



A PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA NO CERRADO E SUA RELAÇÃO TEMPORAL COM O BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO

Lívia M. P. Rosalem¹; Manoel Camilo M. Cabrera¹; Camila M. C. Leite¹; Jamil Alexandre A. Anache¹ & Edson Wendland¹

Resumo – A serrapilheira, camada acima do solo formada a partir de materiais da própria vegetação floresta, possui importância no balanço hídrico e na manutenção de sistemas florestais. Seu entendimento em função do armazenamento de água no solo e sua relação com períodos secos e úmidos durante o ano é essencial. Assim, este trabalho teve como objetivos determinar os períodos de maior e menor produção de serrapilheira no Cerrado *sensu stricto* e verificar a relação da variação temporal da serrapilheira com períodos de déficit e excesso hídrico no solo. Em área preservada de cerrado *sensu strictu* (s.s), localizada no município de Itirapina (SP), foram realizadas coletas de serrapilheira para análise da produção mensal, de março a dezembro de 2015. Valores médios mensais da massa seca foram comparados com dados de umidade do solo local e de uma área de solo coberto por pastagem, a 1 km da área de cerrado. Dados meteorológicos foram utilizados para estimar a evapotranspiração de referência pelos métodos de Penman-Monteith (FAO 56) e Thornthwaite. A serrapilheira no cerrado s.s. apresentou um pico de produção em agosto, sendo este mês também o de maior déficit hídrico durante o ano. Isto indica que o período mais acentuado de falta de água no solo coincide com a maior produção de serrapilheira. Conclui-se que a maior produção de serrapilheira auxilia na manutenção da umidade fundamental nos meses mais críticos de disponibilidade hídrica.

Abstract – The layer formed from the forest vegetation materials above the soil characterizes the litter, which is important to the water balance and the forest systems support. It is essential its understanding, mainly related to the water storage in soil and its relationship with wet and dry periods during the year. This study aimed to find the periods with higher and lower litter production rates inside a Cerrado *sensu stricto* area and to verify the relationship between the time variation of

¹ Departamento de Engenharia Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. Endereço: Avenida dos Trabalhadores São-Carlense, 400 - Parque Arnold Schmidt, São Carlos - SP, 13566-590; fone: (16) 3373-8270; email: liviarosalem@gmail.com.



litter production and the presence of water in the soil. Samples from litter of a preserved *sensu strictu* cerrado area (ss) located in Itirapina (SP) were taken for assess the monthly production, from March to December 2015. The average values of dry matter were compared with local soil moisture data and from a ground area covered by pasture, 1 km from the cerrado area. Meteorological data were used to estimate the reference evapotranspiration according to Penman-Monteith (FAO 56) and Thornthwaite methods. The litter from cerrado s.s. showed the highest production in August, also the same month presented the highest water deficit during the year. It could indicate that the most pronounced period of lack water in the soil coincides with a greater production of litter. We conclude that highest litter production helps to maintain the soil moisture, essential in the most critical months of water availability.

Palavras-Chave: Evapotranspiração. Cobertura morta. Thornthwaite. Disponibilidade hídrica

1- INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado tem recebido destaque em estudos sobre a conservação de água e solo, devido a diversos fatores relacionados à sua importância hídrica, dentre eles, por conter aproximadamente metade dos afloramentos do Sistema Aquífero Guarani (SAG) (OLIVEIRA, 2014). A conjugação disso com alguns fatores, como a pressão crescente para o desmatamento de novas áreas para expansão agropecuária e a extração para produção de carvão, coloca o Cerrado como um *hotspot* de biodiversidade e desperta atenção especial para a conservação dos seus recursos naturais (MMA, 2011).

Mudanças na fisionomia do Cerrado podem afetar a dinâmica do regime hidrológico. Oliveira (2014) afirma que em áreas de Cerrado *sensu stricto*, as alterações na cobertura do solo e na vegetação durante o ano, promovem diferentes respostas nos processos hidrológicos de interceptação e infiltração (COLLISCHONN e DORNELLES, 2015; KLASSEN, BOUSVELD e WATER, 1998).

Após um evento chuvoso, a interceptação é uma etapa do ciclo hidrológico que acaba por influenciar os processos subsequentes, tais como: infiltração, recarga, escoamento subsuperficial,



umidade do solo e geração de cheia (TSIKO *et al.*, 2012). Collischonn e Dornelles (2015) sustentam que, como a água interceptada torna-se suscetível a evaporação, o principal efeito da interceptação em uma área de vegetação é o aumento da evaporação e a redução do escoamento. Considerando a densidade vegetal, áreas florestais apresentam impactos significativos no balanço hídrico, podendo estar entre 10 e 50% da precipitação (GERRITS, 2010b; KLAASSEN, 1998).

A interceptação da chuva em áreas de floresta pode se dar tanto na copa das árvores, quanto abaixo, na serrapilheira, plantas de sub-bosque e caules. A serrapilheira é formada a partir de materiais que caem da própria vegetação florestal, sendo como um compartimento ativo e vital dos processos hidrológicos e localiza-se na camada imediatamente acima do solo (LOPES *et al.*, 1990). A serrapilheira influencia e regula boa parte dos processos hidrológicos que ocorrem em um bioma, sendo capaz de controlar diversas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, caracterizando-se assim, como um “fator-chave” à manutenção de sistemas florestais e de controle de processos erosivos (CAMPOS *et al.*, 2008).

A fim de comparação, o sistema de plantio direto é um exemplo de manutenção da matéria orgânica e resíduos vegetais sobre o solo, de forma a proteger a superfície frente aos processos erosivos. Este sistema, a partir da década de 70, revolucionou a agricultura brasileira com a implementação de técnicas conservacionistas e proteção dos recursos naturais nas regiões de agricultura intensiva do país (JURIOR *et al.*, 2012).

Alguns trabalhos têm sido realizados para quantificar a produção anual de serrapilheira no Cerrado, como os realizados por Campos *et al.* (2008), Cianciaruso *et al.* (2006), Peres *et al.* (1983), dentre outros. Mas apesar de sua relevância, atualmente são poucos os estudos na área da hidrologia, sobre a importância do papel da serrapilheira em processos hidrológicos (BULCOCK e JEWITT, 2012). Os estudos de interceptação da chuva no Brasil não têm considerado a interceptação da serrapilheira, as investigações feitas avaliaram apenas a interceptação do dossel e do tronco, como os trabalhos de Honda (2013), Lilienfein e Wilcke (2004), Oliveira *et al.* (2014), Lima e Nicolielo (1983) e Vieira e Palmier (2006). Em seu artigo de revisão, Giglio e Kobiyama (2013) corroboram a percepção de tal lacuna quanto à necessidade de mais estudos sobre a interceptação da chuva em florestas de Cerrado típico, e também nos biomas Caatinga, Pantanal e Pampa. Neste contexto e devido à importância da serrapilheira no balanço hídrico do solo e na manutenção de sistemas florestais, torna-se essencial o entendimento de sua variação mássica em ecossistemas florestais nativos (Cerrado). Com isso, pode-se ter uma maior compreensão no que diz

respeito à função que a serrapilheira pode ter no armazenamento de água no solo e sua relação com os períodos secos e úmidos.

2- OBJETIVOS

Determinar os períodos de maior e menor produção de serrapilheira em uma área de Cerrado *sensu stricto*. Verificar a relação da variação temporal da serrapilheira com períodos de déficit e excesso hídrico no solo.

3- MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudos encontra-se no município de Itirapina-SP (Figura 1). Este local de afloramento do SAG é coberto por uma área de preservação permanente de Cerrado *sensu stricto* (s.s).

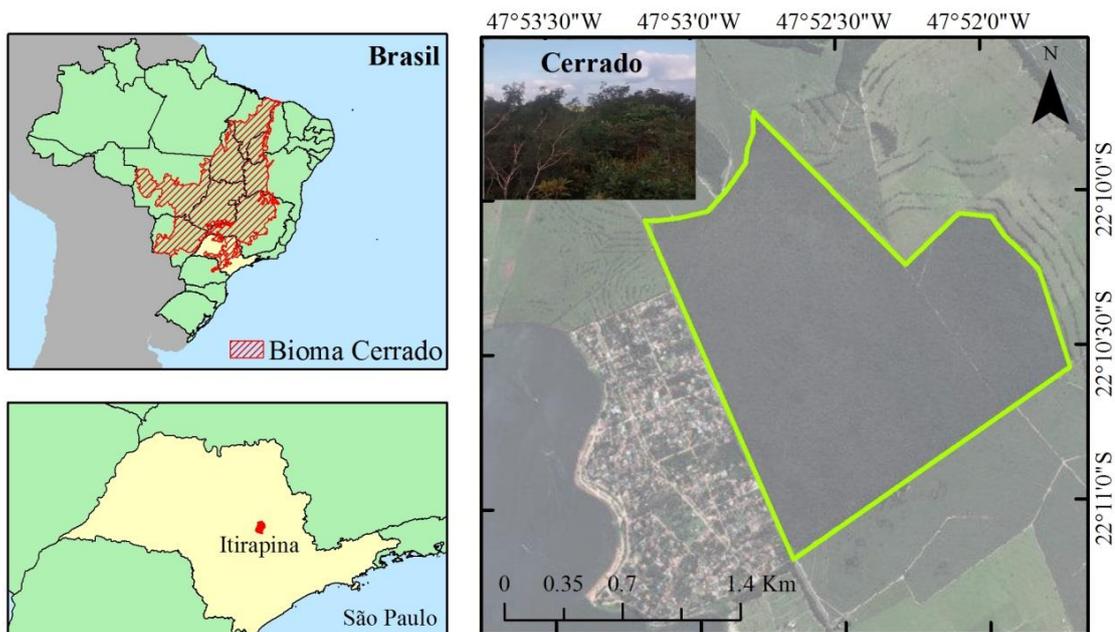


Figura 1. Localização da área experimental de cerrado *sensu stricto*, na Fazenda São José, município de Itirapina, estado de São Paulo, Brasil.

Segundo a classificação Köppen o clima da região é definido como subtropical úmido, com verão quente e inverno seco (Cwa) (ALVARES *et al.*, 2014). Os dados de chuva, temperatura, insolação, umidade relativa e velocidade do vento a 2,0 m foram coletados na estação climatológica convencional do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CRHEA) da Universidade de

São Paulo, distante 3,3 km da área de coleta da serrapilheira. Esses dados foram utilizados para estimar a evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith – FAO 56 (ALLEN *et al.*, 1998) e de Thornthwaite (PEREIRA *et al.*, 2013). Uma metodologia simples, que requer poucos dados meteorológicos (chuva e temperatura), que será usada para caracterizar os períodos secos e úmidos do local, é a do balanço hídrico climatológico normal (THORNTHWAITE; MATHER, 1955).

Foram realizadas coletas mensais de serrapilheira no período de março a dezembro de 2015, na área de estudos, com o propósito de analisar a variação mensal de massa seca na área. Foram coletadas ao final de cada mês, 3 amostras de serrapilheira com tamanho de 0,25 m² (50 cm x 50 cm), em locais selecionados aleatoriamente e distantes entre si pelo menos 10 metros. A serrapilheira foi coletada manualmente, retirando-se todo o material não vivo da superfície. A figura 2 ilustra um local onde a serrapilheira foi extraída. Após ser retirado, o material vegetal foi acondicionado em sacos plásticos e levado para o laboratório, sendo então colocado em estufa a 100 °C visando obter os valores de massa seca para cada amostra.



Figura 2. Representação de um local de coleta de serrapilheira (0,25 m² de área de coletada), realizada em março de 2015.

Os valores médios mensais de massa seca de serrapilheira foram comparados com dados de umidade do solo à profundidade de 10 cm, coletados na área de cerrado s.s e também em uma área coberta por pastagem, distante aproximadamente 1 km da área de cerrado.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com as coletas mensais de serrapilheira foi possível perceber a sazonalidade da produção mássica no cerrado *sensu stricto*. A produção média mensal foi de 1,48 kg/m², sendo que a maior

foi no mês de agosto ($2,45 \text{ kg/m}^2$) e a menor, em abril ($0,90 \text{ kg/m}^2$). A figura 3 apresenta a variação da massa seca de serrapilheira e também a variação diária da umidade do solo na área de cerrado e uma área de pastagem.

A princípio, esperava-se que a umidade do solo na pastagem apresentasse uma variação superior à variação observada na área de cerrado, porém, observa-se que, em geral, ambos apresentaram comportamento similar (figura 3).

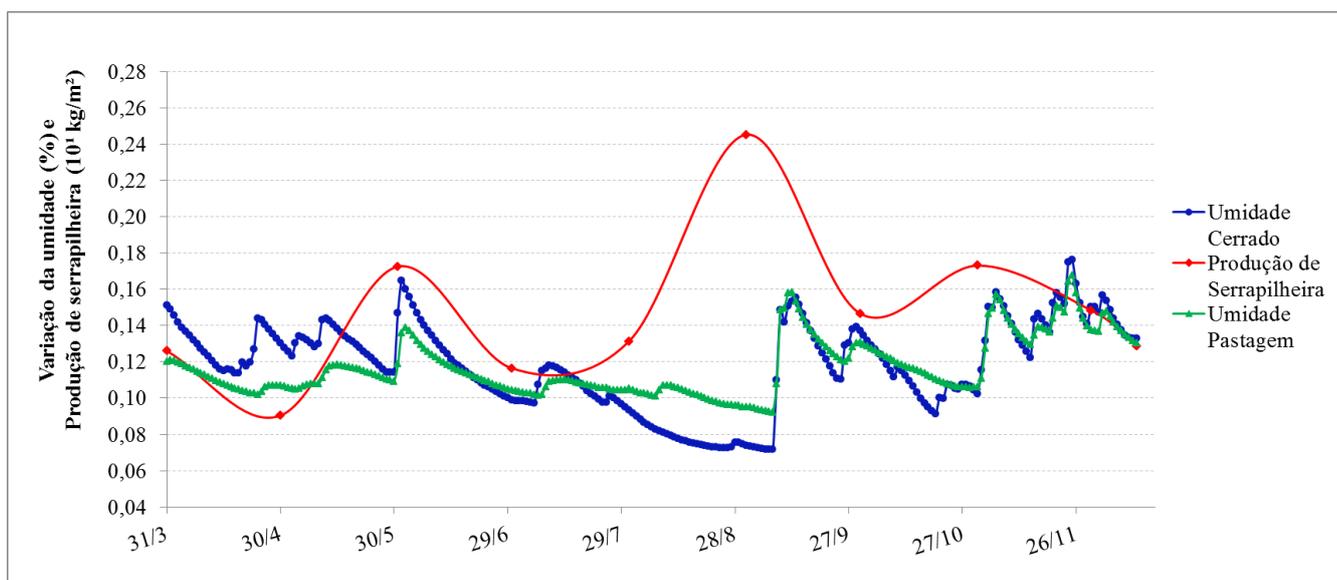


Figura 3. Variação da produção de massa seca de serrapilheira (curva vermelha) e umidade do solo em 10 cm de profundidade proveniente de uma área de cerrado *sensu strictu* (curva azul) e uma área de pastagem (curva verde), em 2015.

Utilizando a metodologia do balanço hídrico climatológico normal (THORNTHWAITE, MATHER, 1955), verificou-se que os meses de julho e agosto de 2015 apresentaram déficit hídrico (figura 4).

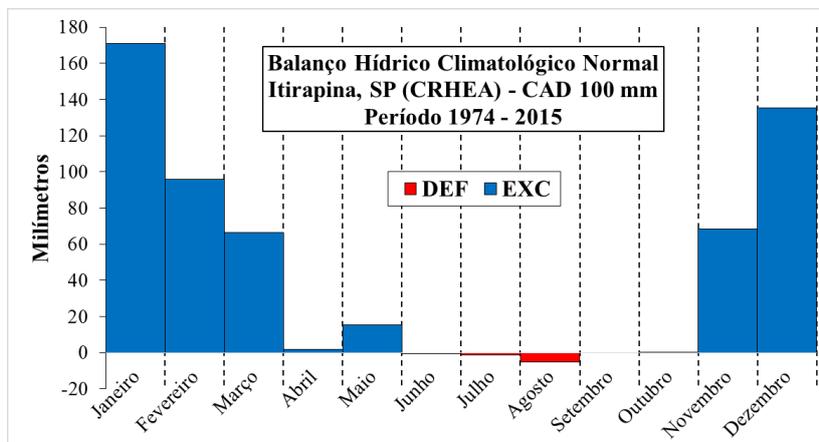


Figura 4. Balanço hídrico climatológico ilustrando os meses com deficiência hídrica no solo (em vermelho) ou excesso (em azul). Os dados foram obtidos da estação climatológica do CRHEA situada em Itirapina-SP. A evapotranspiração foi estimada com o método de Thornthwaite e a temperatura média do ar.

Considerando as figuras 3 e 4 foi possível perceber uma relação direta entre a variação de umidade no solo e o regime pluviométrico no período avaliado. Um ponto importante de ser destacado é que justamente na época de menor umidade do solo, há maior produção de serapilheira. Isto se atribui à queda de folhas velhas na estação mais seca, sendo considerado um mecanismo para reduzir a perda de água neste bioma (REICH e BORCHERT, 1984).

Para verificar detalhadamente quais meses apresentaram déficit ou excesso de água no solo, foi avaliado o balanço hídrico climatológico sequencial. O balanço hídrico sequencial mensal para o ano de 2015 encontra-se ilustrado na figura 5.

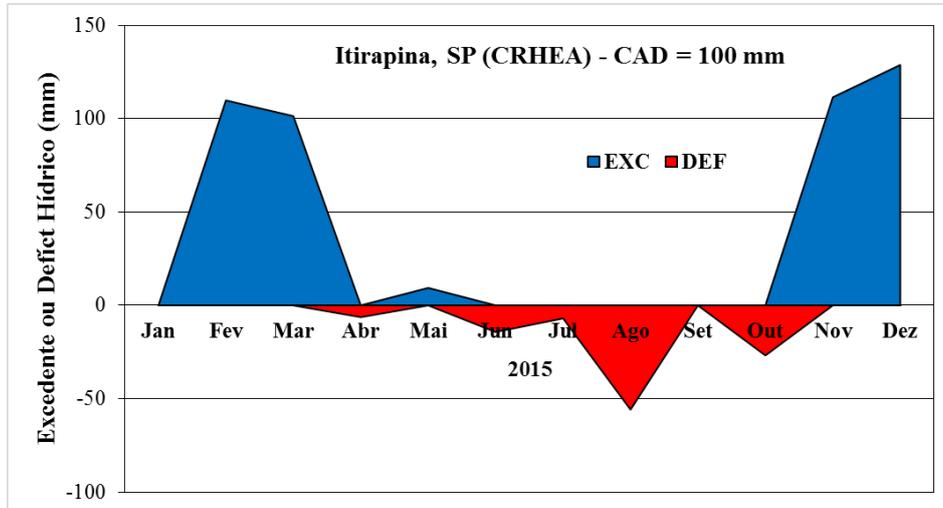


Figura 5. Balanço hídrico climatológico mensal para o ano de 2015. A evapotranspiração foi estimada com o método de Penman-Monteith (FAO 56).

Verifica-se na figura 5 que os meses de abril, junho, julho e outubro apresentam uma pequena falta de água. No mês de agosto, em que houve o maior déficit, a evapotranspiração superou a chuva em 56 mm. A coincidência temporal dos picos de produção de serrapilheira e de déficit hídrico no solo pode indicar que a máxima produção de serrapilheira atua na conservação da umidade do solo em um período crítico de falta de água. O mês de agosto apresentou também a menor quantidade de água armazenada no solo, com apenas 21 mm (figura 6).

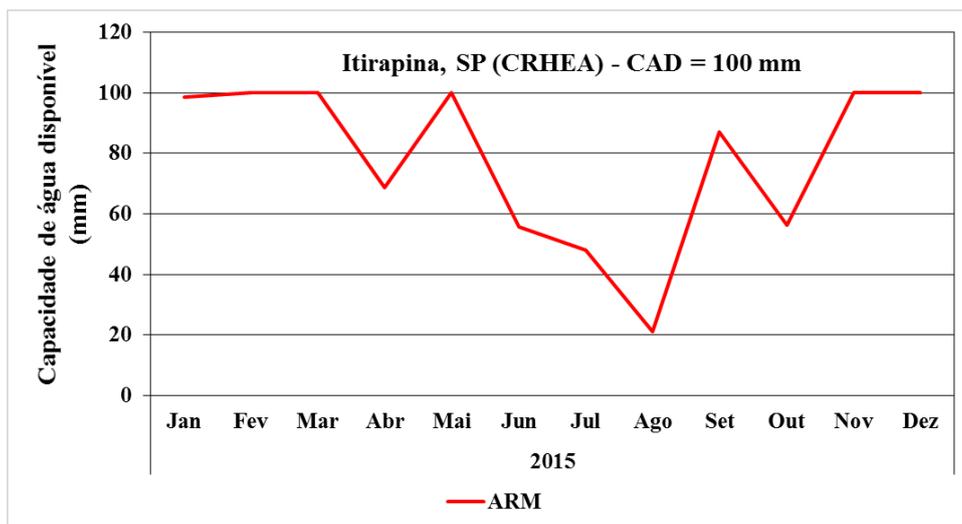


Figura 6. Variação mensal da água disponível no solo para o ano de 2015.

Com base nos resultados apresentados, durante o período de déficit hídrico é possível inferir que: (i) na pastagem houve uma variação menor da perda de umidade, o que provavelmente tem relação com o menor volume perdido pela interceptação da chuva; (ii) o pico de produção de serrapilheira contribuiu para a menor perda de umidade no solo do cerrado, assim pode-se admitir que, caso não existisse serrapilheira na área, provavelmente, a diferença entre as umidades de solo de pastagem e de cerrado seria maior.

Pitman (1989), Wilde (1958) e Penman (1963) afirmam que a serrapilheira desenvolve um papel importante na redução do escoamento superficial e no aumento das taxas de infiltração, o que interfere nos processos erosivos. A serrapilheira tem um efeito significativo na manutenção da umidade, uma vez que limita a perda de água do solo por evaporação e reduz a amplitude de variação da temperatura diurna do solo, por não permitir a incidência direta de radiação solar para o solo e por reduzir a perda de calor à noite (PARK *et al.*, 1998).

Oliveira *et al.* (2010) citam que a presença da palha ou cobertura morta em lisímetros aumenta a taxa de infiltração e umidade no solo, diminuindo a evaporação do solo e escoamento superficial. Os autores utilizaram duas condições de manejo do solo (plantio direto com e sem palha na cobertura dos lisímetros) em um ano com período seco e úmido. No trabalho desenvolvido por Miyata *et al.* (2009), foram comparados os valores de erosão anual em parcelas com diferentes tratamentos, onde constatou-se que em parcelas com o chão coberto diminuíram-se as chances de despendimento do solo, por gotas de chuva, em 95%.

Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos com o propósito de quantificar a importância da serrapilheira, não só nos processos hidrológicos e balanços hídricos florestais, como o de Gerrits (2010b), de Kiss *et al.* (2014) e Park *et al.* (1998), mas também seu papel no ecossistema, tornando-se um meio para o desenvolvimento de ferramentas de proteção contra riscos ambientais, como modelo de prevenção de incêndios florestais, desenvolvido por Tamai (2001).

4- CONCLUSÃO

A produção de serrapilheira no cerrado *sensu stricto* apresenta um pico de produção no mês de agosto para a região de Itirapina-SP (região central elevada do Estado de São Paulo). Este mês também apresenta o maior déficit hídrico durante o ano, indicando que o período mais acentuado de falta de água no solo coincide com a maior massa de serrapilheira. Com isso, conclui-se que a maior



quantidade de serrapilheira auxilia na manutenção da umidade nos meses mais críticos em relação à disponibilidade hídrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements** - FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome: FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998. 174p.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 2014. ISSN 0941-2948.

BULCOCK, H. H.; JEWITT, G. P. W. **Field data collection and analysis of canopy and litter interception in commercial forest plantations in the KwaZulu-Natal Midlands, South Africa**. Hydrology and Earth System Sciences, v.16, p.3717-3728, 2012.

CAMPOS, E. H.; ALVES, R. R.; SERATO, D. S.; RODRIGUES, G. S. de S. C.; RODRIGUES, S. C. **Acúmulo de serrapilheira em fragmentos de mata mesofítica e cerrado stricto sensu em Uberlândia - MG**. Sociedade & Natureza, v. 20, p. 189, jun 2008.

CIANCIARUSO, M. V.; PIRES, J. S. R.; DELITTI, W. B. C.; SILVA, E. F. L. P. **Produção de serrapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil**. Acta Botanica Brasilica, v.20, n. 1, p. 49-59, 2006.

COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais**. 2. ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). 2015. 336 p.

GERRITS (a), A. M. J.; PFISTER, L.; SAVENIJE, H. H. G. **Spatial and temporal variability of canopy and forest floor interception in a beech forest**. Hydrological Processes, v. 24, p. 3011-3025, 2010.

GERRITS (b), A. M. J. **The role of interception in the hydrological cycle**. 2010. 146 f. Tese (Doutorado na área de Recursos Hídricos). Faculdade de Engenharia Civil e Geociências. Delft university of Technology, Delft, Holanda.

GIGLIO, J. N.; KOBIYAMA, M. **Interceptação da Chuva: Uma Revisão com Ênfase no Monitoramento em Florestas Brasileiras**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos v.18 n. 2, p. 297-317. 2013.

HONDA, E. A. **Repartição da água da chuva sob o dossel e umidade do solo no gradiente fisionômico da vegetação do Cerrado**. 2013. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Guia de campo: vegetação do Cerrado 500 espécies**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2011.

JURIOR, R. C.; ARAÚJO, A. G.; LLANILLO, R. F. (2012). **Plantio Direto no Sul do Brasil: Fatores que facilitaram a evolução do sistema e o desenvolvimento da mecanização conservacionista** Londrina : IAPAR, 2012. 77 p.



- KISS, K.Z.; KALICZ, P.; CSÁFORDI, P.; et al. (2014). **Forest Litter Interception Model for a Sessile Oak Forest**. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 10(1), pp. 91-101. Retrieved 7 Jul. 2016.
- KLAASSEN, W.; BOSVELD, F.; DE WATER, E. **Water storage and evaporation as constituents of rainfall interception**. *Journal of Hydrology*, v. 212–213, p. 36-50, 1998.
- LILIENFIN, J.; WILCKE, W. (2004). **Water element input into native, agri- and silvicultural ecosystems of the Brazilian savanna**. *Biogeochemistry*, v. 67, p. 183- 212.
- LIMA, W. P.; NICOLIELO, N. **Precipitação efetiva e interceptação em florestas de pinheiros reserva de cerrado**. *Revista do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF)*, Piracicaba-SP, n.24, p.43-46, 1983.
- LOPES, M. I. M. S.; DE VUONO, Y. S.; DOMINGOS, M. **Serrapilheira acumulada na floresta da Reserva Biológica de Paranapiacaba, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, SP**. *Revista Hoehnea*, 17(1): 59-70p. 1990.
- MIYATA, S., KOSUGI, K. I., GOMI, T., & MIZUYAMA, T. **Effects of forest floor coverage on overland flow and soil erosion on hillslopes in Japanese cypress plantation forests**. *Water Resources Research*, v. 45, 2009. doi: 10.1029/2008WR007270
- OLIVEIRA, P. T. S. **Balço hídrico e erosão do solo em mata nativa do bioma Cerrado**. 2014. 155 f. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento). Departamento de Hidráulica e Saneamento - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.
- PARK, H.; HATTORI, S.; TANAKA, T. **Development of a numerical model for evaluating the effect of litter layer on evaporation**. *Journal of Forest Research*, v.3, p. 25-33, 1998.
- PENMAN, H. L. **Vegetation and hydrology**. Technical Communication n.53, Commonwealth Bureau of Soils, Harpenden. CAB, Farham Royal, v. 124, p. 565–566, 1963. doi: 10.1002/qj.49708938220
- PEREIRA, A. R. VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Campinas: Fundag, 2013. 318p.
- PERES, J.R.R.; SUHET, A.R.; VARGAS, M.A.T. & DROXDOWICZ, A. **Litter production in areas of Brazilian "cerrados"**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 18(9): 1037-1043, 1983.
- PITMAN, J. I. **Rainfall interception by bracken litter- relationship between biomass, storage and drainage rate**. *Journal of Hydrology*, v. 111, p. 281-291, 1989.
- REICH, P.B. & BORCHERT, R. **Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica**. *Journal of Ecology*, v. 72, p. 61-74. 1984.
- SAVENIJE, H. H. G. **Interception**. In: *Water Encyclopedia: Surface and Agricultural Water*, Wiley Publishers, 2005.
- SILVA, C. J.; SANCHES, L.; BLEICH, M.E.LOBO, F.A.; NOGUEIRA, J.S. **Produção de serrapilheira no Cerrado e Floresta de Transição Amazônia-Cerrado no Centro-Oeste Brasileiro**, *Acta Amazonica*, v.37, p. 543-548, 2007.
- TAMAI, K. “**Estimation model for litter moisture content ratio on forest floor**”. DOLMAN, A. J.; HALL, A. J.; KAVVAS, M. L.; OKI, T.; POMEROY, J.W. (org). *Soil-Vegetation-Atmosphere Transfer Schemes and Large-Scale Hydrological Models*. The Netherlands: IAHS, July 2001.
- THORNTHWAITE, C. ; MATHER, J. **The water balance**. , p. 104, 1955.



TSIKO, C. T; MAKURIRA, H.; GERRITS, A. M. J.; SAVENIJE, H. H. G. **Measuring forest floor and canopy interception in a savannah ecosystem.** Physics and Chemistry of the Earth, v. 47-48, p. 122-127, 2012.

VALENTI, M.W., CIANCIARUSO, M.V., BATALHA, M. A. **Seasonality of litterfall and leaf decomposition in a cerrado site.** Brazilian Journal of Biology, v. 68, p. 459-465, 2008.

VIEIRA, C.P.; PALMIER, L.R. **Medida e Modelagem da Interceptação da Chuva em uma Área Florestada na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre, v.11, n.3, p.101-112, 2006.

WILDE, S. A. **Forest Soils: Their Properties and Relation to Silviculture** . Nova York: Ronals Press, p. 537, 1958.