico-Basálticos Interiores, com uma unidade geomorfológica, Divisores Tabulares dos Rios Verde e Pardo. E a Região dos Chapadões Residuais da Bacia do Paraná, com a Unidade Chapadão das Emas. Apresenta Modelados Planos-P, relevo plano, geralmente elaborado por várias fases de retomada erosiva; Modelados de Dissecação – D, com relevos elaborados pela ação fluvial.

O clima, segundo classificação de Koppen, é do tipo tropical úmido (Aw), com estações bem definidas, chuvosa no verão e seca no inverno, apresenta temperatura média anual variando de 13°C a 28°C, precipitação média anual de 1.850 mm e umidade relativa média anual de 64,8%. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Típico.

O experimento foi realizado entre outubro de 2011 e março de 2012, e conduzido no delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e cinco repetições. Foram selecionadas duas áreas, sendo a primeira sob floresta nativa (considerada como condição natural) e a segunda em área coberta por

pastagem em condição de degradação. A floresta nativa é representada por área com vegetação natural de cerrado, caracterizada como floresta tropical subcaducifólia. Foram analisados a densidade do solo, porosidade do solo, infiltração da água no solo e o escoamento superficial. Para fatores que analisaram os atributos do solo em diferentes camadas, como densidade e porosidade do solo, o experimento foi conduzido em esquema de parcela subdividida, tendo as duas coberturas (Pastagem Degrada e Floresta Nativa) na parcela e as duas profundidades (0-20 e 20-40 cm) nas subparcelas.

As características físico-hídricas foram realizadas conforme metodologias descritas por Bernardo; Soares; Mantovani (2008). Para a densidade do solo, foram coletadas amostras indeformadas de solo por meio do amostrador Uhland, em três locais representativos dentro de cada parcela experimental, nas camadas de solo de 0-10 e 10-20 cm utilizando anéis volumétricos com 5,0 cm de altura e 8,5 cm de diâmetro, e tomando-se a média dos valores para cada parcela experimental obtidos como referência.

A densidade do solo e a densidade da partícula do solo foram obtidas de acordo com as equações 1 e 2, respectivamente, e a porosidade total pela equação 3.

$$D_s = \frac{\text{massa de solo seco}}{\text{volume de solo}} \quad (1)$$

$$D_p = \frac{\text{massa de solo seco}}{\text{volume das partículas sólidas do solo}} \quad (2)$$

$$P_T = 100 \left( 1 - \frac{D_s}{D_p} \right) \quad (3)$$

em que:

$D_s$  = densidade do solo, g cm<sup>-3</sup>;

$D_p$  = densidade da partícula do solo, g cm<sup>-3</sup>; e

$P_T$  = porosidade total do solo, %.

Para a determinação da infiltração da água no solo foi utilizado o método dos anéis concêntricos, segundo recomendações de Bernardo; Soares; Mantovani (2008). Para isso, foram utilizados dois anéis com diâmetros de 25 e 50 cm, ambos com 30 cm de altura. Esses anéis foram instalados de forma concêntrica, aprumados na vertical, e enterrados a 15 cm no solo. Uma régua pequena graduada de 15 cm foi instalada no interior do anel de menor diâmetro, para permitir a leitura do nível da água. A água foi adicionada, ao mesmo tempo, nos dois anéis, e com a régua graduada foi acompanhada a infiltração vertical no cilindro interno.

A infiltração acumulada de água no solo foi descrita utilizando a equação do tipo Kostiaikov. Inicialmente, determinou-se a infiltração acumulada pela equação 4. A taxa de infiltração instantânea foi determinada pela equação 5. O ensaio foi realizado até que a taxa de infiltração, observada no anel interno, tornasse aproximadamente constante com o tempo, ou seja, até que a leitura se repetisse por três vezes, obtendo dessa forma a taxa de infiltração básica (TIB).

$$I = k \cdot T^n \quad (4)$$

$$TI = k \cdot n \cdot T^{n-1} \quad (5)$$

em que:

I = infiltração acumulada, em cm;

k = constante que depende do solo;

T = tempo de infiltração, em min;

n = constante que depende do solo, variando entre 0 e 1; e

TI = taxa de infiltração instantânea, em  $\text{cm min}^{-1}$ .

Para o monitoramento do escoamento superficial sob condições de chuvas naturais foram coletadas 5 caixas por tratamento. Essas caixas foram de chapas galvanizadas com dimensões de 23,5 x 23,5 x 35 cm (largura x comprimento x altura) e foram enterradas no solo (Figura 3). A precipitação pluviométrica foi obtida por meio de um pluviômetro Ville de Paris.



**Figura 3.** Detalhe da instalação de bases para coleta do escoamento superficial. Chapadão do Sul-MS, 2011-2012.

A lâmina de escoamento superficial foi obtida pela relação entre volume total escoado e área de contribuição para o escoamento, conforme equação 6.

$$L_{esc} = \frac{V_{esc}}{A} \quad (6)$$

em que:

$L_{esc}$  = lâmina total de escoamento superficial, mm;

$V_{esc}$  = volume total de escoamento superficial, L; e

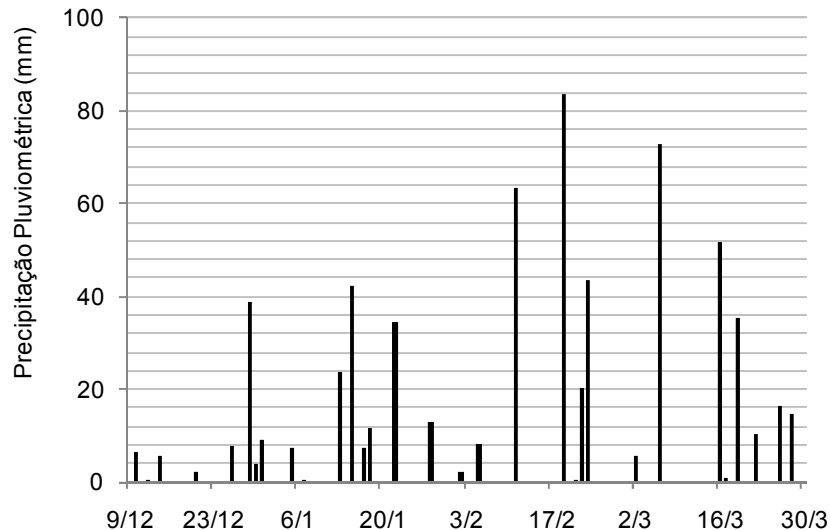


A = área da parcela experimental, m<sup>2</sup>.

Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão. Para o fator quantitativo, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t a 10% de probabilidade e no coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>). A comparação de médias foi realizada usando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Independente da interação entre os fatores serem ou não significativo, optou-se pelo desdobramento da mesma, devido ao interesse em estudo. Para execução das análises estatísticas foi utilizado o programa estatístico gratuito “ASSISTAT versão 7.6 beta (2012)”.

## Resultados e Discussão

Verifica-se na Figura 4 as alturas precipitadas no período compreendido entre 10/12/2011 e 28/03/2012. Houve 31 eventos de precipitação em todo o período experimental, variando entre 0,2 e 83,2 mm, totalizando uma altura total de 638,6 mm de chuva. Segundo Costa (1994), alturas inferiores a 1 mm não podem ser consideradas precipitações pluviométricas, diante disso, houve apenas 27 eventos em todo o período experimental, totalizando uma altura de 636,5 mm de chuva.



**Figura 4.** Precipitação pluviométrica durante o período de coleta do escoamento superficial. Chapadão do Sul-MS, 2011-2012.

Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios da densidade do solo nas duas coberturas de solo e nas diferentes camadas avaliadas. Na camada superior (0-20 cm) verificou-se, na área ocupada pela Pastagem Degradada, que a densidade do solo foi maior. Esse resultado pode ser explicado pelo pisoteio animal, pois em sistemas de pastejo, a probabilidade de que ocorra pisoteio repetidamente no mesmo local aumenta, promovendo acréscimos nos valores de densidade do solo entre 7 e 18% (AZENEGASHE; ALLEN; FONTENOT, 1997).

Segundo Primavesi (1982), um bovino de 400 kg pisoteando o solo exerce uma pressão de 3,5 kgf cm<sup>-2</sup>. Esse mesmo autor comparou com outros tipos de carga, relatando que os ovinos (60 kg), homens (70 kg), tratores de esteira e um caminhão (15 Mg) exercem uma pressão de pisoteio de 2,1; 0,73; 0,38; e 5,97 kgf cm<sup>-2</sup>, respectivamente. Na camada de 20-40 cm, o tipo de cobertura não proporcionou diferença significativa na densidade do solo, reforçando a hipótese que o pisoteio animal foi o responsável pela diferença na camada superior.

**Tabela 1.** Valores médios de densidade do solo (g cm<sup>-3</sup>) em diferentes profundidades e em solo ocupado por diferentes coberturas. Chapadão do Sul-MS, 2012.

Cobertura do Solo	Profundidade (cm)	
	0-20	20-40
Floresta Nativa	1,4765 Bb	1,5431 Aa
Pastagem Degradada	1,5559 Aa	1,5644 Aa

\* As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna (dms = 0,0514) e minúscula na linha (dms = 0,0650) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Observou-se também na Tabela 1, que na área coberta pela Floresta Nativa, a densidade do solo na camada superior foi menor. Esse comportamento possivelmente pode ser creditado ao maior teor de matéria orgânica adicionada pela decomposição das folhas, corroborando com Tormena et al. (2002), Cunha et al. (2011) e Marcolin; Klein (2011). Na área ocupada pela Pastagem Degradada a densidade do solo não variou nas duas profundidades avaliadas. Nessa área a decomposição de massa vegetal é menor, uma vez que a forrageira é consumida pelo animal.

A densidade do solo afetou a porosidade do solo (Tabela 2). Na camada superior (0-20 cm), observou-se que a área ocupada pela Pastagem Degradada apresentou menor porosidade, devido ao pisoteio animal. Na camada inferior, essa diferença não foi verificada. Observa-se também que na área ocupada pela Floresta Nativa, a porosidade total na camada 0-20 cm foi maior que a camada imediatamente inferior.

**Tabela 2.** Valores médios de porosidade total (%) em diferentes profundidades e em solo ocupado por diferentes coberturas. Chapadão do Sul-MS, 2012.

Cobertura do Solo	Profundidade (cm)	
	0-20	20-40
Floresta Nativa	44,2844 Aa	41,7706 Ab
Pastagem Degradada	41,2862 Ba	40,9659 Aa

\* As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna (dms = 1,9383) e minúscula na linha (dms = 2,4535) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Verificam-se na Figura 5 as curvas de infiltração da água no solo por meio de regressão do tipo Kostiakov, para as duas coberturas de solo em diferentes testes realizados. As curvas apresentaram bons ajustes, como podem ser observados seus respectivos coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>). Segundo OLIVEIRA et al. (2008) a precisão é dada pelo coeficiente de determinação, o qual indica o grau em que a regressão explica a soma do quadrado total.

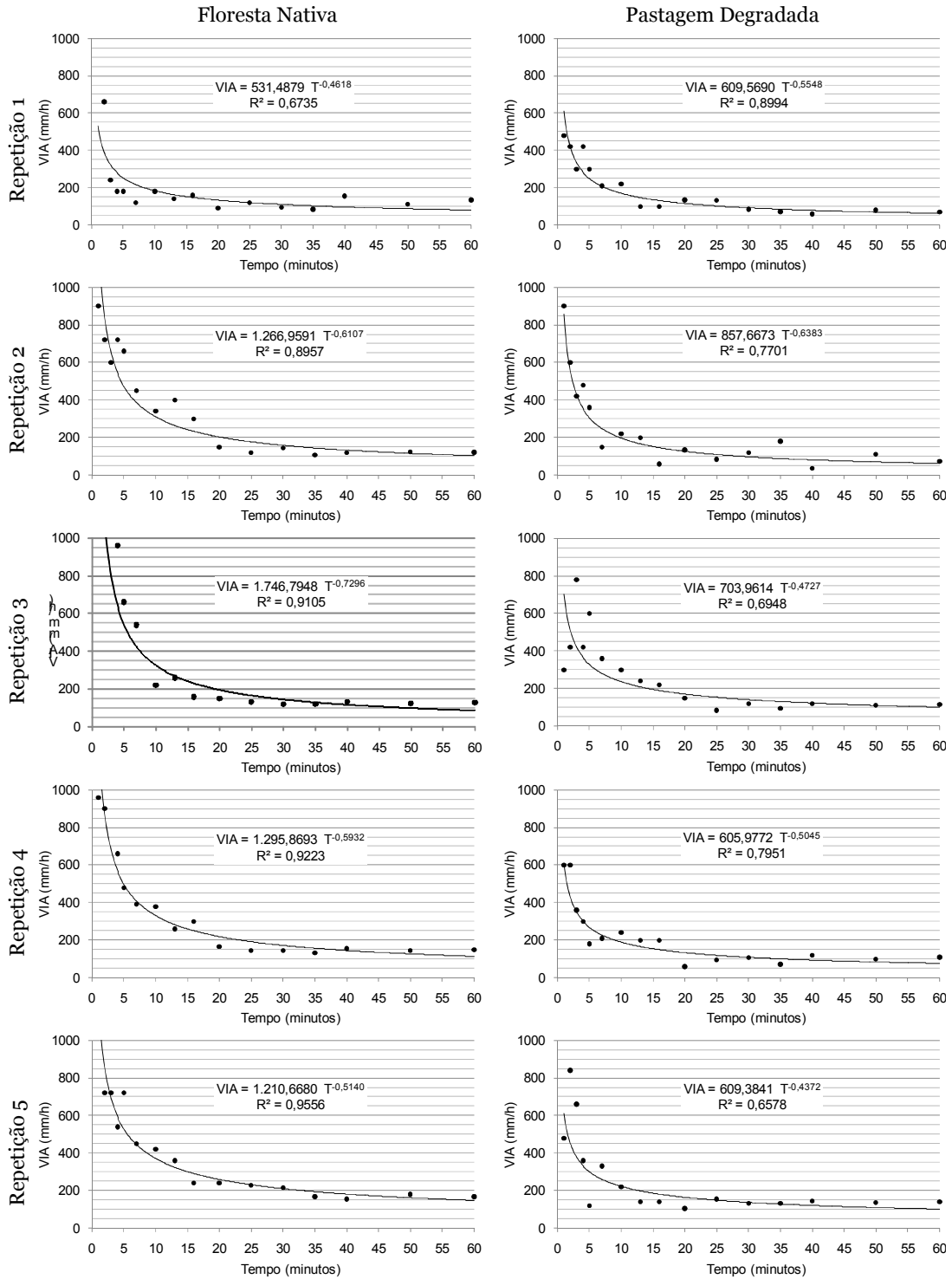


Figura 5. Taxa de infiltração da água no solo em função do tempo em solo ocupado por diferentes coberturas. Chapadão do Sul-MS, 2012.

As curvas de infiltração geradas apresentaram comportamento diferente no início do teste, principalmente devido a umidade inicial do solo. A umidade inicial do solo nos testes realizados na área ocupada pela Floresta Nativa foi de  $11,50 \pm 0,86\%$ , enquanto que na área ocupada pela Pastagem Degradada foi de  $9,54 \pm 1,02\%$ . Observa-se também que a taxa de infiltração no início do teste sempre foi maior, pois no início do teste o solo se encontrava com umidade abaixo da saturação. Segundo Cecílio et al. (2007), à medida que a água infiltra no solo, as camadas superiores do perfil vão se umedecendo de cima para baixo, alterando gradativamente o perfil de umidade. Enquanto há aporte de água, o perfil de umidade tende à saturação em toda a profundidade, sendo a camada superficial, naturalmente, a primeira a saturar. Dessa forma, a quantidade de água no início do teste foi utilizada para preencher a porosidade do solo. Quando existe excesso de água na superfície do solo (condição de empoçamento), a capacidade de infiltração é decrescente ao longo do tempo até atingir um valor aproximadamente constante após um período longo de tempo, denominado taxa de infiltração básica (TIB).

Os valores médios de TIB para as duas coberturas de solo estão apresentados na Tabela 3. De acordo com a classificação de Bernardo; Soares; Mantovani (2008), a TIB nas diferentes áreas é classificada como muito alta. Os mesmos autores relatam que em solos arenosos, a TIB pode chegar a valores de até  $25 \text{ mm h}^{-1}$ .

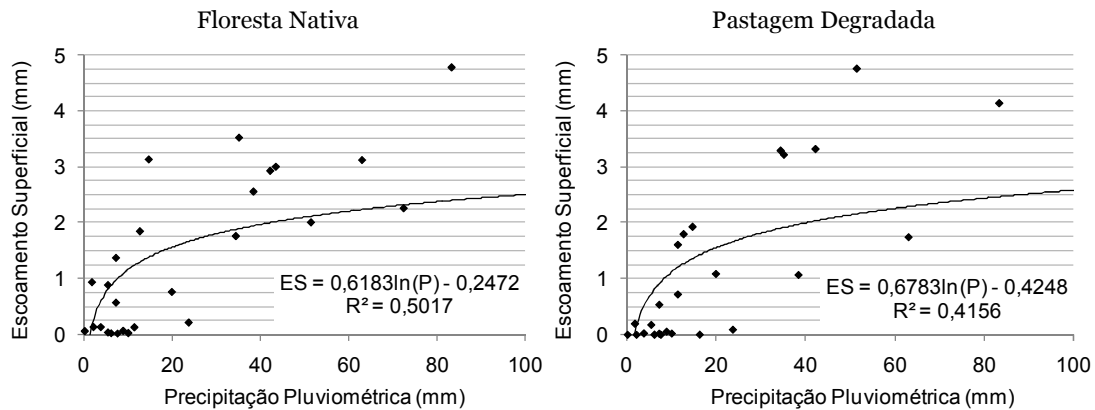
**Tabela 3.** Valores médios de taxa de infiltração básica do solo (TIB) em solo ocupado por diferentes coberturas. Chapadão do Sul-MS, 2012.

Cobertura do Solo	Floresta Nativa	Pastagem Degradada
TIB (cm/h)	10,6817 a	8,1153 b

\* As médias seguidas pela mesma letra (dms = 2,3116) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Verificou-se também que a TIB foi maior na área coberta pela Floresta Nativa. A TIB na área coberta pela Pastagem Degradada foi menor devido à maior densidade do solo e menor porosidade como observado nas Tabelas 1 e 2. Pelo fato do solo ser o mesmo em ambas as áreas, essa maior densidade do solo resultou em menor macroporosidade, implicando maior dificuldade e maior perda de energia para o fluxo da água no solo, e como relatado anteriormente, o pisoteio animal foi quem proporcionou esse resultado. Primavesi (1982) estudando a influência do pastejo na infiltração de água no solo, concluiu que a presença do animal reduziu em 59% a TIB do solo, devido principalmente, ao encrostamento superficial do solo. Segundo Brandão; Pruski; Silva (2003), quando ocorre encrostamento superficial, a sua superfície apresenta-se compacta e, embora a espessura da camada seja pequena, seu efeito sobre as propriedades físicas do solo influencia, acentuadamente, as condições de infiltração. Esses autores também relataram que solos intemperizados são caracterizados pela predominância de óxidos de ferro e alumínio em relação às argilas silicatadas. Portanto, para as condições brasileiras, a estrutura do solo pode exercer influência muito mais expressiva na taxa de infiltração do que a textura.

Na Figura 6 estão apresentados os valores médios de escoamento superficial em função de diferentes alturas de chuva para as duas coberturas de solo estudadas. Verifica-se que o comportamento do escoamento superficial ajustou-se a uma curva logarítmica. Para pequenas alturas de precipitação pluviométrica o escoamento é mínimo, pois toda a água infiltra no solo. Conforme aumentou a altura de chuva, observou-se aumento do escoamento superficial, possivelmente devido ao aumento do volume de água e também da intensidade de precipitação. Quando a intensidade de precipitação supera a TIB, parte da chuva infiltra no solo e a outra escoar superficialmente. Nota-se também uma ligeira diferença entre o escoamento superficial nas duas áreas avaliadas, em que na Pastagem Degradada apresentou maiores valores. Esse comportamento foi proporcionado pela TIB como visto na Tabela 3 e corrobora com algumas pesquisas (ARATO; MARTINS; FERRARI, 2003; COSTALONGA et al., 2006). Segundo Pruski; Brandão; Silva (2004) os fatores que mais influenciam o escoamento superficial são o solo, topografia, rede de drenagem e obras hidráulicas presentes na bacia. Os autores ainda relatam que o escoamento superficial é importante pois a sua energia cinética é responsável pela perda de solo.



**Figura 6.** Escoamento superficial em função de diferentes alturas de chuva em solo ocupado por diferentes coberturas. Chapadão do Sul-MS, 2012.

### Conclusão

A cobertura do solo afeta os atributos físico-hídricos do solo.

Áreas ocupadas por pastagem degradada proporcionam maiores densidades do solo e escoamento superficial; e menores porosidades totais e taxas de infiltração básica em relação a áreas ocupadas por floresta nativa.

O aumento da altura precipitada proporciona aumento do escoamento superficial independente da cobertura do solo.

### Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro (Edital MCT/CNPq/CT-Agronegócio n.º 26/2010) e pela concessão da bolsa de iniciação científica à primeira autoria.

### Referências

- ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. S. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 715-721, 2003.
- AZENEGASHE, O. A.; ALLEN, V.; FONTENOT, J. Grazing sheep and cattle together or separately: effect on soil and plants. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 3, p. 380-386, 1997.
- AZEVEDO, M. I. R. **Estrutura e restauração de cerrado em Palmas-TO e germinação de sementes de *Buchenavia tomentosa* Eichler, *Hymenaea stigonocarpa* Mart. Ex Hayne, *Guazuma ulmifolia* Lam. e *Enterolobium gummiferum* (Mart.) J. F. Macbr.** Viçosa: UFV, 2008. 118p. (Tese de Doutorado).
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. 625p.
- BRANDÃO, V. S.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. **Infiltração da água no solo**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2003. 98p.
- CECÍLIO, R. A.; MARTINEZ, M. A.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D.; ATAÍDE, W. F. Substituição dos parâmetros do modelo de Green-Ampt-Mein-Larson para a estimativa da infiltração em alguns solos do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1141-1151, 2007.
- COSTA, M. H. **Análise de dados de precipitação**. Viçosa: AEAMG, 1994. 21 p. (Caderno didático, nº 11)
- COSTALONGA, S. R.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; SILVA, A. F.; BORGES, E. E. L.; GUIMARÃES, F. P. Florística do banco de sementes do solo em áreas contíguas de pastagem degradada, plantio de eucalipto e floresta em Paula Cândido, MG. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 2, p. 239-250, 2006.
- COUTINHO, L. M.; MIRANDA, H. S.; MORAIS, H. C. **O bioma do cerrado e o fogo**. São Paulo: IEA USP, 1992. 48p.
- CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; LEANDRO, W. M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. I – atributos físicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 589-602, 2011.
- GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 340p.
- MARCOLIN, C. D.; KLEIN, V. A. Determinação da densidade relativa do solo por uma função de pedotransferência para a densidade do solo máxima. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 349-354, 2011.
- MARTHA Jr., G. B.; VILELA, L. **Pastagens no Cerrado: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes em pastagens**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 32p. (Documentos, 50).
- MARTINS, F. B.; STRECK, N. A.; SILVA, J. C.; MORAIS, W. W.; SUSIN, F.; NAVROSKI, M. C.; VIVIAN, M. A. Deficiência hídrica no solo e seu efeito sobre transpiração, crescimento e desenvolvimento de mudas de duas espécies de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 1297-1306, 2008.
- OLIVEIRA, R. A.; TAGLIAFERRE, C.; SEDIYAMA, G. C.; MATERAM, F. J. V.; CECON, P. R. Desempenho do Irrigâmetro na estimativa da evapotranspiração de referência. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 166-173, 2008.
- PARKER, D. B.; MICHEL, T. G.; SMITH, J. L. Compaction and water velocity effects on soil in shallow flow. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v.121, n.2, p.170-178, 1995.
- PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico de pastagens em regiões tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Editora Centaurus Ltda., 1982. 184p.
- PRUSKI, F. F.; CALIJURI, M. L.; BHERING, E. M.; SILVA, J. M. A. Metodologia baseada no uso de sistemas de informações geográficas para obtenção de equações de chuvas intensas em qualquer localidade do Estado do Paraná. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 5, n. 3, p. 254-265, 1997.
- PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. **Escoamento superficial**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2004. 87p.

- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC,1998. p.89-166.
- SILVEIRA, A. L.; LOUZADA, J. A.; BELTRAME, L. F. Infiltração e armazenamento no solo. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e aplicação**. Porto Alegre: EDUSP, 2000. p.335-372.
- TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S.; GONÇALVES, A. C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 4, p. 795-801, 2002.
- VOLPE, E.; MARCHETTI, M. E.; MACEDO, M. C. M.; ROSA Jr., E. J. Renovação de pastagem degradada com calagem, adubação e leguminosa consorciada em Neossolo Quartzarênico. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 131-138, 2008.