



AVALIAÇÃO DA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DO SOLO SOBRE CONDIÇÕES DE COBERTURA POR CERRADO E PASTAGEM

Daiane Ferreira **Batista**¹, Flávio Alves de **Sousa**²

(1 – Universidade Federal de Goiás, Mestranda em Geografia – UFG - Jataí. daianefb@hotmail.com, 2 – Universidade Estadual de Goiás, Docente do Curso de Geografia – Iporá. flaueg@hotmail.com)

Resumo: A condutividade hidráulica está diretamente associada aos processos de formação do solo, bem como ao uso da terra, deste modo, o presente trabalho teve por principal objetivo diagnosticar como as coberturas vegetais (cerrado e pastagem), interferem na intensidade da condutividade hidráulica do solo, e para isso, foram determinados dois pontos de coleta sendo um em pastagem e outro em cerrado, ambos pertencendo à mesma classe de solo (Latosolo Bruno muito-escuro). Para o experimento superficial utilizou-se o método dos anéis concêntricos de acordo com a proposta de Sousa (2013), e o método *open end hole* para infiltração em sub-superfície (50 cm), conforme Almeida et al., (2006). Os dados foram comparados com a granulometria do solo e a umidade gravimétrica, realizadas em laboratório. Utilizou-se ainda um teste de hipótese entre as médias de cada parâmetro analisado, pois isso ajuda a entender se há ou não diferença entre eles e se os solos foram modificados pelo tipo de uso. De acordo com resultados obtidos chegou-se a seguinte conclusão: As médias de condutividade hidráulica, granulometria e umidade do solo não sofreram alterações em função do tipo de uso.

Palavras-chaves: Cerrado, Pastagem, Análise, Condutividade Hidráulica.

ASSESSMENT OF THE SOIL HYDRAULIC CONDUCTIVITY ABOUT COVERAGE CONDITIONS BY PRAIREI AND PASTURES

Abstract: The hydraulic conductivity is directly related to soil genesis and land use, therefore, this study was aimed to diagnose as the vegetation cover (cerrado and pasture), interfere with the intensity of soil hydraulic conductivity, and for that, were determined two points of collection one in pasture and another in the Cerrado, both belonging to the same class of soil

Artigo recebido para publicação em 26 de Janeiro de 2015

Artigo aprovado para publicação em 05 de Outubro de 2015

(Oxisol very dark). To the superficial experiment was used the method of concentric rings according to the proposal by Sousa (2013), and Open end Hole method for infiltration in sub-surface (50 cm), according Almeida et al., (2006). The data were compared with the particle size and soil moisture gravimetric carried out in the laboratory. Was used a hypothesis test between the medias of each parameter, it helps to understand if there is or not difference between itself and if the soils was modified by the kind of use. According of results the result was: The Medias of hydraulic conductivity, granulometry and humidity of soil didn't have any changes because the kind of use of land.

Keywords: Cerrado, Pasture, Analysis, Hydraulic Conductivity.

EVALUACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA DEL SUELO SOBRE CONDICIONES DE COBERTURA POR SABANA TROPICAL Y PASTO

Resumen: La conductividad hidráulica está directamente relacionada con los procesos de formación del suelo, así como el uso del suelo, por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo principal para el diagnóstico como la cubierta vegetal (cerrado y pastos), interfiere con la intensidad de la conductividad hidráulica del suelo, y para ello, se determinó ambos sitios uno en el pasto y otro en el cerrado, ambos pertenecientes a la misma clase de suelo (Oxisol muy oscuro). Para el experimento superficial utilizado el método de anillos concéntricos de acuerdo con la propuesta de Sousa (2013), y el método de agujero de extremo abierto del infiltrado en el subsuelo (50 cm), de acuerdo con Adams et al., (2006). Los datos se compararon con granulometría del suelo y la humedad gravimétrica llevado a cabo en el laboratorio. Se utilizó una prueba de hipótesis, incluso entre el valor medio de cada parámetro ya que esto ayuda a entender si existe diferencia entre ellos y los suelos han sido modificados por el tipo de uso. Según los resultados, llegamos a la siguiente conclusión: La conductividad hidráulica media, textura del suelo y la humedad del suelo no cambió en función del tipo de uso.

Palabras clave: Savanna , praderas , el análisis, la conductividad hidráulica.

INTRODUÇÃO

A água é o um dos mais importantes recursos naturais para o desenvolvimento de atividades agropecuárias e industriais, considerar suas formas de infiltração torna-se



importantes para o conhecimento diante dos problemas de abastecimento, degradação e contaminação do lençol freático.

Estudos que avaliam a condutividade hidráulica (Kv) do solo de mesma classe com uso e ocupação diferentes, auxilia como base em planejamentos rurais de bacias hidrográficas, ao proporcionar informações fundamentais para o manejo correto na ocupação do solo; como também para caracterização do ambiente criando ações que permitam uma melhor avaliação da drenagem, susceptibilidade erosiva e contaminação da água subterrânea, segundo constata Gaspar, Campos e Cadamuro (2007).

Os autores Pinheiro, Teixeira e Kaufmann (2007) relatam que a infiltração da água no solo é fundamental para a recarga de aquíferos, lagos e rios. Esta água está sujeita a sofrer alterações em sua composição por atividades antrópica (produtos agrícolas e industriais, redes de esgoto) ou natural (vento, erosão), ambas podem interferir na qualidade deste abastecimento levando a resultados alterados na condutividade hidráulica e contaminação do lençol freático.

Os avanços tecnológicos na área agrícola resultaram em intensificação nas atividades rurais e mobilização dos solos sob manejo agrícola. Tais práticas acarretam alterações na fisiologia da paisagem propiciando alterações ambientais que na maioria das vezes são irreversíveis, prejudicando a fauna e flora de toda região. Assim, é possível afirmar que a retirada da vegetação para uso e ocupação dos solos propicia impactos que alteram a estrutura dos solos, deixando-os expostos a processos antrópicos.

A cobertura vegetal é um elemento fundamental para drenagem da água ao subsolo, suas raízes abrem espaço que se tornam caminho para que a água possa ser infiltrada, conforme destaca Bertoni e Lombardi Neto (1990).

Tendo como base os trabalhos de Sousa (2013) e Campos & Souza (2001), a presente pesquisa visou primeiramente avaliar se uma mesma classe de solo, com o mesmo relevo plano e mesma litologia, mas com cobertura vegetal diferente, apresentava condutividade hidráulica igual ou diferente, para isso, utilizou-se para análise, uma parcela do solo ocupada por Cerrado e outra com pastagem plantada.

Esta pesquisa embora circunscrita a uma única classe de solo justifica-se para dar início a um processo de entendimento da dinâmica da água de infiltração conforme se varia a cobertura do solo, isso auxilia no processo de tomada de decisão quando o assunto for o



planejamento de uso e ocupação dos solos e também no entendimento do quanto isso influencia na recarga do lençol freático e nos processos erosivos.

Referencial Teórico

São raros os ecossistemas intocados no mundo, pois a maior parte já foi alterada ou sofreu danos pelas atividades humanas indiretas ou diretas. Todos os fatores ou elementos da natureza são interligados num processo sistêmico, e quando um ou mais elementos desse sistema são alterados, os demais sofrem desequilíbrio (TRICART, 1977).

Dentre os elementos do sistema, a cobertura vegetal, atributos dos solos e a água são os mais atingidos pelas atividades humanas, alterando e modificando a estrutura do ambiente, uma vez que a retirada da vegetação nativa diminui a biodiversidade, altera o ciclo hidrológico e as características originais dos solos, seja pela compactação ou pela remoção de seus nutrientes, além de promover o assoreamento de mananciais hídricos e prejudicar a recarga do lençol freático.

Segundo Ross (1993) para se compreender o ecossistema é necessário conhecer os diferentes ambientes naturais e suas características, como o solo, clima, relevo, fauna, flora e principalmente a dinâmica da água no solo. Com o conhecimento destes elementos na área que se quer estudar, é possível averiguar o comprometimento de suas características naturais pelas atividades empregadas pelos seres humanos.

O solo avaliado nesse estudo foi um Latossolo, que segundo a Embrapa (1999) é um solo com avançado estágio de intemperização, portanto são solos desenvolvidos. A drenagem pode variar de fortemente a bem drenados, normalmente profundos com sequência de horizontes A, B e C, em que suas cores podem variar de amarelas ou mesmo bruno-acinzentados até vermelho-escuro-acinzentados, não havendo grandes alterações de cores entre os horizontes. Neste tipo de solo o teor de argila aumenta gradativamente com a profundidade. Sendo solos fortemente ácidos, com alta saturação por bases, são encontrados geralmente em zonas com predominância definida de estação seca, com características de relevo plano e suave ondulado.

Ainda conforme a Embrapa (1999) é um solo constituído por material mineral, cujo horizonte **B** latossólico encontra-se a profundidade de 200 a 300cm de profundidade, e o horizonte **A** apresenta profundidade de 150cm de espessura. Para a classificação da cor do

solo a Embrapa (1999) descreve Latossolos Brunos tendo “matiz mais amarelado que 2,5YR no horizonte B/A ou em todo o horizonte B”.

O Cerrado brasileiro conta com duas estações bem definidas, sendo um período chuvoso e um período de seca, estes que afetam diretamente o processo da condutividade hidráulica do solo. Em regiões com alto índice pluviométrico é comum apresentar teores mais elevados de infiltração de água no solo, mas, este processo está associado a uma série de fatores como a vegetação, condição do relevo, e estrutura do solo. Paiva (2006) descreve que ao haver precipitação de baixa intensidade, parte desta água é interceptada pela cobertura vegetal ou mesmo evapora-se antes do contado com o solo, este processo é conhecido como perda por interceptação; ao ter-se chuvas mais intensas a água pode seguir vários caminhos, como chegar ao solo e evaporar-se antes de haver infiltração, ou mesmo em solos muito compactados ocorrer o processo de escoamento superficial da água, caso a precipitação exceda a taxa de infiltração e evaporação, a água irá se acumular na superfície do terreno até preencher os espaços vazios infiltrando-se.

De fato, é necessário que se tenha chuva com intensidade e frequência adequada para que seja possível ter infiltração, pois, as gotas de água podem se dissipar antes deste processo, por meio da vegetação ou selamento do solo; normalmente é mais frequente em pastagem que não possui vegetação para interceptar a chuva e diminuir seu impacto, sendo mais suscetível ao escoamento superficial antes da infiltração.

Conforme Bertoni e Lombardi Neto (1990) a cobertura vegetal influencia na dispersão da água da chuva tornando-se defesa para o solo, fazendo com que ela não entre em contado diretamente, diminuindo sua velocidade e possibilitando evaporação, protegendo o solo do impacto direto, ocasionando um escoamento suavizado e aumentando a capacidade de infiltração desta água.

Villela e Matos (1975) explicam que o tipo de solo influencia diretamente na capacidade de infiltração da água da chuva em função da sua permeabilidade, sendo que quanto mais permeável o solo mais este irá absorver água. A inclinação do terreno também é um fator de influência, quanto maior a inclinação da vertente maior o escoamento superficial em detrimento da infiltração.

A quantidade de água contida no solo pode influenciar diretamente em seu desenvolvimento, suas características próprias são o que determina o tipo de infiltração,

podendo também modificar a qualidade de nutrientes que o solo poderá oferecer às plantas (MACIEL NETTO, et al 2000).

Sousa (2013) explica que condutividade hidráulica diminui conforme a profundidade do solo, devido à diminuição da porosidade e o aumento da densidade, cada classe de solo responde diferentemente à ação da infiltração e apresenta teores diferentes, conforme sua natureza física, as condições climáticas, o tipo de cobertura vegetal ou ausência dela.

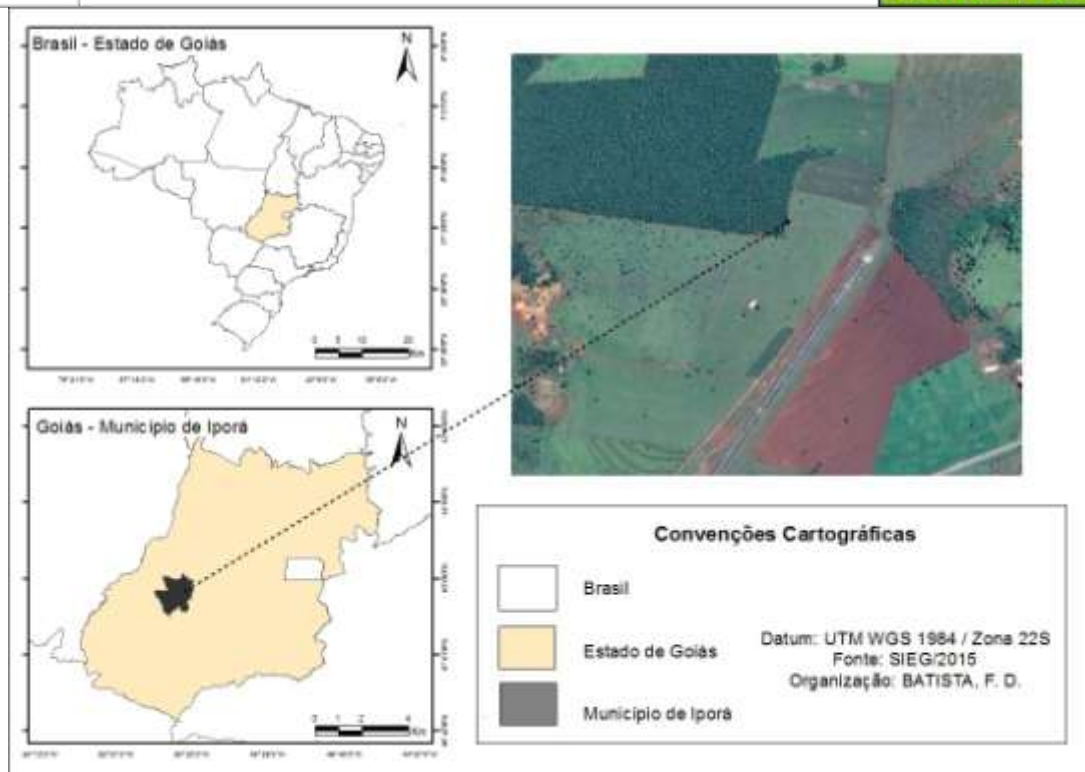
Panachuki (2003) descreve que a infiltração é importante para estabelecer os processos de erosão pelo balanço de água. A porosidade do solo que se representa pelo percentual de volume ocupado por vazios é outro fator que determina a infiltração do solo conforme dito por Sousa (2013), deste modo, é preciso entender que solos com maior porcentagem de macroporosos apresentam maior percolação de água, enquanto os microporosos como os solos argilosos, apresentam grande número de poros, todavia, o tamanho dos poros não permite uma boa drenagem. Contudo, quanto maior for a porosidade e a permeabilidade melhor será a condutividade hidráulica.

Conforme Campos & Souza (2001), os testes de infiltração podem ser de dois tipos, sendo positivo, quando se mede a quantidade de água efetivamente infiltrada do poço para o meio em determinado tempo (testes de infiltração ou rebaixamento); ou negativo, quando se determina a quantidade de água transmitida do aquífero ao poço em dado intervalo de tempo (testes de bombeamento ou recuperação). A infiltração torna-se estável quando a velocidade da água infiltrada em solo seco se estabiliza pela saturação do mesmo, atingindo uma constante.

Descrição da área de estudo

A área analisada está localizada a 3 km do centro da cidade de Iporá/GO, comportando as coordenadas de 16°26'31" Latitude Sul, e 51°07'04" Longitude Oeste. A região é representada pelo bioma Cerrado que conta com duas estações bem definidas, uma seca e a outra chuvosa, desta forma, os autores Alves e Specian (2008) e Alves e Biudes (2008) classificam o clima da cidade de Iporá/GO como sendo úmido com moderado déficit de água no inverno e elevada precipitação no verão. O mapa 1 mostra a localização da área de estudo.

Mapa 1 – Localização da área de estudo, região sudoeste de Goiás, 2014.



Fonte – Batista, D, F. e Sousa, F.A (2015).

O solo onde foram desenvolvidos os experimentos é classificado como Latossolo Bruno Escuro de textura argilosa com característica a ausência de pedregosidade e rochoso. O relevo é plano, em ambas áreas de análise, sendo uma utilizada predominantemente no momento da pesquisa por pastagem, e a segunda área comportando as características típicas do Cerrado brasileiro, sendo constituída pela reserva legal da propriedade.

A cobertura vegetal nativa arbórea é composta por um Cerrado caducifólio conforme descrito pela Embrapa (1999) que consiste em árvores com capacidade a ultrapassar 7 metros de altura e diâmetro de 35 cm, estas árvores possuem propriedade de perder parcialmente as suas folhas durante o inverno.

A cobertura do solo no interior do Cerrado é composta por serrapilheira, que protege o solo contra o impacto das gotas e auxilia na retenção da evaporação da água, possibilitando o fornecimento de material orgânico para seu enriquecimento nutritivo (figura 1).

A área de análise sob pastagem era composta por plantio direto, o produtor usava a pastagem como integração lavoura pecuária. Normalmente a área era ocupada por pastagem

ou plantação de soja. No dia dos experimentos e coleta de amostras, esta região comportava pastagem bastante conservada sem a presença de gado. (figura 2).

Figura 1 – Área nativa de Cerrado stritu sensu na região sudoeste de Goiás, 2014.



Fonte – Batista, D, F. e Sousa, F.A (2015).

Figura 2 – Área da pastagem em sucessão a soja na região sudoeste do Estado de Goiás, 2014.



Fonte – Batista, D, F. e Sousa, F.A (2015).

Procedimentos Metodológicos

Para realização dos experimentos da condutividade hidráulica (K_v) é recomendado que as análises e coletas de materiais sejam colhidas em um período de estiagem da área de pesquisa de no mínimo duas semanas, isto para que não resulte em interferência nos resultados da pesquisa (SOUSA, 2013).

Os experimentos e coleta das amostras de solo foram realizadas no mês de agosto, período em que na região os solos se encontram com maior déficit hídrico.

Os métodos utilizados no estudo foram:

- Método de anéis concêntricos para análise da K_v em superfície;
- Método *Open end Hole* para análise da K_v em sub-superfície;
- Teste de umidade e textura;
- Comparação de médias através do método *t de student* que consiste em avaliar se duas médias são iguais ou diferentes.

Método de anéis concêntricos

Os ensaios de infiltração foram realizados em superfície, por meio da metodologia dos anéis concêntricos proposta por Sousa (2013), que consistiu em anéis de PVC, sendo o anel externo com diâmetro de 250 mm e altura de 30 cm, dos quais, 7 cm foram cravados no solo, com auxílio de um pedaço de madeira e uma marreta, e posteriormente nivelado com um nível de mão.

O cilindro interno foi confeccionado em tubo de PVC de 100 mm de diâmetro e 1 m de altura, e também cravado 7 cm no solo, nivelado e aprumado com o auxílio do nível de mão. O diâmetro menor dos anéis e a altura maior do cilindro interno favoreceram a economia de água nos ensaios de infiltração, o que não ocorre nos modelos tradicionais que consomem grandes quantidades de água (SOUSA, 2013).

A parte inferior dos tubos foram biseladas em suas bordas para favorecer a cravação dos mesmos nos solos, sendo que para solos concrecionários, ou muito compactados, esse conjunto de anéis não é recomendado pelo autor (este método torna-se adequado a pesquisa conforme descrito a caracterização da área de estudo).

No cilindro interno foi acoplado em sua parte superior um suporte de madeira com fenda central para permitir a subida e descida de uma régua que permitiu realizar as leituras da altura da coluna de água. A régua foi construída colando-se uma fita métrica a um suporte

de fórmica, em cuja extremidade inferior havia uma boia de isopor, conforme representado na figura 3.

Figura 3 – Modelo de anéis concêntricos realizado em solo Latossolo Bruno muito-escuro, sob pastagem plantada, na região sudoeste de Goiás, segundo Sousa (2013).



Fonte – Batista, D, F. e Sousa, F.A (2015).

A figura 3 representa o sistema de anéis concêntricos utilizados na análise da K_v em superfície, conforme descrito por Sousa (2013).

Para os ensaios de infiltração em superfície, foi necessário até alcançar a infiltração constante, o tempo aproximado de 3 horas, sendo um ponto de amostragem no centro da mata e outro na pastagem. O tempo e as variações na infiltração foram anotados em planilhas de campo e o tempo medido com o auxílio de cronômetro.

Os dados das planilhas de campo foram depois utilizados em planilhas de cálculo desenvolvidas no software Excel da Microsoft conforme a equação desenvolvida por Campos & Souza (2001), e descrita por Sousa (2013), apresentada abaixo.

$$K_v \text{ (m/s)} = U \cdot I/t \cdot I_n \text{ ho/ht}$$

onde:

K_v = Condutividade hidráulica vertical do meio (m/s)

U = fator de conversão mm/min para m/s (1/60.000)

I - Profundidade de cravação do anel no solo (mm);

h₀ - Coluna d'água inicial;

h_t - Coluna d'água final ao tempo t_f (mm ou cm)

t - Tempo decorrido para o rebaixamento entre h₀ e h_t (min).

Método Open end Hole

Para a avaliação da K_v em sub-superfície foram realizados dois ensaios em profundidade a 50 cm da superfície, um no Cerrado e outro na pastagem. Esse tipo de ensaio serve para avaliar uma possível compactação do solo em maior profundidade. Com isso, utilizou-se o método *open end hole* descritos por Sousa (2013) e desenvolvidos por Campos & Souza (2001).

O experimento consistiu na abertura de um furo no solo com auxílio de um trado. O furo foi aberto a uma profundidade de 50cm. Posteriormente foi cravado um tubo de PVC de 100 mm no mesmo (figura 4). O tubo foi preenchido com água até uma altura inicial h₀, e mediu-se o tempo gasto para infiltração da água até uma altura final h_f. Adições de água foram realizadas na coluna inicial (h₀), as mesmas foram anotadas em planilha de campo.

Figura 4 – Experimento Open end hole realizado em solo Latossolo Bruno muito-escuro, sob vegetação de cerrado, na região sudoeste de Goiás, segundo Campos e Souza (2013).



Fonte – Batista, D, F. e Sousa, F.A (2015).

A figura 4 mostra o experimento do tipo *open end hole*, realizado para analisar a K_v em sub-superfície, descrito por Sousa (2013) e desenvolvidos por Campos & Souza (2001).

Para o cálculo da condutividade hidráulica (K_v) em sub-superfície foi utilizada a equação de Campos & Souza (2001) apresentada por Sousa (2013) e descrita abaixo.

$$K_v \text{ (m/s)} = 2,303 \times (R/4t) \times [\log(h_0/h_t)]$$

Onde: R - Raio interno do tubo (m);

h_0 - Coluna d'água inicial;

h_t - Coluna d'água final;

t - Tempo decorrido para o rebaixamento entre h_0 e h_f (seg).

Os valores adotados como referência para a condutividade hidráulica (k_v) foram conforme de Almeida *et al* (2006), apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Valores e magnitude da condutividade hidráulica (K_v). **Fonte** – Adaptado de Almeida *et al.*, (2006).

Valores de K_v (ordem de grandeza em m/s)	Magnitude
> 10 ⁻³	Muito alto
10 ⁻³ a 10 ⁻⁵	Alto
10 ⁻⁶	Moderada
10 ⁻⁷ a 10 ⁻⁸	Baixa
< 10 ⁻⁸	Muito baixa

Teste de umidade e textura

Para a determinação da umidade do solo foram realizadas coletadas de amostras do solo no ambiente de Cerrado e de pastagem. As amostras foram coletadas em profundidades de 0-20 cm e 21-40 cm para ambas as coberturas. Com o auxílio de trado coletor foi possível condicionar o solo em sacos plásticos etiquetados com as informações de local e profundidade das coletas.

A determinação da umidade do solo foi realizada pelo método da Embrapa (1997), que consiste em pesar parte das amostras em balança de precisão analítica a massa de solo úmido (M_u), e em seguida, secá-lo em estufa (figura 5) a 105°C – 110°C por 24 horas, ao finalizar, realiza-se a pesagem novamente do solo já seco para determinar sua massa seca (M_s). Para isso, utilizou-se a equação abaixo.

$$U\% = 100 (M_u - M_s)/M_s$$

Em que:

U% = Umidade do solo (%)

Mu = Massa de solo úmido (g)

Ms = Massa de solo seco em estufa.

Figura 5 – Estufa de secagem do solo.



Fonte – Batista, D, F. e Sousa, F.A (2015).

A textura do solo foi determinada em laboratório, onde as amostras permaneceram secando ao ar livre por 4 semanas. Após a secagem realizou-se as análises texturais. A metodologia utilizada foi a do densímetro de Bouyoucos (1927) descrito por Kiehl (1979). Esse método baseia-se no princípio de que o material em suspensão (silte e argila) confere determinada densidade ao líquido, com tempo de caimento mais lento. Com a ajuda de um densímetro, Bouyoucos relacionou as densidades com o tempo de caimento das partículas de silte e argila e a temperatura da solução, calculando com esses dados, a porcentagem das partículas de argila.

Os resultados foram submetidos a equações matemáticas específicas previamente desenvolvidas no software Excel da Microsoft.

Também foram avaliadas as porcentagens de areia presentes no solo por meio do sistema de peneiramento, utilizando amostras retidas na peneira n° 0,053 e secas em estufa a 105°C por 24 horas. As amostras passaram por um conjunto de peneiras de 1mm; 0,5mm;

0,25mm e 0,063mm que foram agitadas em aparelho eletromagnético por 15 minutos. Os volumes retidos em cada peneira foram representados em porcentagem de areia e posteriormente em g.kg-1, conforme descrito por Sousa (2013).

Os resultados obtidos pelas análises de infiltração, umidade e granulometria, foram submetidos ao teste de hipótese que no presente caso foi utilizado o teste t de student para comparação de duas médias com número de amostras inferiores a 30. Utilizou-se como referência um grau de significância de 95%. Para a identificação do t absoluto fez-se valer a tabela específica conforme descrita por Freund & Simon (2000).

O t calculado foi alcançado pela obtenção das médias, da variância e da variância ponderada entre as médias das infiltrações e granulometria e umidade, conforme Sousa (2013), utilizando-se da equação abaixo.

Equação 1 – Variância

$$S = \frac{(x_1 - \text{média})^2 + (x_2 - \text{média})^2 + (x_3 - \text{média})^2 + \dots + (x_n - \text{média})^2}{n}$$

Onde:

S = Variância;

n = número de amostras;

x = variável (umidade, granulometria, infiltração)

Equação 2 – Variância ponderada

$$S_2 = \frac{(n_1 - 1) \cdot s_1 + (n_2 - 1) \cdot s_2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Onde:

S₂ = Variância ponderada;

n = número de amostras;

s₁ = variância 1

s₂ = variância 2

Equação 3 – t absoluto

$$T = \frac{\text{média 1} - \text{média 2}}{\dots}$$

$$\sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{n}} \cdot S_2$$

Onde:

T = valor de t;

n = número de amostras;

S₂ = Variância ponderada.

Através dos resultados obtidos para condutividade hidráulica, granulometria e umidade dos solos, foram comparadas as médias entre estas variáveis nos dois tipos de uso da terra, com a finalidade de comparar como o uso por pastagem ou Cerrado influenciam nas condições de granulometria, infiltração da água das chuvas e umidade em uma mesma classe de solo.

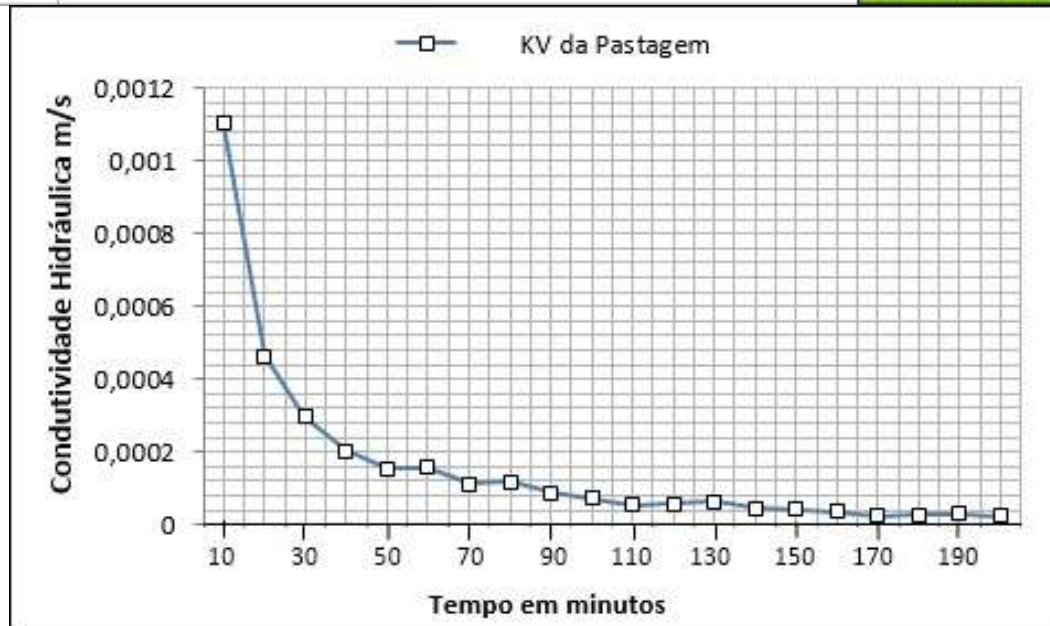
Resultados e Discussões

Condutividade hidráulica superficial

A análise da K_v superficial obteve resultados para a mata de 1,57 x 10⁻⁴ m/s e na pastagem de 5,7 x 10⁻⁵ m/s, o que indica uma infiltração superficial maior na área de mata, apesar de ambas serem condutividades altas conforme a tabela de Almeida *et al* (2006). A diferença foi de 1 x 10⁻⁴ m/s ou 38% superior no Cerrado, um dos motivos para que isto ocorra é em função da cobertura vegetal, devido a manutenção da estrutura, porosidade do solo e canalículos contínuos no solo, fazendo com que aumentasse a infiltração e retenção de água e proporcionando a redução da velocidade de escoamento da enxurrada.

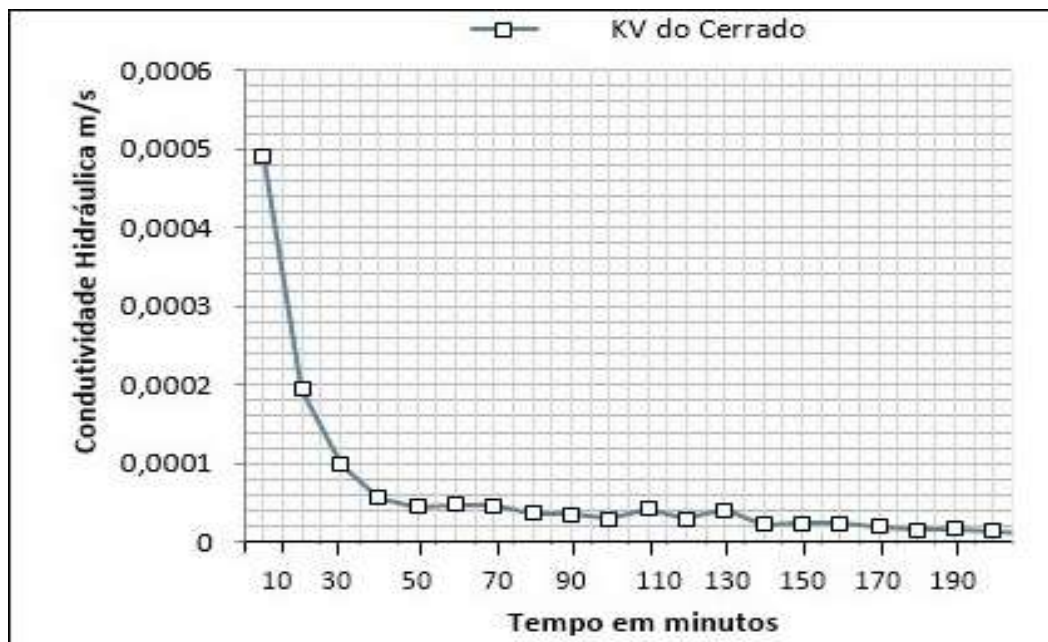
As curvas de infiltração nos dois tipos de cobertura estão representadas pelos gráficos 1 e 2, onde é possível perceber uma diminuição gradativa da infiltração no Cerrado com estabilização a partir dos 90 minutos de experimento, enquanto na pastagem há uma infiltração inicial mais acentuada e uma tendência à estabilização a partir dos 45 minutos de experimento, indicando maior densidade superficial do solo na pastagem.

Gráfico 1 – Curva de infiltração alcançada em solo Latossolo Bruno muito-escuro, sob pastagem plantada, na região sudoeste de Goiás, segundo Campos e Sousa (2001).



Fonte – Batista, D, F. e Sousa, F.A (2015).

Gráfico 2 – Curva de infiltração alcançada em solo Latossolo Bruno muito-escuro, sob vegetação de cerrado, na região sudoeste de Goiás, segundo Campos e Sousa (2001).



Fonte – Batista, D, F. e Sousa, F.A (2015).

Condutividade hidráulica em sub-superfície

A condutividade hidráulica em sub-superfície (*open end hole*) apresentou-se baixa na área da mata para a profundidade de 50 cm ($1,52 \times 10^{-7}$ m/s), enquanto, na área de pastagem a kv a 50 cm foi moderada, $1,6 \times 10^{-6}$ m/s. A diferença foi de $1,4 \times 10^{-6}$ ou 5% superior na área de pastagem.

No ambiente de pastagem a condutividade hidráulica foi ligeiramente maior, provavelmente devido ao fato da área ter sido gradeada e arada para incorporação de calcário.

Apesar da umidade parecer maior no Cerrado, a mesma não apresentou significado do ponto de vista estatístico, sendo igual nos dois ambientes, portanto não considerável como fator limitante da condutividade hidráulica.

O teste de granulometria mostrou que o solo avaliado apresenta textura argilo/arenosa. Os quadros 1 e 2 mostram a distribuição granulométrica do solo nos dois tipos de uso, bem como a umidade.

Quadro 1 – Frações texturais e umidade sob o domínio da pastagem.

Prof. Média /Umidade (%)		Análise textural média e fracionamento de areia conforme classe de solo e profundidade (g.kg-1)					
		Intervalos de profund. (cm)	Argila	Silte	Areia	Total	
20 cm	14,07	0-20	420	120	460	1000	
40 cm	16,40	20-60	450	120	430	1000	
		60-100	460	100	440	1000	
			Média	443	113	443	
Fracionamento médio da areia (g.kg-1)							
		Muito Fina	Fina	Média	Grossa	Muito Grossa	Total
		44,7	51,8	106,44	199,45	40,94	443,33

Fonte – Batista, D, F. e Sousa, F.A (2015).

Quadro 2 – Frações texturais e umidade sob o domínio de Cerrado.

Prof./Umidade (%)		Análise textural média e fracionamento de areia conforme classe de solo e profundidade (g.kg-1)					
		Intervalos de profund. (cm)	Argila	Silte	Areia	Total	
20 cm	16,52	0-20	460	120	420	1000	
40 cm	17,75	20-60	470	130	400	1000	
		60-100	460	120	420	1000	
			Média	463	123	413	
Fracionamento médio da areia (g.kg-1)							
		Muito Fina	Fina	Média	Grossa	Muito Grossa	Total
		56,7	52,9	101,7	186,7	15,33	413,33

Fonte – Batista, D, F. e Sousa, F.A (2015).

Quando aplicado o teste de comparação das médias para o volume de argila, este indicou valores médios iguais, onde *t calculado* foi inferior ao *t absoluto* a 4 graus de liberdade (n_1+n_2-2) e 95% de confiança. Nesse caso se tem uma hipótese nula, ou seja, as médias dos volumes de argila nos dois tipos de uso são iguais, portanto a argila não foi um fator dominante no processo de infiltração nesse experimento, bem como a umidade, a areia e o silte, cujos valores são também estatisticamente iguais. Ou seja, o solo não apresentou alteração das propriedades analisadas em consequência do tipo de uso.

Também a condutividade hidráulica não apresentou diferença entre os dois tipos de uso, nem em profundidade nem em subsuperfície apresentando médias iguais quando aplicado o método da hipótese.

Conclusões

Diante dos resultados, percebe-se que embora se pensasse que o uso por pastagem fosse apresentar menor infiltração que a área com cobertura constituída por Cerrado devido a uma possível maior compactação superficial do solo, isso não ocorreu.

Ambos os ambientes apresentaram as mesmas condições de condutividade hidráulica uma vez que também não houve alteração das condições estruturais do solo e de sua granulometria, apresentando inclusive as mesmas condições de umidade.

Cabe destaque para o fato de que a área de pastagem não tinha um uso por pecuária no momento da pesquisa, uma vez que a área estava sendo ocupada por lavoura de soja anteriormente, a pastagem apresentava-se nova, sem presença de gado, e o solo ainda não havia sido pisoteado, conservando uma boa penetrabilidade superficial.

Contudo cabe destacar que se uma área de pastagem for bem manejada o solo sofrerá pouco impacto e o lençol freático continuará a ser abastecido. Todavia aspectos relacionados a outras variáveis que implicariam em alterações ambientais como evapotranspiração, suscetibilidade erosiva, teor de carbono, etc devem ser avaliados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. de; RESENDE, L.; RODRIGUES, A. P.; CAMPOS, J. E. G. *Hidrogeologia do estado de Goiás e Distrito Federal*. Série geologia e Mineração nº 1. Goiânia-GO: Secretaria da Indústria e Comércio SIC, 2006.



ALVES, E.; D.; BIUDES, M.; S.; *Variabilidade temporal da precipitação em Iporá, Go – um estudo climatológico*. Revista Ciências do Ambiente On-Line agosto, Volume 4, Número 2, 2008.

ALVES, E. D. L; SPECIAN, Valdir. *Caracterização do Balanço Hídrico e Clima do Município de Iporá (GO)*. In: 1º Encontro de Divulgação da Produção Científica do Oeste de Goiás. p. 1 – 22. Disponível em meio digital (CD Room), 2008.

BERTONE, J. & LOMBARDI, NETO, F. *Conservação Do Solo*. Piracicaba, Livro Ceres, 1990. p. 355.

CAMPOS, J. E & SOUZA, Maurício Teixeira. *O papel dos regolitos nos processos de recarga de aquíferos do Distrito Federal*. Ouro Preto/MG: Rev. Esc. Minas vol.54 n.3. Ouro Preto Jul/Sep 2001.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solos. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa produção de informação, 1999.

FREUND, J E & SIMON, N.G.A. *Estatística aplicada: economia, administrativa e contabilidade*. Tradução de Alfredo Alves de Farias. 9 ed. Porto Alegre: Biikman, 2000.

GASPAR, M. T. P.; CAMPOS, J. E. G.; CADAMURO, A. L. M.; *Condições de infiltração em solos na região de recarga do sistema aquífero Urucuia no oeste da Bahia sob diferentes condições de usos*. Revista Brasileira de Geociências, volume 37 (3), 2007.

KIEHL,E.J. *Manual de edafologia: relações solo-planeta*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.

MACIEL NETO, A.; ANTONINO, A. C. D.; AUDRY, P.; CARNIRO, C. J. G.; DALL’OLIO, A. *Condutividade hidráulica não saturada de um podzólico amarelo da zona da mata norte de Pernambuco*. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.35, n.6, p.1221-1228, 2000.

PAIVA, G., P.; *Estimativa Da Recarga Em Uma Unidade Detrítica De Uma Micro-Bacia Do Rio Piranga (Mg)*. Tese: universidade Federal de Viçosa, Maio de 2006.



PANACHUKI, E. *Infiltração de água no solo e erosão hídrica, sob Chuva simulada, em sistema de integração agricultura-pecuária*. Dissertação de mestrado – MS: UFMT. Programa de pós graduação em Agronomia, 2003.

PINHEIRO, A.; TEIXEIRA, L. P.; KAUFMANN, V. *Capacidade de infiltração de água em solo sob diferentes usos e práticas de manejo agrícola*. Revista Ambiental e água, Taubaté, v. 4, n. 2, p. 188-199, 2009.

ROSS, J. L. S.; *Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados*. FFLCH/USP 1993, p.63-74.

SOUSA, F. A. de. *A contribuição dos solos originados sobre granitos e rochas alcalinas na condutividade hidráulica, na recarga do lençol freático e na suscetibilidade erosiva – um estudo de caso na alta bacia hidrográfica do rio dos bois em iporá-GO*. (Tese de doutorado). Uberlândia: UFU. Programa de Pós-graduação em Geografia. IG, 2013.

TRICART, J. – *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: IBGE/SUPRREN, 1977.

VILELA, S. M., MATOOS, A., *Hidrologia Aplicada*, Editora Mc-Graw-Hill do Brasil, São Paulo, 1975, 273p.