

VARIABILIDADE DA UMIDADE DO SOLO EM UM POÇO PROFUNDO NA AMAZÔNIA CENTRAL

Alderlande S. Costa¹, Ronisley P. Santos²

¹Discente do curso Engenharia Ambiental no Instituto de Ensino Superior FUCAPI - Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica Faculdade FUCAPI.

CEP: 69075-351 - Manaus - Amazonas – Brasil

²Docente do curso Engenharia Ambiental e Sanitária no Instituto de Ensino Superior FUCAPI - Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica Faculdade FUCAPI.

CEP: 69075-351 - Manaus - Amazonas – Brasil

alderlandejr@gmail.com.br, ronisrural@yahoo.com.br

Abstract. This study was developed with the objective of visualizing soil water dynamics in an area of primary forest, the Cuieiras Biological Reserve, located 60km north of the city of Manaus. In a deep well, 15 meters deep, a set of TDR probes is installed that collects data every 15 minutes. After field data collection, he corrected them in Excel using an empirical formula for the region's soil. After that, using a sum between the layers, the soil water content was reached. Based on the data analysis it was possible to observe the soil water dynamics in the dry and rainy periods in the Amazon, reducing or increasing the amount of water in the profile, due to the influence of evapotranspiration and water absorption by the roots of the plants.

Resumo. Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de visualizar a dinâmica da água no solo em uma área de floresta primária, a Reserva Biológica do Cuieiras, localizada a 60km ao norte da cidade de Manaus. Em um poço profundo, de 15 metros de profundidade, está instalado um conjunto de sondas de TDR que coleta dados a cada 15 minutos. Após a coleta de dados em campo, corrigiu-os em Excel utilizando uma fórmula empírica para o solo da região. Após isso, utilizando um somatório entre as camadas, chegou-se ao conteúdo de água do solo. Com base na análise dos dados foi possível observar a dinâmica da água no solo nos período seco e chuvoso na Amazônia, reduzindo ou aumentando a quantidade de água no perfil, em virtude da influência da evapotranspiração e absorção da água pelas raízes das plantas.

1. Introdução

Desde os tempos mais remotos a Amazônia tem desafiado naturalistas de todas as nacionalidades, com o seu patrimônio relevante: a biodiversidade, o Eldorado de fato (Val, 2014). Seu bioma é caracterizado por uma enorme floresta tropical úmida e

mantido por uma íntima relação da atmosfera com os solos pobres, conectados por uma imensa rede de drenagem formada por igarapés e rios (Artaxo et al., 2014).

A grande disponibilidade de água e os processos hidrológicos, portanto, favorecem a eficiente reciclagem da matéria orgânica produzida pela própria floresta composta por espécies adaptadas às condições climáticas e nutricionais do solo (Luizão, 2007; Ferreira et al., 2006). A reciclagem da matéria orgânica é fortemente dependente da atividade biológica (Luizão, 2007) e os nutrientes resultantes do processo de decomposição são rapidamente assimilados em grande parte pela vegetação, não permitindo que haja perda do sistema florestal (Ferreira et al., 2006).

O solo de terra firme (especificamente o Latossolo Amarelo), localizado nos níveis topográficos mais elevados e planos, chamados de platôs. Os solos existentes sob floresta primária de terra firme na Amazônia Central apresentam essas características (Ferraz et al., 1998; Ferreira et al., 2001), além de uma baixa capacidade de disponibilizar água para as plantas (Ferreira et al., 2002; Ferreira et al., 2004). O clima da região, quente e úmido, favorece os processos de intemperização de rochas e a lixiviação dos metais alcalinos e alcalino terrosos; a exposição do solo por longo tempo a ação das chuvas abundantes e de temperaturas elevadas, aliada às grossas texturas do substrato geológico, permite fácil drenagem da água de percolação, tornando o intemperismo mais intenso (Schubart et al., 1984).

A compactação, devida à atividade agropecuária, também pode causar modificações na retenção de água do solo, decorrentes de alterações sofridas na distribuição do diâmetro de poros, principalmente redução da macroporosidade (Figueiredo et al., 2009). Todavia, a disponibilidade de água para as plantas depende do nível de compactação e da distribuição do diâmetro de poros resultante (Hillel, 1980).

Esta proposta tem como objetivo avaliar a variabilidade da umidade do solo em um poço profundo, visando o entendimento da dinâmica da água em profundidade.

2. Materiais e métodos

2.1 Área de Estudo

Reserva do Cuieiras

Essa proposta foi desenvolvida em uma área de floresta primária medindo cerca de 22.735ha em uma das reservas do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, a Reserva Biológica do Cuieiras, que está localizada a 60 km ao norte da cidade de Manaus. A reserva tem acesso apenas pela estrada vicinal ZF-2, com entrada pelo km 50 da BR- 174, percorrendo 34 km de ramal de estrada de barro até a estação LBA/INPA. Nesta reserva está instalada uma torre de 54 m de altura chamada K34 onde também está instalado o pluviômetro T7 (latitude: 2° 36' 32,67" S; longitude: 60° 12' 33,48" W) (Figura 1).

A microbacia hidrográfica do Igarapé-Asu, possui uma morfologia caracterizada com áreas de platô, vertente (encosta) e baixio. A vegetação é típica de floresta primária não perturbada. O solo da área deste estudo é um latossolo amarelo álico, de textura argilosa, com boa drenagem (Chauvel, 1982). Os índices pluviométricos registram todas as médias superiores a 150 mm, no período compreendido entre os meses de outubro e

junho, e menos de 99 mm no mês agosto. A temperatura média mínima em junho é de 25,2°C e máxima de 26,7°C em novembro (Marques Filho *et al.*, 2005).

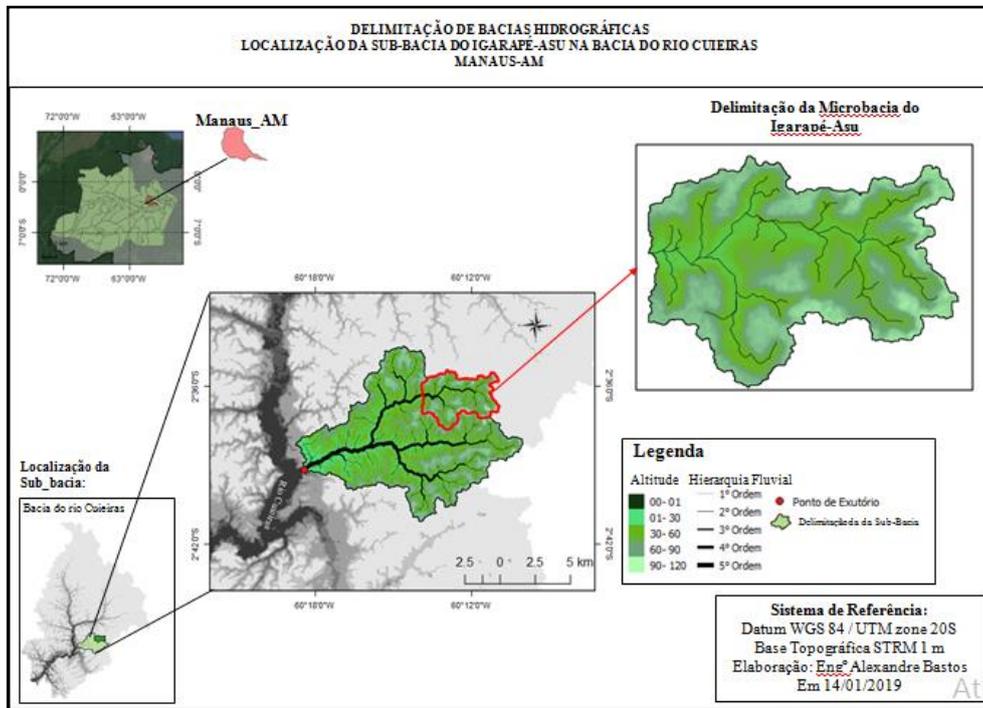


Figura 1. Localização da microbacia do Igarapé-Asu. Fonte: Eng. Alexandre Bastos – CLIAMB/INPA. 2019

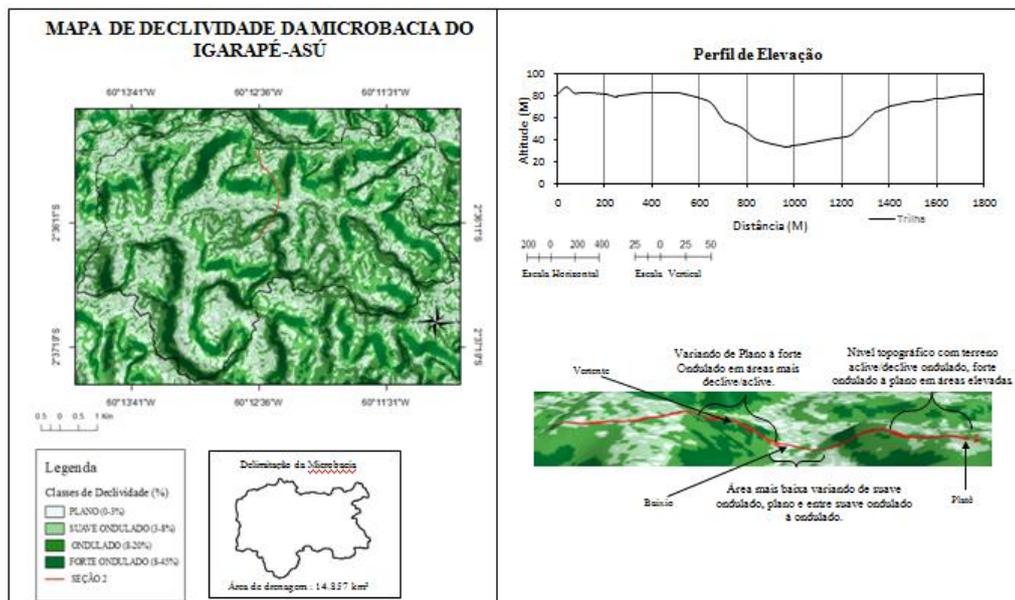


Figura 2. Mapa de declividade da microbacia do Igarapé-Asu. Fonte: CLIAMB/INPA. 2019.

2.2 Dados de Campo

No poço profundo, de 15 metros de profundidade, está instalado um conjunto de sondas de TDR (Time Domain Reflectometry) em diferentes profundidades (0,8; 1,6; 2,4; 3,2; 6,5 e 14,2 m). Os dados são coletados a cada 15 minutos pelas sondas TDR. As sondas

de TDR têm sido largamente utilizadas em medidas de umidade do solo (θ_{TDR}), devido à facilidade de operação e instalação. A técnica baseia-se na medida do tempo de viagem de um sinal eletromagnético através de um meio. O TDR mede a constante dielétrica do solo (ϵ), na faixa de frequência de 10 MHz a 1 GHz. Esta variável no solo é principalmente dependente da umidade do solo (θ), o que proporciona que sejam correlacionadas. Topp et al. (1980), citado por Dasberg & Hopmans (1992), obteve uma equação empírica, chamada de “equação universal”, entre a umidade do solo e a constante dielétrica:

$$\theta = -5,3 \times 10^{-2} + 2,9 \times 10^{-2} \epsilon - 5,5 \times 10^{-4} \epsilon^2 + 4,3 \times 10^{-6} \epsilon^3.$$

Para os dados do presente trabalho usa-se uma equação empírica baseada na equação de Topp et al. (1980) realizada em laboratório para o uso em solo Amazônico também relacionando a umidade do solo com a constante dielétrica:

$$\theta_v = -0,084 + 0,056ka - 0,002ka^2 + 2,82 \times 10^{-5} ka^3.$$

Os registros foram armazenados em “Datalogger” e coletados quinzenalmente. Com os resultados foi possível observar o comportamento da água no solo em diferentes camadas, ao longo do período de estudo e correlacionar com os eventos climáticos, tanto no período chuvoso quanto no período seco.

Os dados foram extraídos do Datalogger por meio do programa LoggerNet o qual já trabalha os dados e os converte para m^3/m^3 . Após a extração desses dados eles foram enviados para planilhas no Excel onde foram organizados por períodos de meses; trabalhados usando as formulas de correção, e posteriormente foram elaborados os gráficos para mostrar o estoque de água presente no solo do poço profundo.

Os pluviômetros instalados nas torres, em diversos pontos da reserva de Cuieiras, coletam os dados de precipitação e temperatura do local. Esses dados são utilizados para obter a precipitação média mensal na Bacia do Igarapé Asú (Figura 3) e utilizados para a confecção de boletins de precipitação, disponibilizados na página virtual do INPA.

Localização da microbacia e a distribuição dos pluviômetros

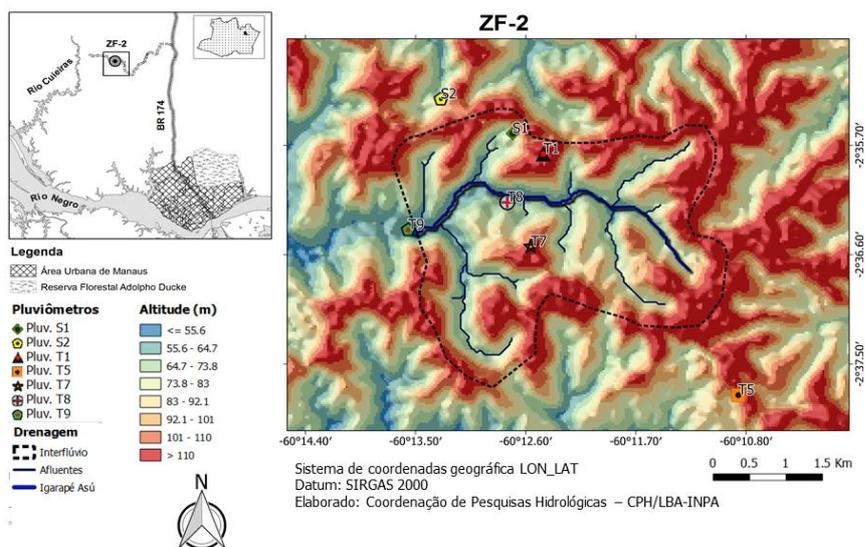


Figura 3: Mapa com a posição dos pluviômetros

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados selecionados para o presente relatório foram coletados do pluviômetro T7 instalado na torre K-34 entre os anos de 2018 e 2019 (Figura 4).

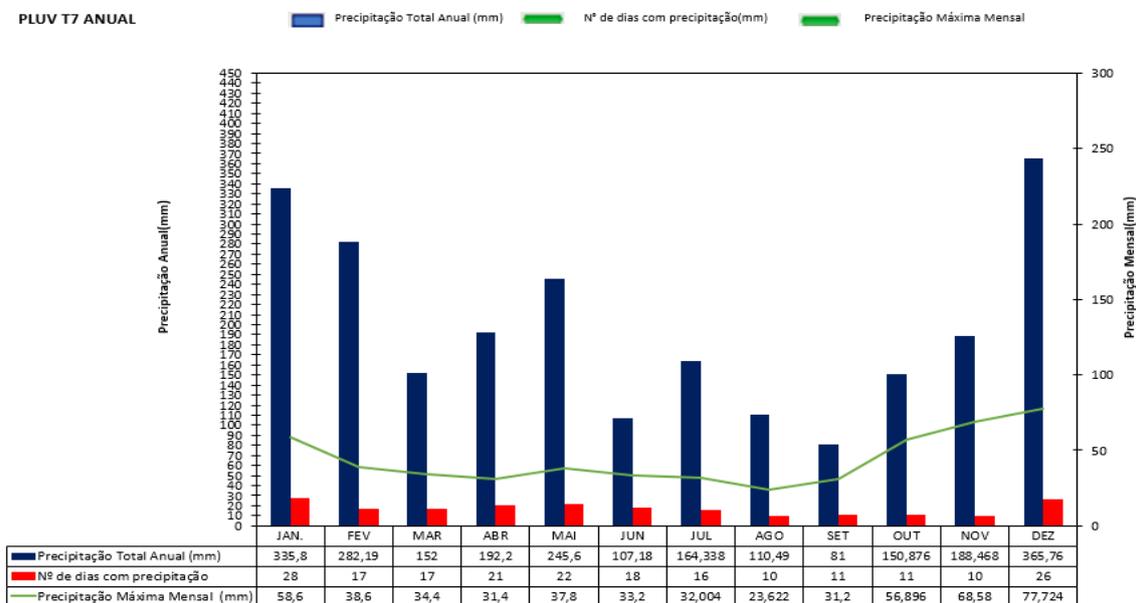


Figura 4: Boletim Anual 2018. Fonte: Coordenação de pesquisas Hidrológicas – CPH/LBA – INPA

Para análise da influência da precipitação (Figura 4) com os dados de umidade do poço foram utilizados os dados de umidade trabalhados com um somatório da umidade de todas as camadas do poço profundo, criando um estoque de água do solo, e relacionado com a precipitação no local. O período de umidade do solo utilizado foi entre os meses de julho de 2018 a junho de 2019 e relacionado com a precipitação no mesmo período de tempo.

Após a coleta de dados em campo, os dados de umidade do solo foram inseridos em planilhas do Excel denominados como “dados brutos”. Posteriormente os dados foram trabalhados utilizando a fórmula para correção desses. Esse tratamento de dados resultou em um somatório de médias entre as camadas chegando ao conteúdo de água do solo em cada perfil. Tirou-se a média mensal desses dados e criou-se um gráfico de estoque mensal de água no solo em m^3/m^3 (Tabela 1 e Figura 5).

Tabela 1. Média mensal de umidade do solo por profundidade:

	0,8(m)	1,6(m)	2,4(m)	3,2(m)	4,8(m)	6,2(m)	8,8(m)	14,2(m)
jul/18	0,41	0,46	0,44	0,50	0,49	0,51	0,45	0,49
ago/18	0,40	0,45	0,44	0,50	0,49	0,51	0,45	0,49
set/18		0,44	0,44	0,50	0,48	0,51	0,45	0,49
out/18		0,43	0,44	0,49	0,48	0,51	0,45	0,49
nov/18	0,48	0,45	0,44	0,50	0,48	0,51	0,45	0,49
dez/18	0,50	0,47	0,45	0,51	0,49	0,52	0,46	0,49
jan/19	0,50	0,46	0,45	0,51	0,49	0,52	0,46	0,50
fev/19	0,49	0,46	0,45	0,51	0,49	0,52	0,46	0,50
mar/19	0,48	0,44	0,44	0,50		0,52	0,45	0,49
abr/19	0,50	0,46	0,45	0,51	0,49	0,48,52	0,46	0,49
mai/19	0,50	0,46	0,45	0,51	0,49	0,52	0,46	0,50
jun/19	0,50	0,46	0,45	0,51	0,49	0,52	0,46	0,50

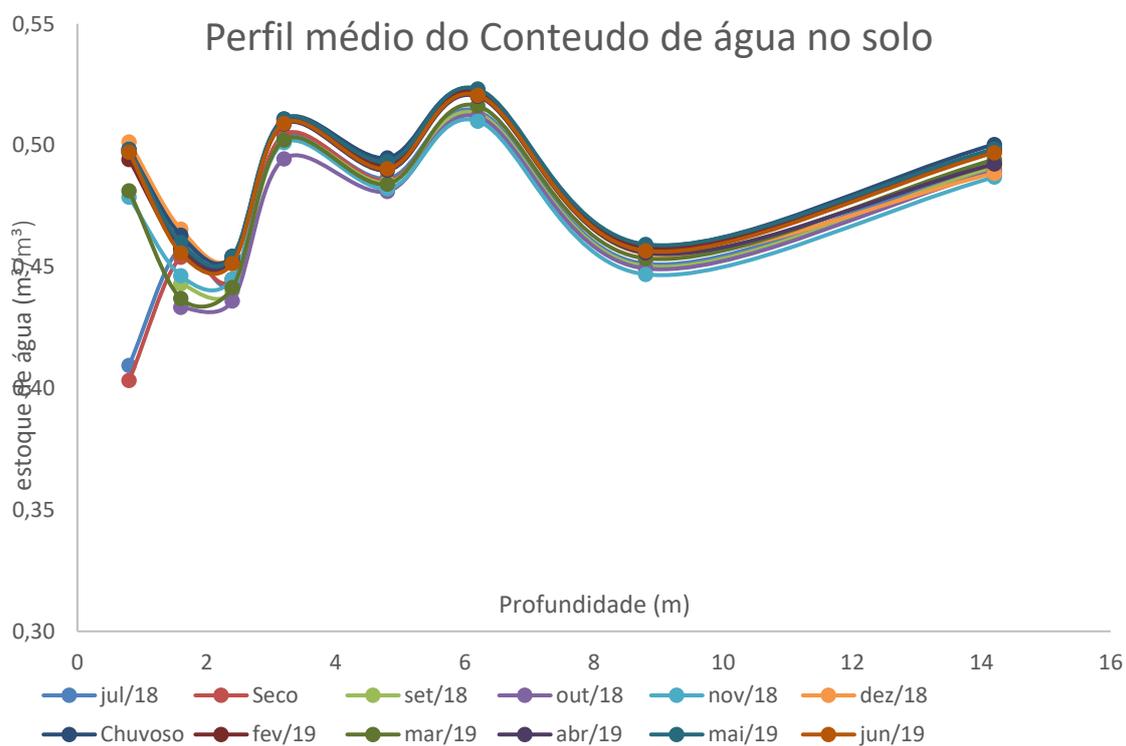


Figura 5: Média mensal do perfil de água no solo relacionado à precipitação. Fonte: Coordenação de pesquisas Hidrológicas –CPH/LBA – INPA

Utilizando esses dados de estoque de água do solo relacionou-se como dados de precipitação que são coletados próximos à área do poço profundo. Ao relacionar essas

duas variáveis, criou-se gráficos de relação entre precipitação e estoque de água do solo, propiciando assim uma melhor visualização dessa interação (Figura 6).

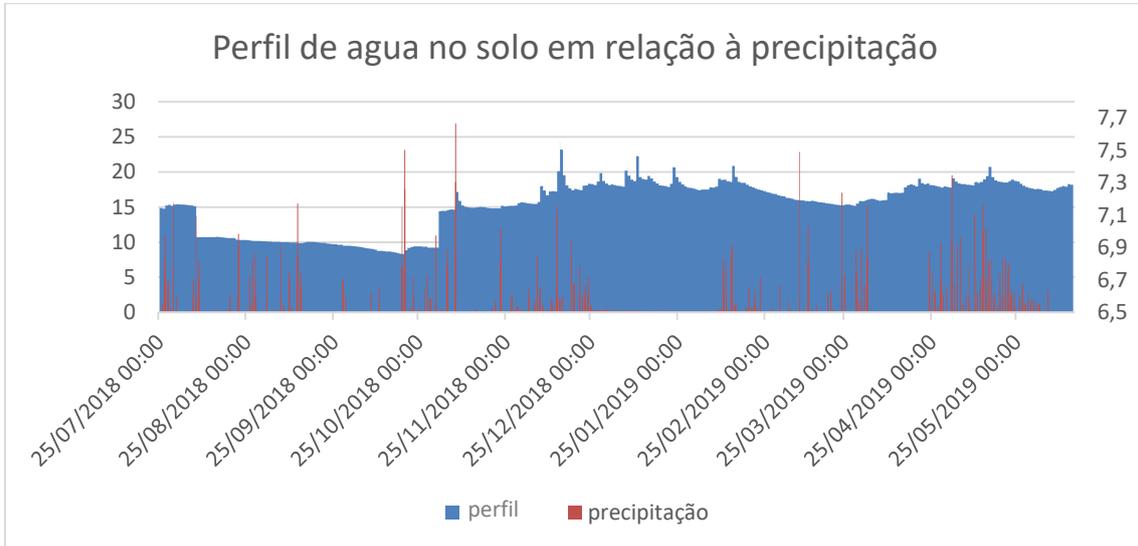


Figura 6: Média mensal do perfil de água no solo relacionado á precipitação. Fonte: Coordenação de pesquisas Hidrológicas –CPH/LBA – INPA

Destacando os meses de menor precipitação e de maior precipitação foram analisadas as interações entre precipitação e o conteúdo de água no solo (Figura 7), onde mostra uma constância neste conteúdo, exceto nas camadas mais próximas à superfície.

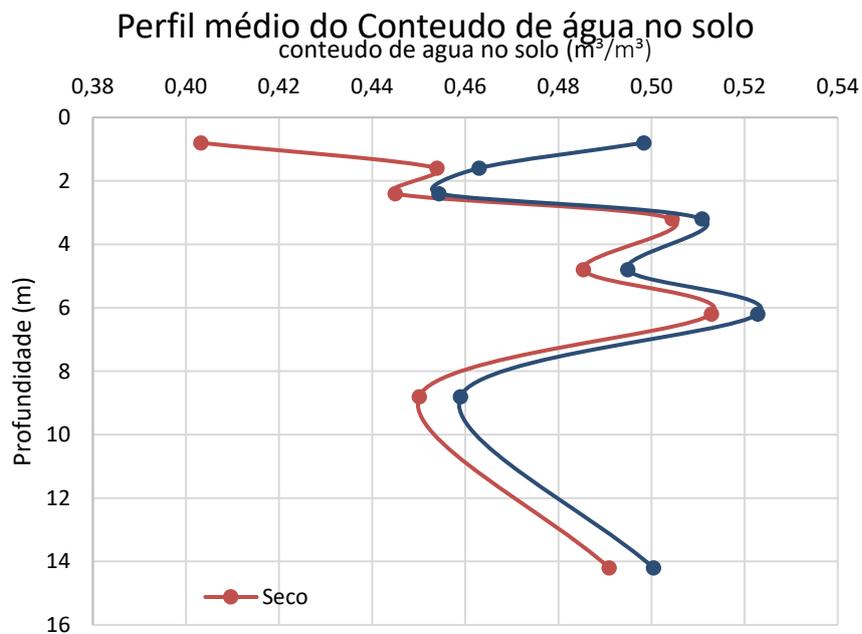


Figura 7: Relação mês mais seco e chuvoso. Fonte: Coordenação de pesquisas Hidrológicas –CPH/LBA – INPA

4. CONCLUSÃO

Com base nas análises dos dados apresentados podemos verificar a interação entre a precipitação e a quantidade de água no solo.

Foi possível observar a constante presença de água nos perfis de solo estudados que, quando chega o período de seca na Amazônia às camadas respondem a esse período, reduzindo sua quantidade de água no perfil. Esse efeito foi melhor observado nas camadas superficiais, por conta da evapotranspiração que as afetam diretamente e a constante absorção de água pelas raízes das plantas, como observado por Chauvel et al. (1992).

Os valores de umidade mais altos presente no trabalho remetem às camadas com a maior capacidade de retenção de água.

A resposta do solo, após um período de seca, é lenta, como observado na Figura 6. Essa lentidão na resposta ocorre por conta da absorção das raízes e evapotranspiração, o que limita a quantidade de água estocada no solo. A quantidade de água disponível tende a aumentar após um período com chuva constante, o que propicia o armazenamento desta água e a percolação para as camadas mais profundas do solo, como observado na Figura 7.

5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Artaxo, P.; Dias, M.A.F.S.; Nagy, L.; Luizão, F.J.; Cunha, H.B.; Quesada, C.A.N.; Marengo, J.A.; Krusche, A. 2014. Perspectivas de pesquisas na relação entre clima e o funcionamento da floresta amazônica. *Ciência e Cultura*, 66(3): 31-36.

Chauvel, A. 1982. Latossolos amarelos, álicos, argilosos dentro dos ecossistemas das bacias experimentais INPA e da região vizinha. *Acta Amazônica*. 12. 47-60.

Chauvel, Armand & Vital, A.R.T. & Lucas, Yves & Desjardins, Thierry & Franken, W.R. & Luizao, F.J. & Araguás-Araguás, Luis & Rozanski, Kazimierz & Bedmar, A.P.. (1992). O papel das raízes no ciclo hidrológico da floresta amazônica.

Dasberg, S.; Hopmans, J.W. 1992. Time domain reflectometry calibration for uniformly and nonuniformly wetted sandy and clayey loam soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 49:293-297.

Ferraz, J; Ohta, S; Salles, P.C. 1998. Distribuição dos solos ao longo de dois transectos em floresta primária ao Norte de Manaus (AM). In: Higuchi, N.; Campos, M.A.A.; Sampaio, P.T.B.; Santos, J. (Eds). *Pesquisas Florestais para a Conservação da Floresta e Reabilitação de Áreas Degradadas da Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, Amazonas. p. 110-143

Ferreira, S.J.F.; Crestana, S.; Luizão, F.J.; Miranda, S.A.F. 2001. Nutrientes no solo em floresta de terra firme cortada seletivamente na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 31(3): 381-396.

Ferreira, S.J.F.; Luizão, F.J.; Mello-Ivo, W.; Ross, S.M.; Biot, Y. 2002. Propriedades físicas do solo após extração seletiva de madeira na Amazônia central. *Acta Amazonica*, 32(3): 449-466.

Ferreira, S.J.F.; Luizão, F.J.; Ross, S.M.; Biot, Y; Mello-Ivo, W.M.P. 2004. Soil water storage in an upland forest after selective logging in Central Amazonia. *R. Bras. Ci. Solo*, 28: 59-66.

Ferreira, S.J.F.; Luizão, F.J.; Miranda, S.Á.F.; Silva, M.S.R.; Vital, A.R.T. 2006. Nutrientes na solução do solo em floresta de terra firme na Amazônia Central submetida à extração seletiva de madeira. *Acta Amazonica*, 36(1): 59-68.

Figueiredo, C. C.; Santos, G. G.; Pereira, S.; Nascimento, J. L.; Alves Júnior, J. Propriedades físico-hídricas em Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.146-151, 2009.

Hillel, D. *Fundamentals of soil physics*. New York: Academic Press, 1980. 413p.

Luizão, F. J. 2007. Ciclos de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças ambientais e climáticas. *Ciência e Cultura*, 59(3): 41-46

Maques Filho, A. O.; Dallarosa, R. G.; Pachêco, V. B. 2005. Radiação solar e distribuição vertical de área foliar em floresta na Reserva Biológica do Cuieiras ZF02 Manaus. *Acta Amaz.* Vol. 35 nº4. Manaus. Oct./Dec.

Schubart, H.O.R.; Franken, W.; Luizão, F.J. 1984. Uma floresta sobre solos pobres. *Ciência Hoje*, 2(10): 26-32.

Topp, G.C.; Davis, J.L.; Annan, A. 1980. Electromagnetic determination of soil water content: Measurement in coaxial transmission lines. *Water Res. Res.*, 16:574-582.

Val. A. L. 2014. Amazônia um bioma multinacional. *Ciência e Cultura*, 66(3): 3-10.