



VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO BÁSICA DA ÁGUA NO SOLO EM DIFERENTES AGROECOSSISTEMAS AMAZÔNICOS

Wendel Kaian Oliveira Moreira¹, Euzanyr Gomes da Silva², Neyla Thayná Lima³, José Darlon Nascimento Alves⁴, Breno Pinto Rayol⁵

1. Engenheiro Agrônomo, Mestrando de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel/Paraná, e-mail: wendelmoreira21@outlook.com;
2. Engenheira Agrônoma, Universidade Federal Rural da Amazônia/Campus de Capitão Poço Pará.
3. Engenheira Agrônoma, Universidade Federal Rural da Amazônia/Campus de Capitão Poço Pará.
4. Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade de Viçosa, Viçosa/Minas Gerais.
5. Engenheiro Florestal, Doutorando em Biodiversidade e Conservação, Rede Bionorte e Professor da Universidade Federal Rural da Amazônia/Instituto de Ciências Agrárias, Pará.

Recebido em: 15/04/2017 – Aprovado em: 22/07/2017 – Publicado em: 31/07/2017
DOI: 10.18677/Agrarian_Academy_2017a44

RESUMO

Um dos principais atributos do solo é a estrutura, pois é importante principalmente no que tange à dinâmica da água no solo. Assim, a utilização de práticas conservacionistas de manejo do solo vêm ganhando destaque na agricultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a velocidade de infiltração básica do solo pelo método do infiltrômetro de anel para diferentes agroecossistemas. A pesquisa foi desenvolvida em áreas de pastagem degradada e sistemas agroflorestal no município de Capitão Poço, Pará. As amostras de solo foram coletadas com o auxílio do trado de amostras indeformadas. Para determinar a (VIB) utilizou-se Infiltrômetro de Anel, dois anéis de aço, com diâmetros de 25 e 50 cm, ambos com 25 cm de altura. Sendo instalados concêntricos na vertical deixando penetrar 15 cm no solo. Para as equações da infiltração acumulada e velocidade de infiltração em pastagem degradada foram $I_a = 8,5803 * t^{0,71}$ e $T_i = 9,1212 * t^{-0,376}$, respectivamente. As equações de infiltração acumulada e velocidade de infiltração em sistema agroflorestal foram $I_a = 17,147 * t^{0,5265}$ e $T_i = 16,391 * t^{-0,611}$, respectivamente. O valor da velocidade de Infiltração básica (VIB) na pastagem degradada foi 38,19 mm h⁻¹ e no sistema agroflorestal foi 13 mm h⁻¹, que apresenta um VIB muito alta e média, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Física do solo, Manejo, Sustentabilidade.

SPEED OF BASIC INFILTRATION OF WATER IN SOIL IN DIFFERENT AMAZON AGROECOSYSTEMS

ABSTRACT

The structure is one of the main attributes of the soil, important mainly in what concerns the dynamics of the water. Thus, the use of conservation practices of soil

management has received great emphasis lately. The objective of this research was to evaluate the infiltration velocity of the soil by the ring infiltrator method for different agroecosystems. The research was developed in two agroecosystems in the municipality of Capitão Poço, Pará. Soil samples were collected with the aid of undisturbed samples. To determine the (VIB) used Ring Infiltrator, two rings of steel, with diameters of 25 and 50 cm, both with 25 cm of height. Being installed concentric in the vertical allowing to penetrate 15 cm in the ground. For the equations of accumulated infiltration and rate of infiltration in degraded pasture were $I_a = 8.5803 * t^{0.71}$ and $T_i = 9.1212 * t^{-0.376}$, respectively. The equations of accumulated infiltration and infiltration velocity in the agroforestry system were $I_a = 17.147 * t^{0.5265}$ and $T_i = 16.391 * t^{-0.611}$, respectively. The value of the Basic Infiltration velocity (VIB) in the pasture degrades was 38.19 mm h^{-1} and in the agroforestry system was 13 mm h^{-1} , which presents a very high and medium VIB, respectively.

KEYWORDS: Soil physics, Management, Sustainability.

INTRODUÇÃO

A estrutura é um dos principais atributos do solo, importante principalmente no que tange à dinâmica da água e ao crescimento vegetal. Esta propriedade do solo é a que mais sofre alteração quando realizado o uso e manejo inadequado do mesmo, pela diminuição da porosidade do solo e, conseqüentemente, a capacidade de armazenamento da água (ROSSI et al., 2016).

Visando manter a qualidade da estrutura do solo, a utilização de práticas conservacionistas de manejo do solo tem recebido grande ênfase nos últimos anos, basicamente no que se refere à manutenção e à melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos dos solos cultivados, e suas implicações quanto ao rendimento das culturas (ARGENTON et al., 2005).

Os sistemas agroflorestais (SAFs) vêm se tornando a alternativa de menor impacto ambiental na produção de alimentos e de madeira, para o desenvolvimento da região. Os SAFs permitem a manutenção ou menor impacto sobre as propriedades edáficas do solo, aliando a cultura local ao desenvolvimento agrícola (COUTO et al., 2016).

As pastagens constituem a base da produção de ruminantes no país, permitindo a exploração de sistemas de produção mais estáveis do ponto de vista produtivo e econômico. No entanto, a degradação dessas áreas, em várias regiões brasileiras, tem diminuído a produtividade das pastagens, comprometendo a sustentabilidade e rentabilidade (FREITAS et al., 2016).

As áreas de pastagens que sofrem compactação por pisoteio animal, tendem a diminuir a capacidade de infiltração da água no solo com o tempo de uso e o manejo inadequado dos mesmos. A medida da taxa de infiltração da água no solo é considerada um bom indicativo da verificação de parâmetro da qualidade física do mesmo (SILVA FILHO, 2016).

A velocidade de infiltração (VIB) é a principal característica hídrica para a descrição da água no solo (PINHEIRO et al., 2009). O conhecimento do movimento da água com o solo é de grande importância para definir procedimentos de manejo e conservação do solo e da água, apresentar sistemas de irrigação e drenagem, bem como avaliar a quantidade de água que efetivamente infiltra no solo e o escoamento

superficial que possa acontecer para não ocorrer problemas de inundações (JOSÉ et al., 2013).

O processo de infiltração é influenciado por diversos fatores, como o tipo de solo, a água já existente no solo, matéria orgânica e a variabilidade espacial do terreno, topografia, cobertura vegetal, sistema radicular, atividade biológica, agregação do solo e porosidade (SILVA et al., 2014). O objetivo deste trabalho foi avaliar a velocidade de infiltração básica do solo pelo método do infiltrômetro de anel para diferentes agroecossistemas.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada durante o período de março e abril de 2015, município de Capitão Poço – PA, microrregião do Guamá, localizada a 226 km da capital do estado (Figura 1). O município de Capitão Poço apresenta uma amplitude de 25,7 a 26,9°C com média anual de 26,2°C, apenas 1,2°C de variação (SILVA et al., 2011).

O trabalho foi realizado em dois agroecossistemas: Sistema Agroflorestal (SAF) e Pastagem Degradada (PD). O SAF teve sua implantação no ano agrícola de 2015, as espécies consorciadas são açaí, coco, mogno e teca, e a área de pastagem teve início de sua implantação por volta de 1989, com a gramínea Quicuío-da-Amazônia (*Brachiaria humidicola*). Para a caracterização da física do solo foram realizadas: análises de velocidade de Infiltração básica do Solo (VIB), densidade do solo, densidade de partícula, carbono total e umidade do solo, foram coletadas 10 amostras de cada sistema.

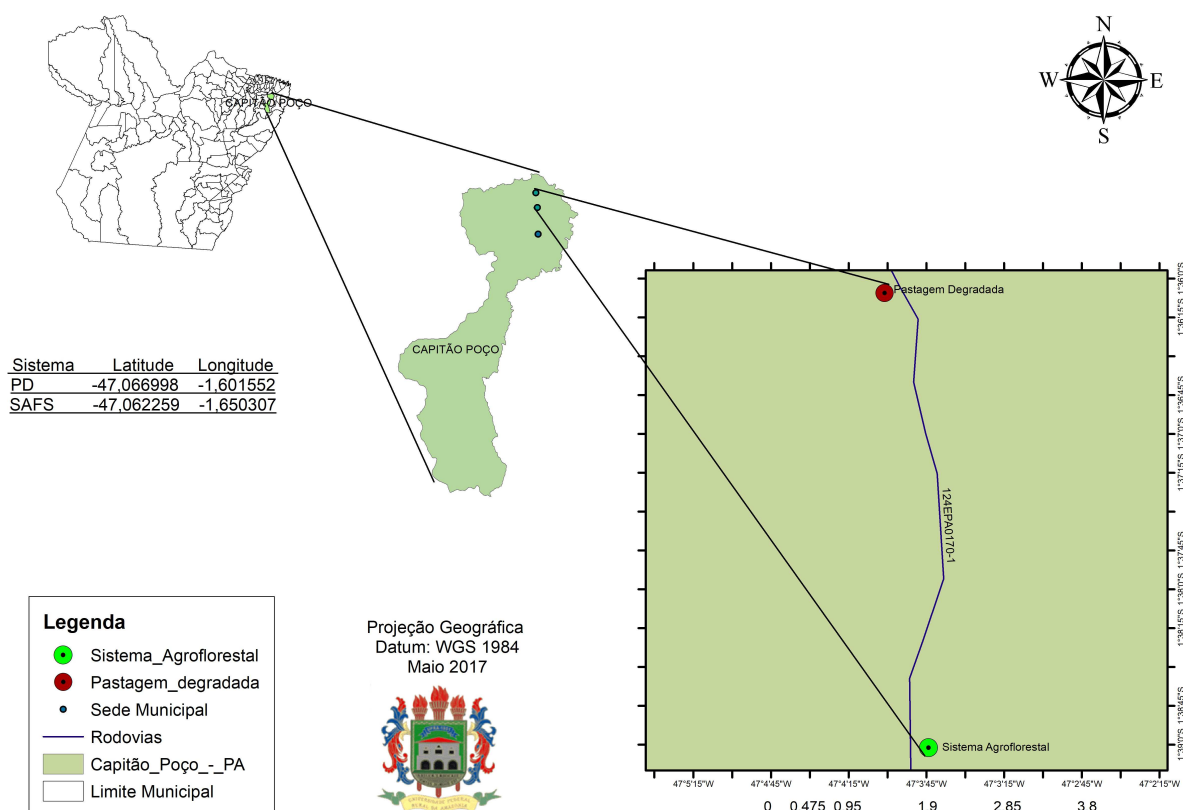


FIGURA 1. Mapa temático de localização dos diferentes agroecossistemas estudados, Capitão Poço, PA, 2015.

Fonte: desenvolvido pelos autores (2017).

As amostras de solo foram coletadas com o auxílio de trados de amostras indeformadas. Para determinar a VIB utilizou-se um Infiltrômetro de Anel, dois anéis de aço, com diâmetros de 25 e 50 cm, ambos com 25 cm de altura. Sendo instalados concêntricos na vertical deixando penetrar 15 cm no solo (BERNARDO et al. 2006). Os anéis foram preenchidos com água e simultaneamente nos dois anéis e com uma régua graduada acompanha-se a infiltração vertical no cilindro interno a intervalos de tempo iguais, mantendo uma coluna hídrica de 5 cm de água.

A leitura da infiltração foi auxiliada por meio da régua graduada posicionada no cilindro lateralmente e a contagem de tempo para a percolação da água no solo foi iniciada quando retirado o filme plástico que fazia a contenção da água para a contagem simultaneamente do mesmo. Ao longo do tempo foi reposta a água para manutenção da coluna de água nos cilindros onde era considerado o nível de 5 cm de altura. Os intervalos considerados em minutos na avaliação foram de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180, 210 minutos. Para o cilindro externo a manutenção da carga hidráulica foi constantemente reposta, a fim de equilibrar condutância hidráulica no solo externo.

Após a realização das três avaliações para cada agroecossistema foi realizada a média simples para obtenção dos valores da lâmina infiltrada em cada área. Nos sistemas que apresentaram infiltração constante foram levados em consideração os valores da leitura que se repetiu por três vezes. Os dados foram repassados para planilha, para obtenção das curvas de Infiltração acumulada (I) e Velocidade de infiltração (VIB), plotando-se os dados de I e VIB *versus* o tempo acumulado, conforme citado por BERNARDO et al. (2006).

A equação de infiltração acumulada foi ajustada pela expressão potencial, do tipo:

$$I = aTn \quad (1)$$

em I é infiltração acumulada, em cm; a é constante dependente do solo; T é tempo de infiltração, em minutos; n é constante dependente do solo, variando de 0 a 1.

A equação de velocidade de infiltração foi determinada também por equação potencial, pela expressão:

$$VI = 60 a n T^{n-1} \quad (2)$$

em VI é velocidade de infiltração, em cm h⁻¹; a é constante dependente do solo; T é tempo de infiltração, em minutos; n é constante dependente do solo, variando de 0 a 1.

Utilizou-se o modelo de Kostiakov ou potencial, por ser prático, pois à partir dos dados observados de infiltração (I) em função do tempo (T), obteve-se, mediante um gráfico log I *versus* log T, a estimativa dos parâmetros a e n, conforme recomendado por REICHARDT & TIMM (2004) e, por meio destes, chegou-se à velocidade de infiltração básica (VIB), por meio da equação 3:

$$VIB = 60 a n \left[\frac{-0,01}{60 a n (n-1)} \right]^{\frac{(n-1)}{(n-2)}} \quad (3)$$

em VIB é velocidade de infiltração básica em cm h⁻¹; a é constante dependente do solo; n é constante dependente do solo, variando de 0 a 1. Para os parâmetros do solo de densidade do solo – DS, umidade em base de volume – UBV, umidade pelo método padrão – UMP e umidade residual – UR seguiu a metodologia da EMBRAPA (1997). Os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas e em seguida foram

submetidos ao software Action para serem plotados os gráficos e modelos matemáticos e realizar estatística descritiva com o uso do software Excel.

RESULTADO E DISCUSSÃO

A partir da análise dos dados pode-se observar os resultados para as variáveis: densidade do solo, umidade em base de volume, umidade pelo método padrão, umidade residual para o sistema agroflorestal e pastagem degradada. Para o desvio padrão, o sistema agroflorestal apresentou valores que oscilaram entre 0,08 a 20,87, no sistema de pastagens degradadas os resultados variaram entre 0,06 a 5,92 mostrando baixo afastamento dos dados (Tabela 1).

TABELA 1. Estatística descritiva para densidade do solo – DS, umidade em base de volume – UBV, umidade pelo método padrão – UMP e umidade residual – UR para Sistema agroflorestal – SAFS e pastagem degradada – PD, Capitão Poço – PA.

Estatística	SAFS				PD			
	DS (g/cm ³)	UBV -----(%)-----	UMP	UR	DS (g/cm ³)	UBV -----(%)-----	UMP	UR
CV%	4,85	3,32	11,35	16,04	3,23	3,83	7,54	7,53
Desvio Padrão	0,08	2,76	8,47	20,87	0,06	3,57	5,64	5,92
Máximo	1,86	86,53	87,12	161,80	1,81	98,66	82,27	84,41
Média	1,73	82,96	74,66	130,07	1,73	93,28	74,80	78,65
Mediana	1,74	83,79	75,64	131,86	1,73	92,47	74,34	79,80
Mínimo	1,60	76,44	60,86	97,16	1,63	88,11	64,37	64,98
TN ¹	0,94*	0,05*	0,62*	0,62*	0,89*	0,84*	0,89*	0,29*
Variância	0,01	7,60	71,76	435,43	0,00	12,77	31,81	35,06

Siglas: Coeficiente de variação – CV%; Teste de normalidade – TN pelo método de Kolmogorov-Smirnov, *significativo a 5% de probabilidade.

A normalidade entre as variáveis sob estudo foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ao nível de 5% de probabilidade de erro, em que todas variáveis apresentaram comportamento normal, corroborando com as medidas de tendência central (média e mediana) (Tabela 1).

Por meio da análise do coeficiente de variação entre os parâmetros do solo observa-se a baixa variação entre os dados, destacando umidade residual no sistema agroflorestal com valor de 16,4 % (Tabela 1). Estudo desenvolvido por WARRICK & NIELSEN (1980), entre os atributos do solo classificaram da seguinte forma os CV < 12% - baixo 12% < CV < 60% - médio, e CV > 60% - alto.

A aferição da infiltração acumulada (I) e da velocidade de infiltração (VIB) do solo pelo método do infiltrômetro de anel foram obtidas conforme os dados demonstrados na Tabela 2, apresentaram duração total de 210 minutos.

TABELA 2 Determinação da infiltração acumulada (I) e da velocidade de infiltração (VIB) pelo método do infiltrômetro de anel.

T Acumulado (min)	Pastagem Degradada				SAFs			
	X= log T	Y = LOG I	X.Y	X ²	X= log T	Y = LOG I	X.Y	X ²
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	0,000	0,669	0,000	0,000	0,000	0,985	0,000	0,000
2	0,301	1,067	0,321	0,091	0,301	1,322	0,398	0,091
3	0,477	1,315	0,628	0,228	0,477	1,514	0,722	0,228
4	0,602	1,482	0,892	0,362	0,602	1,653	0,995	0,362
5	0,699	1,606	1,122	0,489	0,699	1,761	1,231	0,489
10	1,000	1,730	1,730	1,000	1,000	1,847	1,847	1,000
15	1,176	1,833	2,155	1,383	1,176	1,921	2,259	1,383
20	1,301	1,923	2,501	1,693	1,301	1,984	2,581	1,693
30	1,477	2,004	2,961	2,182	1,477	2,043	3,017	2,182
45	1,653	2,086	3,449	2,733	1,653	2,100	3,472	2,733
60	1,778	2,171	3,861	3,162	1,778	2,157	3,836	3,162
90	1,954	2,262	4,421	3,819	1,954	2,217	4,332	3,819
120	2,079	2,358	4,903	4,323	2,079	2,276	4,732	4,323
150	2,176	2,439	5,308	4,735	2,176	2,333	5,077	4,735
180	2,255	2,508	5,656	5,086	2,255	2,385	5,379	5,086
210	2,322	2,572	5,972	5,393	2,322	2,438	5,661	5,393
735	21,25	30,02	45,88	36,68	21,25	30,94	45,54	36,68
46	1,33	1,88	2,87	2,29	1,33	1,93	2,85	2,29

Em relação ao modelo empírico de Kostiakov, os pares de valores da infiltração acumulada e tempo obtido pelo ensaio de infiltrômetro de anéis foram utilizados para determinar os parâmetros das equações. Os modelos foram linearizados por meio da aplicação de logaritmos. Para as equações da infiltração acumulada e velocidade de infiltração em pastagem degradada foram $I_a = 8,5803 \cdot t^{0,71}$ e $T_i = 9,1212 \cdot t^{-0,376}$, respectivamente. As equações de infiltração acumulada e velocidade de infiltração em sistema agroflorestal foram $I_a = 17,147 \cdot t^{0,5265}$ e $T_i = 16,391 \cdot t^{-0,611}$, respectivamente.

Infiltração acumulada (a) e taxa de infiltração da água no solo (b), em função do tempo, para o modelo de Kostiakov para sistema agroflorestal (Figura 2).

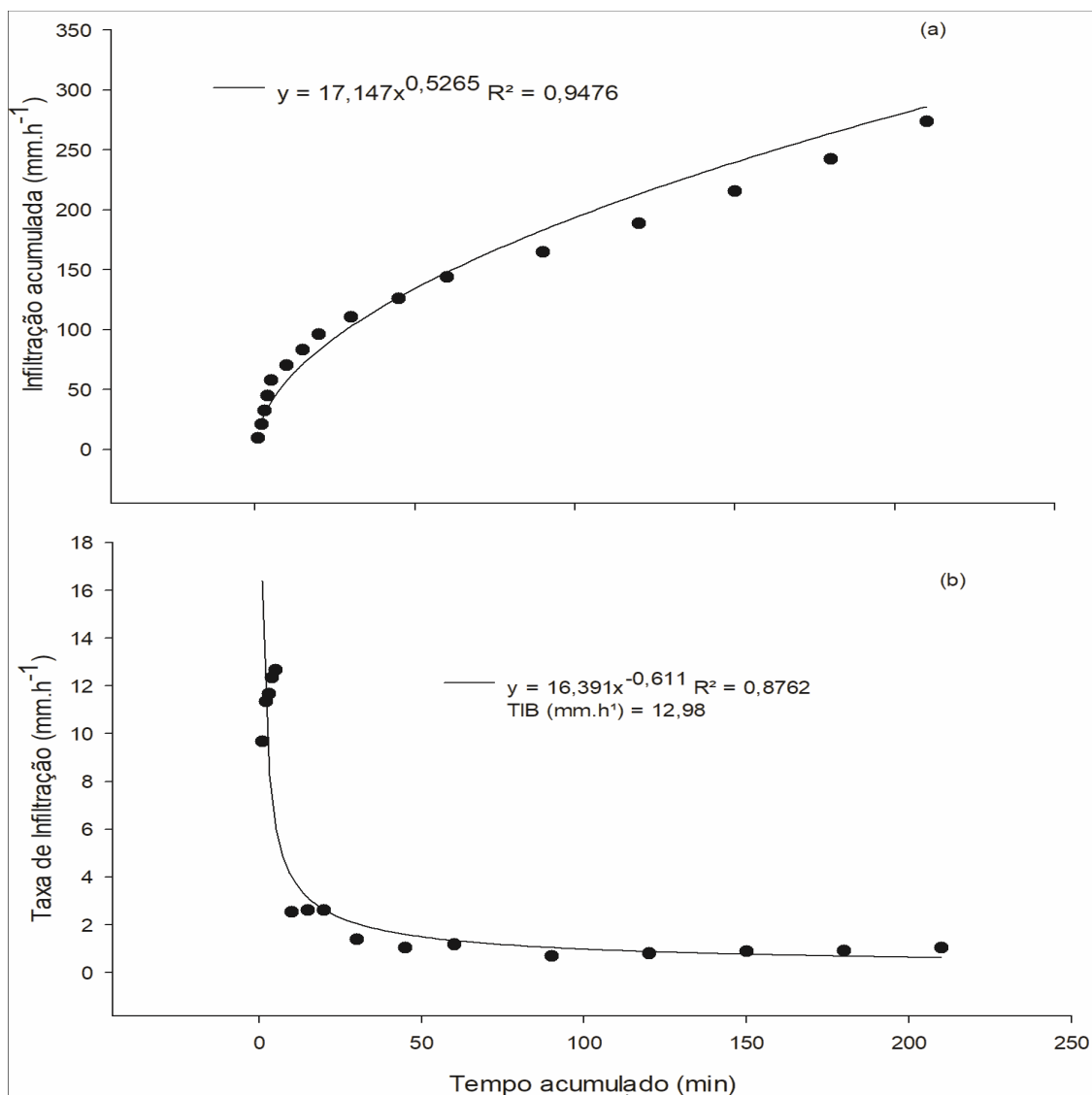


FIGURA 2 Infiltração acumulada (mm ha⁻¹) (a), taxa de infiltração (mm ha⁻¹) (b), em função do tempo acumulado para sistema agroflorestal, Capitão Poço – PA, 2015.

Observou-se que a velocidade de infiltração inicial em solo do sistema agroflorestal (12 mm h⁻¹), foi reduzindo gradativamente em função do tempo (Figura 2b). A estabilização da infiltração ocorre após a saturação do solo, neste caso ocorreu entre 100 minutos para pastagem degradada e 50 minutos para o sistema agroflorestal após o início do teste.

Essa rápida estabilização de infiltração no solo no sistema agroflorestal pode estar relacionada à presença do fluxo de máquinas agrícolas e conseqüentemente, a redução dos macroporos que tendem a saturar em menor tempo. Segundo KLEIN & KLEIN (2014), as principais causas da compactação de um solo podem estar ligadas ao intenso tráfego de máquinas agrícolas durante a colheita do açaí, o que pode influenciar diretamente na redução da infiltração.

Para estimar a infiltração acumulada em determinado período de tempo os dados para cada solo foram ajustados à equação de Kostiakov. O coeficiente de determinação para o solo com sistema agroflorestal foi $R^2 = 0,94$. Foram elevados

mostrando que houve uma boa adaptação entre os dados observados e os estimados. Resultados semelhantes foram encontrados por FAGUNDES et al. (2012), que ao estudarem a determinação e a velocidade de infiltração de água em solo de cerrado do município de Rondonópolis, MT, obtiveram ajustes satisfatórios para previsão de infiltração acumulada de água no solo ($R^2 = 0,98$).

O sistema de pastagem degradada apresentou para a infiltração acumulada coeficiente de determinação de $R^2 = 0,9661$ (Figura 3A). Entretanto para a taxa de infiltração básica foi encontrado $R^2 = 0,7412$ com valor de $37,79 \text{ mm h}^{-1}$ (Figura 3B).

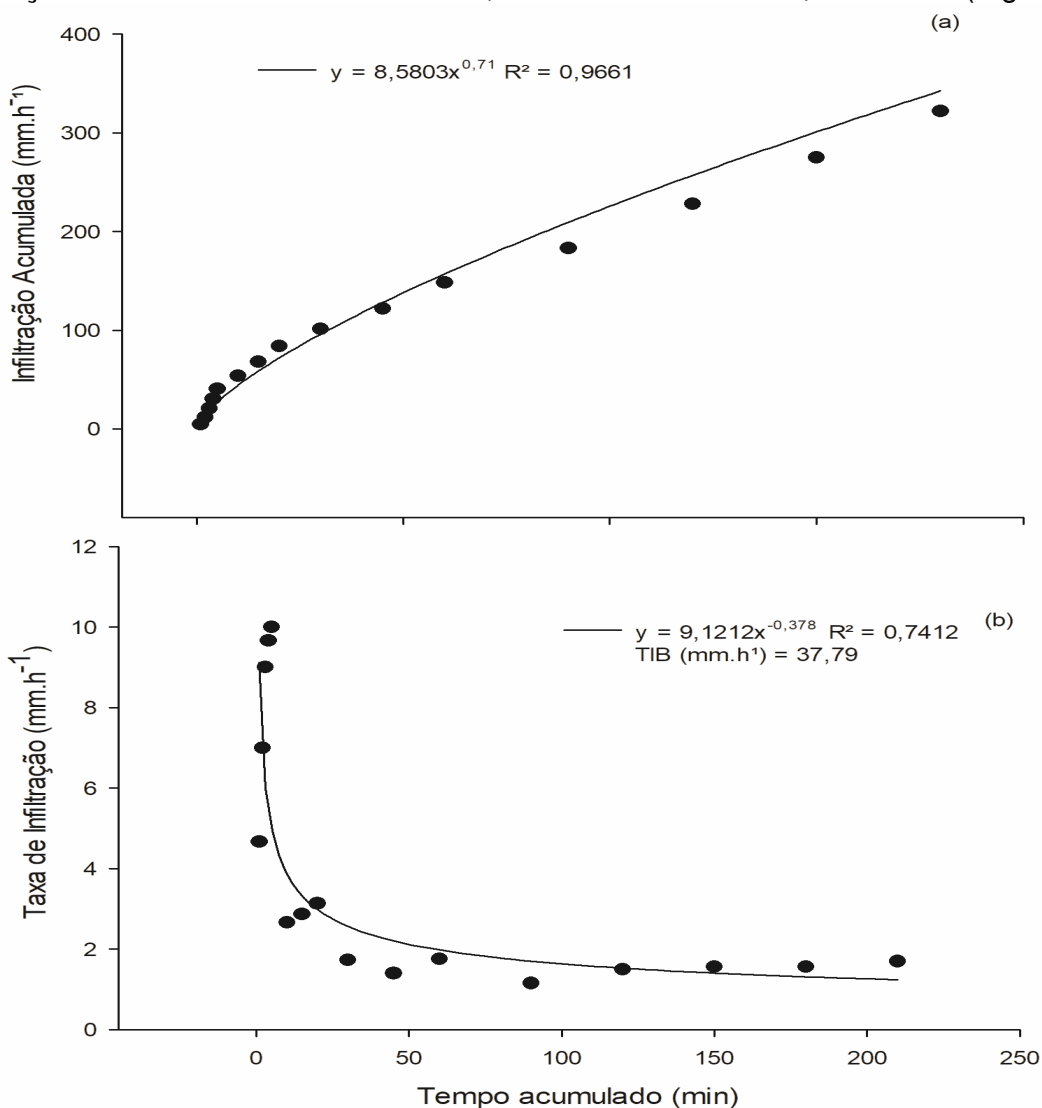


FIGURA 3 Infiltração acumulada (mm h^{-1}) (a), taxa de infiltração (mm h^{-1}) (b) em função do tempo acumulado para agroecossistema de pastagem degradada – PD, Capitão Poço, 2015.

Na tabela 2, o valor da velocidade de Infiltração básica (VIB) na pastagem degradada foi de $38,19 \text{ mm h}^{-1}$ e no sistema agroflorestal foi 13 mm h^{-1} , o que corresponde a uma VIB muito alta e média respectivamente de acordo com a classificação de BERNARDO et al. (2006).

TABELA 2 Valores de Velocidade de Infiltração Básica (VIB), carbono total em agroecossistema.

Análises do Solo	Pastagem Degradada	Sistema Agroflorestal
VIB (mm.h ⁻¹)	38,19	13,00
Carbono Total	2,03	1,33

Fonte: desenvolvido pelos autores.

Os valores de VIB estão relacionados com a textura do solo e ser: arenosa quando de 25 a 250 mm/h; franco-arenosa de 13 a 76 mm/h; franco-arenosa-argilosa de 5 a 20 mm/h e franco-argilosa: 2,5 a 15 mm/h (BERNARDO et al., 2006).

O teor de carbono no solo tem relação com a composição granulométrica, que influencia o desenvolvimento do sistema radicular, a capacidade de aeração, percolação da água e o aumento da compactação (PEZARICO et al., 2013). Dessa forma, na tabela 2 os valores de carbono total no solo nos diferentes sistemas estudados apresentaram comportamento semelhante, sendo que o menor teor de carbono no solo foi no sistema agroflorestal.

Estudos realizados por MANTOVANELLI et al. (2015), sobre avaliação dos atributos do solo sob diferentes usos na região de Humaitá, Amazonas, indicam redução de teores de carbono em sistemas estáveis, como pastagem abandonada quando comparada a áreas com campo natural. De acordo com o PEZARICO et al. (2013) sobre os aspectos bioquímicos do solo em relação a infiltração, nos sistemas cujo aporte de matéria orgânica é maior e não há revolvimento do solo, a qualidade do solo tende a ser melhorada.

Nesse contexto, a pastagem degradada foi o ambiente que apresentou maior teor de carbono total. A pouca frequência com que ocorre o revolvimento do solo e a presença de excretas dos animais, facilitou o acúmulo de matéria seca que constitui via de entrada deste nutriente nas pastagens.

CONCLUSÃO

Neste sentido, para as condições de estudo, o sistema de pastagem degradada foi obtido pelo modelo potencial de $Ti = 9,1212 * t^{-0,376}$, e sua velocidade de infiltração básica de 38,19 mm h⁻¹. Para o sistema agroflorestal apresentou modelo potencial de $Ti = 16,391 * t^{-0,611}$, com velocidade de infiltração básica de 13 mm h⁻¹.

AGRADECIMENTOS

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de mestrado e doutorado.

REFERÊNCIAS

ARGENTON, J. ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; WILDNER, L. do P. Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 425-435, Junho 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832005000300013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07 Julho 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000300013>.

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. Ed. Atual. e Ampl. Viçosa: UFV, 2006. 625p.

COUTO, W. H.; ANJOS, L. H. C.; WADT, P. G. S.; PEREIRA, M. G. Atributos edáficos e resistência de penetração em áreas de sistemas agroflorestais no sudoeste amazônico. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 3, p. 811-823, jul-set., 2016. Disponível em:< <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/24210>>. Acesso em: 07 Julho 2017. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509824210>

EMBRAPA. Centro Nacional de Levantamento e Conservação de solos. (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos se análise de solo. 2. Ed. Rev. Atual. Rio de Janeiro, 1979. 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1)

FAGUNDES, E. A. A.; RUDEL, M. K. N.; SANTOS, T. S. dos.; PORTO, R. Determinação da infiltração e velocidade de infiltração de água pelo método de infiltrômetro de anel em solo de cerrado no município de Rondonópolis-MT. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.14; p. 369-378. 2012. Disponível em:< <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/agrarias/determinacao.pdf>> Acesso em: 07 Julho 2017.

FREITAS, G. A.; BENDITO, B. P. C.; SANTOS, A.C. M.; SOUSA, P. A. Diagnóstico ambiental de áreas de pastagens degradadas no município de Gurupi – TO. **Biota Amazônia**, Macapá, v.6, n.1, p.10-15, 2016. Disponível em:< <https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/1287>>. Acesso em: 07 de Julho 2017. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n1p10-15>.

JOSÉ, J. V.; REZENDE, R.; MARQUES, P. A. A.; FREITAS, P. S. L.; ALVES, D. S. Determinação da velocidade de infiltração básica de água em dois solos do Noroeste do Estado do Paraná. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.6, n.1, p.155-170, 2013. Disponível em:<<http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/2166>>. Acesso em: 07 de Julho de 2017.

KLEIN, C.; KLEIN, V. A. Influência do manejo do solo na infiltração de água. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**, v. 13, n. 5, p.3915-3925, dez. 2014. Disponível em:< <https://periodicos.ufsm.br/index.php/remoa/article/viewFile/14989/pdf>>. Acesso em: 07 de Julho de 2017. <http://dx.doi.org/10.5902/2236130814989>.

MANTOVANELLI, B. C.; SILVA, D. A. P.; CAMPOS, M. C. C.; GOMES, R. P.; SOARES, M. D. R.; SANTOS, A. C. Avaliação dos atributos do solo sob diferentes usos na região de Humaitá, Amazonas. **Revista Ciências Agrárias**, v. 58, n. 2, p. 122 - 130, abr./jun. 2015. Disponível em:< <https://periodicos.ufra.edu.br/index.php?journal=ajaes&page=article&op=view&path%5B%5D=1822&path%5B%5D=631>>. Acesso em: 07 de Julho de 2017. <http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/rca.1822>.

PEZARICO, C. R.; VITORINO, A. C. T.; MERCANTE, F. M.; DANIEL, O. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **Revista de Ciências Agrárias**,

Belém. v. 56, n. 1, p. 40-47, jan./mar. 2013. Disponível em:< <http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/rca.2013.004>>. Acesso em: 07 de Julho d 2017. <http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/rca.2013.004>.

PINHEIRO, A.; TEIXEIRA, L. P.; KAUFMANN, V. Capacidade de infiltração de água em solos sob diferentes usos e práticas de manejo agrícola. **Revista Ambiente e Água**, v.4, n.2, p.188-199, 2009. Disponível em:< <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/211>>. Acesso em: 07 de Julho de 2017. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi.agua.97>

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Manole, 2004. 478p.

ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; MOURA, O. V. T DE.; ALMEIDA, A. P. C de. Vias de formação, estabilidade e características químicas de agregados em solos sob sistemas de manejo agroecológico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**., Brasília, v. 51, n. 9, p. 1677-1685, Set. 2016 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2016000901677&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07 Julho 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2016000700068>.

SILVA FILHO, E. P. da. Velocidade de infiltração em área pastagem degradada e floresta natural no município de Porto Velho (RO). **Revista franco-brasileira de geografia-Confins**, n. 29, 2016. Acesso em <<https://confins.revues.org/11635>> 07 de Julho 2017. DOI : 10.4000/confins.11635.

SILVA, A. G. da.; BOICA JUNIOR, A. L.; FARIAS, P. R. S. e BARBOSA, J. C. Infestação da mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) em pomares de citros, em sistemas de plantio convencional e agroflorestal. **Revista Brasileira de Fruticultura**., Jaboticabal , v. 33, n. 1, p. 053-060, Mar. 2011 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452011000100008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07 Julho 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011005000038>.

SILVA, N. F., CUNHA, F. N., CUNHA, R. C., CABRAL FILHO, F. R., TEIXEIRA, M. B., CARVALHO, J.J. características físico-hídricas de um latossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.8, nº. 5, p.375 - 390, 2014. Disponível em: <http://inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/viewFile/245/pdf_189>. Acesso em: 7 de Julho de 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v8n500245>.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. **Spatial variability of soil physical properties in the field**. In: HILLEL, D. (Ed.). Applications of soil physics. New York: Academic Press,1980. p. 319-344.