

Balanco de água em floresta tropical e eucalipto na bacia hidrográfica do rio Una, Vale do rio Paraíba do Sul

Marcelo dos Santos Targa¹, Ana Aparecida da Silva Almeida¹, Emilson Phol², Lucas Guimaraes da Silva², Marcos Cleve da Silva²,

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - Universidade de Taubaté (UNITAU)

²Egressos do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - Universidade de Taubaté (UNITAU)

E-mail: {targa.marcelo, anaparecida.almeida, emilsonpohl, eng.lucasguimaraes15}@gmail.com

E-mail: marcoscleve@msn.com

RESUMO

Em diferentes ecossistemas, as mudanças no tipo de cobertura do solo alteram a dinâmica da água no solo. No vale do rio Paraíba do Sul no estado de São Paulo, Brasil, o declínio nas atividades econômicas, como a pecuária, levou a mudanças na cobertura vegetal dos solos, pastagens para regeneração da vegetação natural e depois para a floresta. Assim, o presente trabalho teve como objetivo levantar estudos que abordam o comportamento da água em floresta tropical e eucalipto na bacia do rio Una, Vale do Rio Paraíba do Sul. Os estudos encontrados utilizaram sensores e equipamentos para determinação de escoamento superficial. O Balanço hídrico e realizado por meio da contabilização dos valores de Precipitação, Evapotranspiração real, Armazenamento de Água no solo, Escoamento superficial e Drenagem profunda. Os dados de escoamento superficial foram obtidos por meio de 5 coletores distribuídos na área experimental. Embora os resultados do balanço hídrico sejam positivos, eles demonstram que existe diferença entre o balanço hídrico de floresta tropical e Eucalipto. Na média de todo o período e para as três profundidades o armazenamento na área de Floresta Tropical foi de 88 % a 92,5% da Capacidade de Água disponível enquanto o Eucalipto apresentou na média 64% da CAD.

Palavras-chave: bacias hidrográficas; tensiômetro; uso da água.

Water balance in tropical forest and eucalyptus in the hydrographic basin of the Una River, Paraíba do Sul River Valley

ABSTRACT

In different ecosystems, changes in the type of soil cover alter the dynamics of water in the soil. In the Paraíba do Sul river valley in the state of São Paulo, Brazil, the decline in economic activities, such as livestock, led to changes in the vegetation cover of the soils, pastures for the regeneration of natural vegetation and then for the forest. Thus, the present work had as objective to raise studies that approach the behavior of the water in tropical forest and eucalyptus in the basin of the river Una, Valley of the Paraíba do Sul River. The found studies used sensors and equipment for determination of runoff. The water balance is carried out by counting the values of precipitation, real evapotranspiration, water storage in the soil, runoff and deep drainage. The runoff data were obtained through 5 collectors distributed in the experimental area. Although the results of the water balance are positive, they demonstrate that there is a difference between the water balance of tropical forest and Eucalyptus. On average for the entire period and for the three depths, storage in the Tropical Forest area was

88% to 92,5% of the Available Water Capacity while Eucalyptus presented on average 64% of the CAD.

Keywords: hydrographic basins; tensiometer; water use.

1. INTRODUÇÃO

A região do Vale do Paraíba, no estado de São Paulo, tem potencial para expansão da cultura do eucalipto devido ao seu clima e à disponibilidade de grandes áreas ocupadas por pastagens degradadas. Essa mudança na cobertura vegetal da região de eucalipto para pastagem pode impactar a paisagem, a economia regional e a dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera (Lima, 1996).

A água é extremamente importante na produção vegetal e seu manejo racional, como forma de evitar sua falta ou excesso, é decisivo para o pleno desenvolvimento das plantas e para a preservação do meio ambiente. Por se tratar do solo, reservatório aberto para a atmosfera e para os horizontes ou camadas mais profundas, torna-se importante quantificar elementos da fase terrestre do ciclo hidrológico, como capacidade de armazenamento, fluxos que ocorrem tanto na superfície quanto na infiltração e na evaporação, bem como nas camadas mais profundas do solo.

É fundamental analisar o comportamento da água no solo com cobertura de eucalipto e outras coberturas vegetais, principalmente de mata nativa, visto que existe uma grande discussão na relação da disponibilidade hídrica em bacias com extensas áreas de plantio de eucalipto. Outro aspecto importante a se considerar no consumo de água de uma região é a modificação do uso e ocupação do solo por extensão de uma atividade econômica em detrimento de outras. Nesse sentido, Arguello et al. (2010) estimaram que houve um aumento de 32,2% na área de plantio de eucalipto de 2001 a 2007 na região do Vale do Paraíba e que esse aumento foi devido principalmente à substituição de pastagem. Segundo Carriello e Vicens, a silvicultura de 2011 se desenvolveu em áreas de pastagem (55%), vegetação secundária (15%), mata ciliar (9%) e áreas com solo exposto (7%).

A redução do teor de água do solo e o rebaixamento do lençol freático são problemas atribuídos à monocultura do eucalipto. LIMA e ZAKIA (2006) concordam que o corte do eucalipto causa problemas de uso excessivo da água no início da safra para voltar, pois nos meses mais secos, as florestas naturais retiram água das camadas mais profundas do solo, enquanto a floresta plantada sob o eucalipto, o desenvolvimento (rebrotar ou novo plantio) remove a água da superfície do solo, tornando-o ainda mais seco.

O objetivo deste estudo foi verificar quais os estudos trataram de balanço hídrico de Floresta tropical e eucalipto na bacia do rio Una e como foi realizado esse balanço e quais os principais resultados

2. MATERIAL E METODO

O presente estudo foi realizado em floresta tropical e de eucalipto, ambas localizadas na bacia do rio Una afluente da margem direita do rio Paraíba do Sul, entre os paralelos 23°14'00" S e 22°58'00" S e 45°37'00" W e 45°17'00" W (Figura 1). Essa bacia é formada pela união do rio Almas com o rio Rocinha e seus afluentes, totalizando uma área de 476 km², o que corresponde a mais de 80% da área do município de Taubaté (SP), que fica a 115 km de São Paulo-SP e 350 km da cidade do Rio de Janeiro-RJ (Batista et al., 2005). As altitudes oscilam entre 500 e 1.000 metros, sendo a nordeste a serra da Quebra Cangalha e a sudeste a serra do Jambeiro.

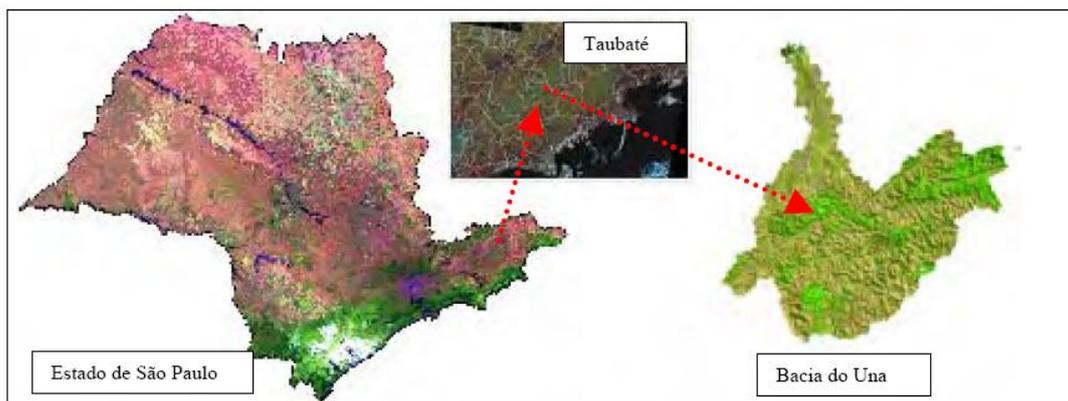


Figura 1. Localização da Bacia do Rio Una (URB)

Fonte: adaptado de (Batista et al., 2005).

O clima na região de Taubaté é do tipo mesotérmico úmido com seca nos meses de junho a agosto e precipitação de novembro a fevereiro (Fisch, 1999). Topograficamente a região influencia a variação de temperatura e precipitação. Nas montanhas, as temperaturas de inverno costumam ser inferiores a zero com geadas constantes, enquanto nas partes mais baixas da bacia hidrográfica podem ocorrer temperaturas médias de 32 ° C em janeiro.

Segundo Horikoshi e Fisch (2007) o balanço hídrico do solo de Taubaté com dados de 1992 a 2005 revelou um excedente de 263 mm, uma vez que a precipitação total anual é de 1336 mm e a evapotranspiração é de 1073 mm. Eles também observaram um déficit de 34 mm em um período de 4 meses, mas o superávit é de 5 meses, totalizando 297 mm.

O estudo realizado por Paula, et al., (2013) e Targa et al., (2017) foi realizado em áreas com vegetação de floresta de eucalipto e floresta nativa na Fazenda Una pertencente à empresa Fibria SA. Esta fazenda está localizada na URB, na estrada municipal de Taboão, no município de Taubaté, SP, a uma altitude média de 728 e suas coordenadas geográficas são as seguintes: 23°05'32 "S, 45°28'14" W. Os eucaliptos plantados na propriedade são *Eucalyptus urograndis* espaçados de 3 x 2 m e a mata nativa está em fase de regeneração há mais de 20 anos e estão nas mesmas condições de solo e declividade.

O estudo conduzido por Targa, et al., (2019), foi realizado no Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté, na bacia do rio Una, no município de Taubaté (SP), em uma área experimental de 860 m² em de um fragmento florestal de aproximadamente 5.000 m².

No campo, o teor de água no solo foi determinado indiretamente por meio de sensores do tipo WatermarkTM (Figura 2) que medem o potencial da matriz de água do solo em kPa, o qual é convertido em teor de água com base no volume (m³. m⁻³) por meio de um solo equação de retenção de água (TRACOM, 2004). Os sensores são colocados em 3 camadas diferentes em geral variando de 0 a 30 cm, 30 a 60 cm e 20 a 120cm.

O sensor de teor d'água (Figura 2a) utilizado consiste em um sistema de medição de tensão de água subterrânea do tipo resistência elétrica composto por dois eletrodos concêntricos inseridos em um material de matriz granular. Esses eletrodos ligados à fiação externa são conectados a um leitor (Figura 2b) que, em função da umidade do solo, transforma essa leitura da resistência elétrica em potencial hídrico subterrâneo.



Figure 2. (a) WatermarkTM soil tension sensor and (b) WatermarkTM equipment for reading soil water potential (Ψ_m).

Em estudo em que se mede também o escoamento superficial, instala-se coletores de que em geral são construídos e instalados com base no trabalho desenvolvido por PARCHEN (2007) com extensão de 2 cm na estrutura metálica galvanizada na base do equipamento para melhor fixação no solo. Esses coletores tem formato retangular, com dimensões internas de 100 x 27 x 11cm, respectivamente de comprimento, largura e altura, são confeccionados em chapa galvanizada de 0,55 mm de espessura. Na parte inferior é fixada uma estrutura triangular fechada nas partes superiores, vértices inferiores e laterais. Dos vértices laterais existem dois bicos circulares, onde são conectadas duas mangueiras transparentes, com a função de levar a água coletada para dois tambores de armazenamento com no mínimo 20 litros de capacidade (Figuras 3a, b).

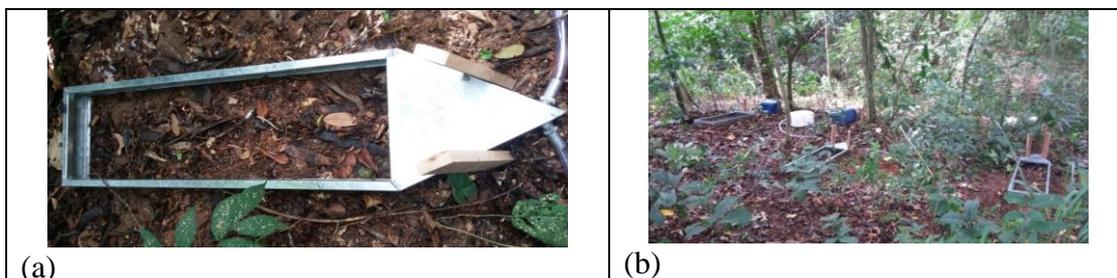


Figura 3 Coletores de escoamento superficial (a) com tambores de armazenamento (b) instalados em área de Floresta tropical

Fonte: Targa, et al., (2019).

Os valores do conteúdo volumétrico de água ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) na Capacidade de Campo (CC) e no Ponto de Murcha Permanente (PMP), para as camadas estudadas nas as duas áreas conduzidos por Paula, et al (2013) e Targa, et al., (2017) Targa, et al. (2019) foram obtidos a partir das equações da curva característica da água do solo. Os resultados mostram que o armazenamento de água no solo da área de mata nativa é superior ao solo da floresta de eucalipto. A CAD em todo o perfil é da ordem de 183 mm para a mata nativa e 175 mm para o eucalipto, enquanto nos trabalhos de Targa, et al. (2019) a CAD no perfil de 0 a 120 cm foi de 173 mm.

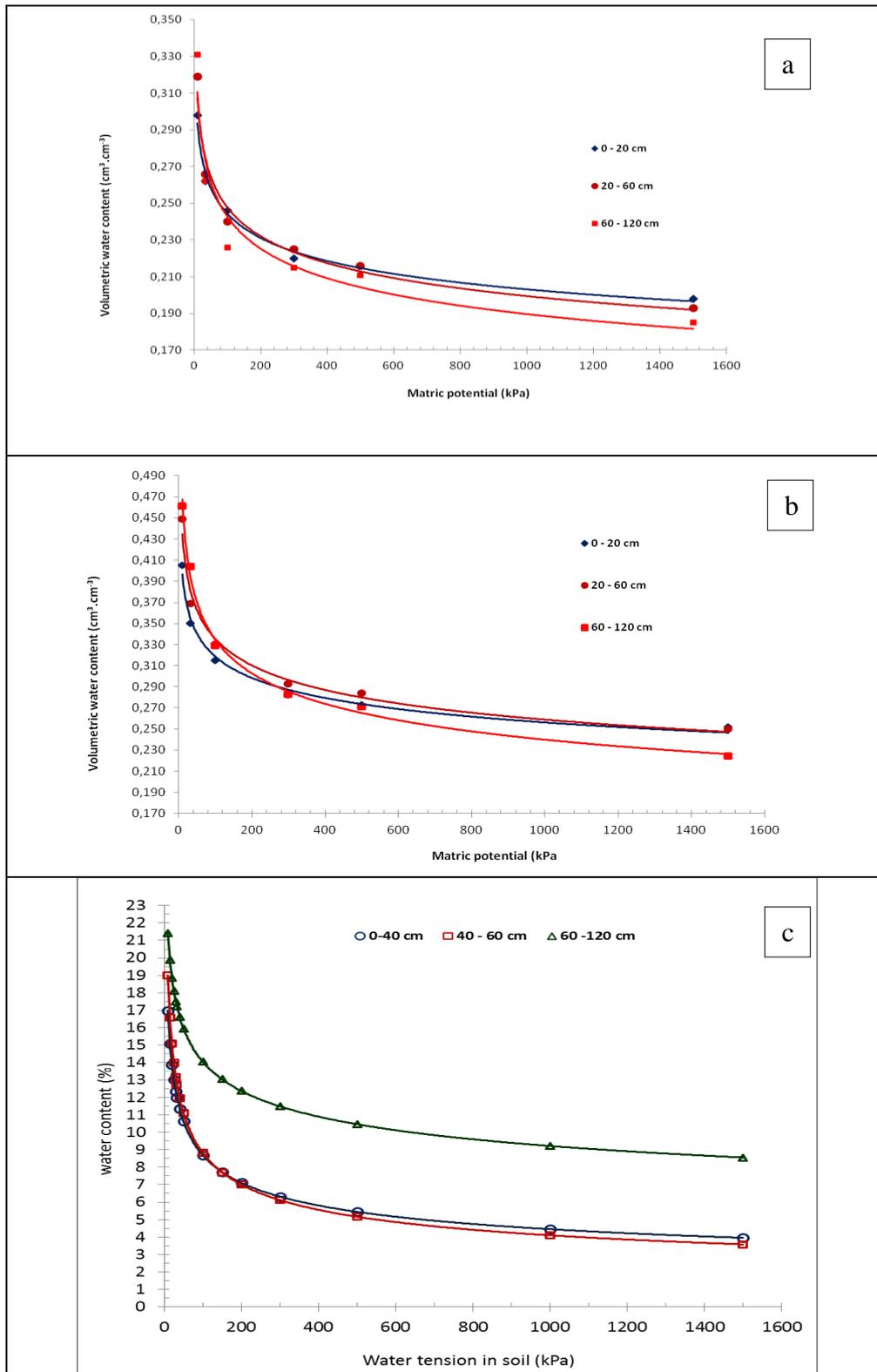


Figure 4. Curvas características de umidade no solo para as áreas (floresta tropical – a) de (eucalipto – b) de Paula, et al. 2013 e Targa et al., 2017, e para áreas (floresta tropical – c) de Targa et al., 2019.

Variação do armazenamento de água no solo

Com rela~

Ao armazenamento de água no solo, nos estudos conduzidos por Paula, et al (2013) e Targa, et al., (2017) a Figura 5a mostra o saldo positivo, durante o período de estudo, entre a precipitação e a evapotranspiração mensal. Os dados coletados indicam que há um excedente de 516 mm de água no solo durante o período de estudo. A precipitação total no período foi de 3.194,5 mm, devendo-se destacar que nos dois períodos de novembro a fevereiro choveu cerca de 65% do total no período estudado. A evapotranspiração acumulada no período foi de 2677,8 mm, (83,82%) da precipitação total.

As Figuras 5b e 5c mostram os valores de armazenamento do solo nas camadas de 0-20 cm; 20 - 60 cm e 60 - 120 cm nas áreas de mata nativa e eucalipto, respectivamente. Pode-se observar que houve diferença no armazenamento de água no solo para os dois grupos de vegetais durante o período estudado. De uma forma geral, as variações de armazenamento acompanharam o regime de precipitação indicando que a água penetrou e armazenou no solo, mas também acompanharam o regime de evapotranspiração, demonstrando que quanto maior a perda de água ocorria nos momentos de baixa ocorrência de precipitação.

As Figuras 5b e 5c também mostram as capacidades máximas de armazenamento em cada camada, respectivamente, estabelecidas pelos valores de Capacidade de Água Disponível (CWA) de cada camada. Ao longo do perfil o CWA calculado pela equação 1 da área de mata nativa (183 mm) foi ligeiramente superior à área de eucalipto.

A Figura 5b mostra que as variações no armazenamento de água residual no solo da área de mata nativa foram mais suaves e permaneceram na maior parte do período de estudo em valores abaixo do armazenamento máximo nas três camadas, mas na média os valores ficaram muito próximos do máximo de cada camada. Na camada de 60-120 cm, o armazenamento residual médio de todo o período de estudo foi da ordem de 23 mm contra 26 mm do máximo. Em três momentos o armazenamento ultrapassou o máximo que se deveu principalmente à ocorrência de chuvas intensas em novembro e dezembro de 2009 que somaram mais de 600 mm e em dezembro de 2010 quando a chuva atingiu 300 mm.

A Figura 5c mostra que as variações no armazenamento de água residual no solo da área de eucalipto ao longo do tempo foram mais pronunciadas, tendo a média para todo o período apenas 64% do armazenamento máximo para as três camadas estudadas. Porém, apenas uma vez, em dezembro de 2009, nas três camadas, o armazenamento residual ultrapassou o máximo que coincidiu com uma precipitação excessiva de mais de 400 mm e na maioria foi sempre inferior. O armazenamento da camada de 60 - 120 cm efetivamente diminuiu tanto que durante um período de 2 meses foi próximo a 53 mm, armazenamento máximo da camada de 20 a 60 cm e durante 7 meses ficou abaixo desse limite. Na camada de 20-60 cm, o valor médio de armazenamento residual foi de 35 mm versus 53 mm do máximo nesta camada. Na camada 0-20, o armazenamento residual médio foi de 14 mm versus 21 mm (valor máximo de armazenamento nessa camada).

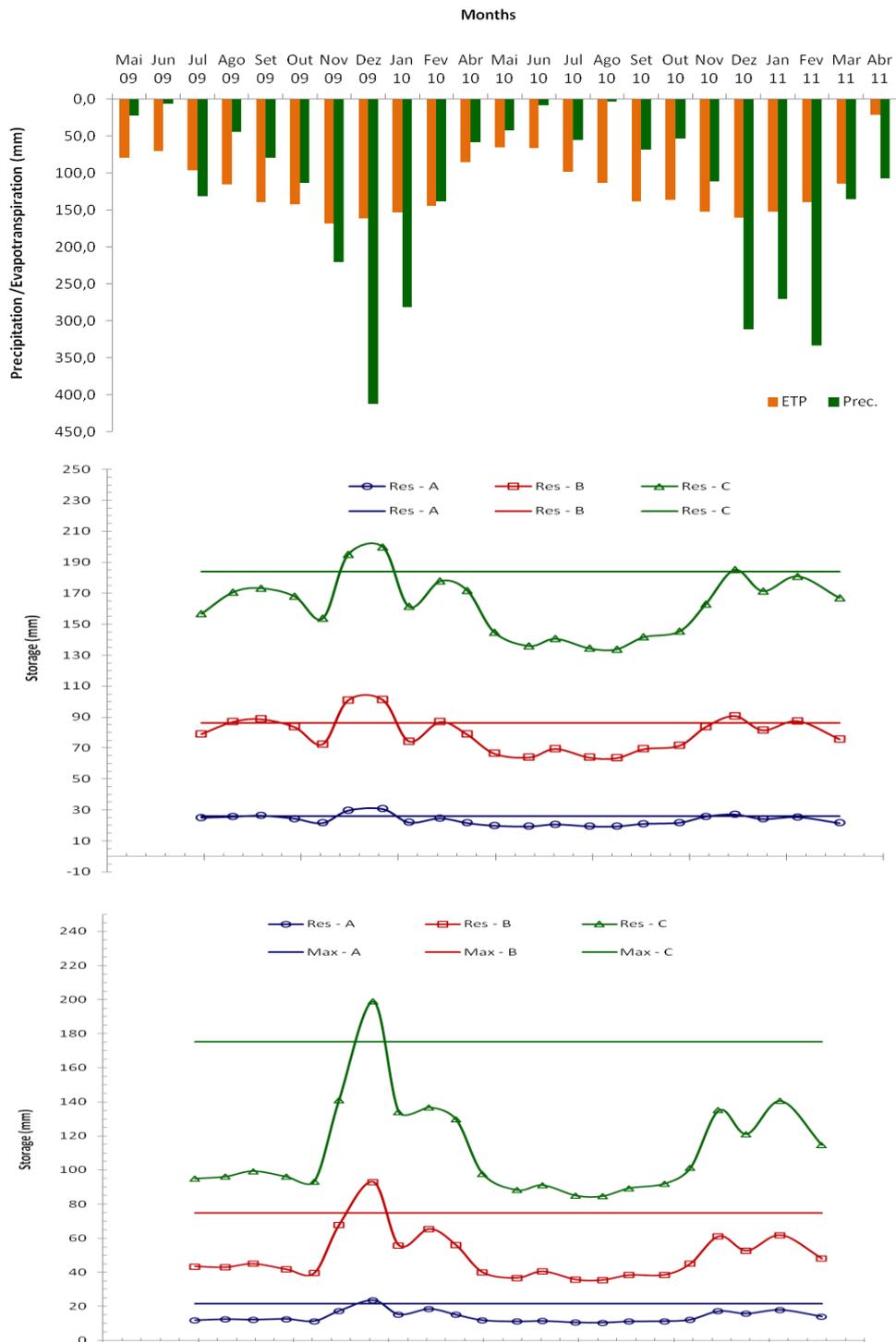


Figure 5. (a) Precipitação e evapotranspiração em área de floresta nativa e eucalipto. (b) Armazenamento médio mensal de água para as camadas de 0-20, 20-60 e 60-120 cm no solo sob floresta nativa. (c) Armazenamento médio mensal de água para as camadas de 0-20, 20-60 e 60-120 cm no solo sob floresta de eucalipto.

Em sistemas florestais, seja floresta plantada como eucalipto ou floresta nativa, o sistema radicular pode fornecer água em maiores profundidades. O armazenamento residual médio da área de floresta nativa em relação à floresta de eucalipto foi 51 mm maior. As variações no armazenamento da camada de até 20 cm e de 20 a 60 cm na cultura do eucalipto

podem ser devidas ao fato do sistema radicular composto por raízes finas (<2 mm) se concentrar até 50 cm de profundidade, com uma predominância de quase 58 (Witschoreck et al., 2003) e também, devido à camada de 0 a 20 cm, forma-se a interface solo-ar (Paula et al., 2013).

Outro aspecto importante, ressaltado por (Paula, et al., 2013) em condições de maior temperatura na superfície do solo e menor temperatura na copa dos eucaliptos pode proporcionar maior perda de água por transpiração na área de eucalipto em comparação com a floresta nativa área na mesma condição de solo.

Os resultados deste estudo demonstraram a capacidade de conservação da água da floresta nativa em detrimento do eucalipto. Porém, o armazenamento residual médio de 64% do armazenamento máximo para o cultivo do eucalipto é normal, já que em sistemas irrigados é comum irrigar quando a reserva de água no solo atinge valores de 50 a 70% do armazenamento máximo.

Essa maior homogeneidade na área de mata nativa, onde o armazenamento residual médio nas 3 camadas ficou em torno de 89% do armazenamento máximo, pode ser resultado da heterogeneidade das espécies florestais que apresentam diferenças na absorção de água do solo e de acordo com para (Lima, 2012) demonstrar sua capacidade de conservar a água no solo.

Nos estudos desenvolvidos por Targa, et al. (2019) a Figura 6a mostra os valores de armazenamento de água residual no solo como o máximo armazenado para as três camadas deste estudo. As capacidades máximas de armazenamento de cada uma das camadas são observadas pelas linhas horizontais da Figura 6a, Como pode ser observado, o solo nas três camadas já apresentava valores de armazenamento residual superiores ao máximo e provenientes do período anterior. Em vários momentos durante o período de estudo, os valores máximos de cada camada foram excedidos. A camada 0-40 cm apresentou as maiores amplitudes de variação, pois em aproximadamente 62% do período ficou acima do limite máximo de armazenamento da camada e em pelo menos cinco momentos ultrapassou o limite máximo de 98,14 mm da camada 60 - 120 cm que revela a função da interface atmosfera-solo na transmissão de água para camadas mais profundas. As camadas 20-40 e 60-120 permaneceram acima do limite máximo de armazenamento em pelo menos 47% do período de estudo.

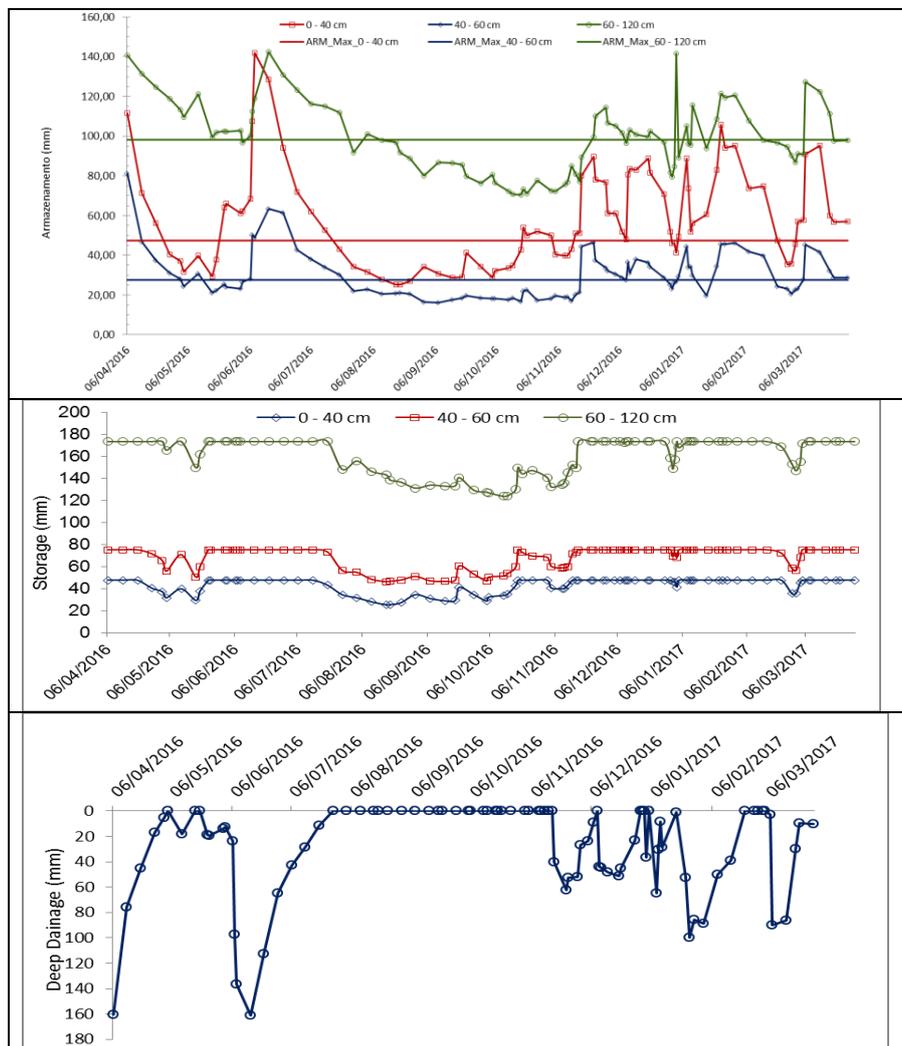
A Figura 6b mostra a variação de armazenamento residual para as 3 camadas de solo na área de floresta nativa durante o período de estudo. Nesta figura foram plotados, também, os valores máximos de armazenamento de água para as camadas de 0 a 40 cm, 0 a 60 cm e 0 a 120 cm que são respectivamente 47,50; 75,19 e 173,34 mm, que são próximos aos encontrados por Targa et al. (2017).

Como pode ser visto na Figura 6b, as variações no armazenamento de água no solo nas três camadas foram semelhantes, reagindo às variações na precipitação e evapotranspiração. Na média, os depósitos residuais ao longo do período foram de 43,0 mm para a camada de 0 - 40 cm, 68,1 mm para a camada de 0 - 60 cm e de 161 mm para a camada de 0 - 120 cm.

No período mais seco, entre meados de julho e setembro, o armazenamento foi mantido em média a 28% da capacidade máxima, provavelmente indicando que foi suprido por escoamento ascendente de águas mais profundas, conforme observado por Soares e Almeida (2003) em mata nativa e eucalipto que encontrou o valor de 15% da capacidade máxima.

A tensão da água no solo é dinâmica, havendo momentos em que os tensiômetros registram valores que indicam solos saturados, ou seja, valores acima da capacidade máxima de armazenamento. Essa saturação é mostrada na Figura 96b como pontos em alinhamento horizontal para cada camada. Os valores da altura da água no solo estavam acima da capacidade máxima de armazenamento nas três camadas em pelo menos 58% das vezes. Essa saturação da água do solo é importante para bacias hidrográficas cobertas por vegetação do

tipo mata nativa, uma vez que esse excesso de água é direcionado para camadas mais profundas na forma de drenagem profunda e pode contribuir para o abastecimento de aquíferos.



A drenagem profunda mostrado na Figura 6c na área experimental de mata nativa atingiu 327 mm e sua distribuição no período estudado para profundidades maiores que 120 cm em que é possível verificar que ocorreu no momento em que o armazenamento atingiu o valor máximo. A linha horizontal em zero significa os momentos em que a umidade do solo estava abaixo da saturação e, portanto, não havia drenagem profunda.

O valor da drenagem profunda (327 mm) encontrado neste estudo onde foram realizadas as medidas de campo é superior ao valor encontrado por PAULA et al. (2013), que obteve um superávit de 258,7 mm.

4. CONCLUSION

Nos estudos de Paula, et al., (2013) e Targa, et al., (2017) concluiu-se que o uso de sensores de teor de água mostrou-se eficiente para a medição em diferentes camadas de forma prática e rápida, refletindo a entrada e saída da água do solo em momentos de precipitação e seca. A área de floresta tropical teve maior capacidade de armazenamento (88% do máximo) de água no solo do que a área de eucalipto (64% do máximo) nas três profundidades durante o período estudado.

Nos estudos realizados por Targa, et al., (2019) concluíram que o armazenamento de água no solo em área de mata nativa durante todo o período estudado foi positivo e manteve-se em 92,5% de sua capacidade máxima. A evapotranspiração potencial (1.028 mm) correspondeu a 52% da precipitação total do período; O escoamento superficial foi de 297 mm o que representa cerca de 15% da precipitação total no período. Foi gerada uma drenagem profunda além dos 120 cm de profundidade da ordem de 327 mm, representando 19% da precipitação total.

Essas diferenças demonstram a importância da floresta nativa na conservação da água em bacias hidrográficas e que, portanto, sua conservação, e plantios seja na forma isolada ou por meio de programas de PSA.

REFERENCIAS

ARGUELLO, F. V. P. et al. Distribuição espacial de plantios de eucalipto no trecho paulista da bacia hidrográfica Rio Paraíba do Sul, SP, Brasil. **Ambi-água**, v. 5, n.3, p. 133-146, 2010.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration. Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome, FAO, 300p. 1998. (FAO: Irrigation and Drainage Paper, 56.).

BATISTA, G. T.; TARGA, M. SANTOS; DIAS, N. W., CATELANI, C. S. **Modelo de banco de dados ambientais georreferenciados voltado à recuperação e preservação de recursos hídricos de uma bacia de médio porte, o modelo da bacia do rio Una, Paraíba do Sul, SP** (P. 1-16). In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (XVI SBRH), 2005, João Pessoa. Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2005. v. 1. p. 1-16. Disponível em: <http://www.agro.unitau.br:8080/dspace/bitstream/2315/63/1/Una_SBRH_dspace.pdf>. Acesso: dezembro de 2013.

CARRIELLO, F.; VICENS, R. S. Silvicultura de eucalipto no vale do Paraíba do Sul/SP no período entre 1986 e 2010. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, XV. 2011. Curitiba, PR, Brasil. **Anais...** Curitiba: 2011. p. 6403.

COOPERATIVA DE SERVIÇOS, PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS - CPTI. Plano das Bacias hidrográficas do rio Paraíba do Sul. 2004.

D'ANGIOLELLA, G. L. B.; VASCONCELLOS, V. L. D. **Cálculo do balanço hídrico climatológico com diferentes métodos para estimativa da evapotranspiração potencial, em planilhas Excel™**. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 12. 2002. Anais... Foz do Iguaçu. SBMET, 2002. CD-Rom.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solo (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999, 412p.

FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA Jr, M. E. Avaliação da Fertilidade empregando o sistema IAC de análise de Solo. **Boletim Técnico**. UNESP, Jaboticabal, FCAV, 1990.

FISCH, G. F. Distribuição da precipitação em Taubaté, Vale do Paraíba (SP). **Revista Biociências**, v. 5, n. 2, p. 7- 11, 1999.

GEE, G. W.; BAUDER, J. W. Particle-size analysis. In: KLUTE, A., Editor - **Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods**. 1986 pp. 383-411.

HORIKOSHI, A. S.; FISCH, G. Balanço hídrico atual e simulações para cenários climáticos futuros no município de Taubaté, SP. Brasil. **Ambi-Água**. v. 2, n. 2, p. 33-46. 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET: Dados meteorológicos. Plataforma de Coleta de Dados A740. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso maio de 2009 a março de 2011.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**: relações solo-planta. São Paulo, Ceres, 1979. 264p.

KLUTE, A., Ed. **Methods of soil analysis**. Part 1. Physical and mineralogical methods. Ed. American Society of Agronomy, Inc. 1986 pp. 1188 pp. ISBN 0-89118-088-5.

LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2.ed. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1996. 301 p.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. **As Florestas plantadas e a água**. São Carlos. Editora Rima. 2006. 226p.

LIMA, W. de P. et al. Forest plantations and water consumption: a strategy for hydrosolidarity. *International Journal of Forestry Research*, New York, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1155/2012/908465>>. Acesso em: 15 jul. 2017.

PAULA, G. R. et al. Avaliação do comportamento da umidade do solo em áreas de eucalipto e de floresta nativa. *Revista Ambiente & Água*, v. 8, supl., p. 237-252, 2013. <https://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1419>

PEREIRA, A. R; ANGELOCCI, L. R; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: Fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba– RS: Editora Agropecuária, 2002.

REICHARDT, K; TIMM, L. C. **Solo, Planta e Atmosfera: Conceitos, Processos e Aplicações**. 2. ed. Barueri/sp: Manole, 2004. 478 p.

SMITH, M. **Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for predictions of crop water requirements**. Rome, FAO, 45p. 1991.

TARGA, Marcelo dos Santos et al. Evaluation of soil water storage in native forest and eucalyptus áreas. *Rev. Ambient. Água*, Taubaté , v. 12, n. 6, p. 973-984, Dec. 2017. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2017000600973&lng=en&nrm=iso>. access on 31 Dec. 2020. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2195>.

TARGA, Marcelo dos Santos; TARGA, Emilson; ALMEIDA, Ana Aparecida da Silva. Water balance in soil covered by regenerating rainforest in the Paraíba Valley region, São Paulo, Brazil. *Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, [S.l.], v. 14, n. 6, p. 1-11, nov. 2019. ISSN 1980-993X. Available at: <<http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/2162>>. Date accessed: 31 dec. 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2482>.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**: publications in climatology. New Jersey: Drexel. Institute of Technology, 1955. 104 p.

TRACOM IMP. EXP. E COM LTDA. **Watermark sensores para monitoramento da umidade do solo**. Disponível em: <<http://www.tracom.com.br/Irrometer/pdf/watermark.pdf>>. 2004. Acesso em: 21 de maio 2009.

WITSCHORECK, R.; SCHUMACHER, M. V. e CALDEIRA, M. V. W. Estimativa da biomassa e do comprimento de raízes finas em *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake no município de Santa Maria-RS. **Revista Árvore** [online]. 2003, vol.27, n.2, pp. 177-183. ISSN 0100-6762.