Incertezas na estimativa da interceptação vegetal por modelos físicos em microclima de altitude em semiárido tropical

Uncertainties in the estimation of plant interception by physical models in altitude microclimate in tropical semiarid

Jacques Carvalho Ribeiro Filho^{1*}, Luis Cesar de Aquino Lemos Filho², Eunice Maia de Andrade¹, Paulo Cesar Moura da Silva² e Mateus Pessoa Caminha²

Resumo

A interceptação da chuva pela vegetação tem demonstrado constituir um importante processo do ciclo hidrológico que pode ser considerado como uma perda no balanço hídrico. Objetivou-se nesse trabalho mensurar a interceptação vegetal e avaliar o desempenho dos modelos de base física para a estimativa da interceptação da chuva pelo dossel florestal em microclima de altitude. A área de estudo está inserida em uma bacia hidrográfica de brejo de altitude com vegetação caracterizada como Floresta Atlântica Nordeste, situada no município de Portalegre-RN. O estudo ocorreu durante o período de janeiro a dezembro de 2017, sendo monitorados em cada evento individual de chuva a precipitação total, o escoamento pelos troncos e a precipitação interna. Os modelos de interceptação de Rutter e Gash foram aplicados na região e, de acordo com o coeficiente de Nash e Sutcliffe, os resultados foram considerados satisfatórios. Os 20 eventos de precipitação totalizaram 466,68 mm sendo que 179,02 mm foram interceptados pela vegetação. Entre os dois modelos, a melhor simulação foi observada com o emprego do modelo de Rutter, com valor final acumulado de 161,7 mm, sendo 17,3 mm a menos que o medido. Já para o modelo de Gash obteve-se um valor final de 161,1 mm, sendo 17,9 mm a menos que o medido.

Palavras-chave: Particionamento da precipitação; modelagem; bacia hidrográfica.

Abstract

Rainfall interception by vegetation has been shown to be an important process of the hydrological cycle that can be considered as a loss in the water balance. The objective of this study was to measure vegetable interception and to evaluate the performance of the physical base models for the estimation of rainfall interception by the forest canopy in altitude microclimate. The study area is inserted in an altitude brejo with vegetation characterized as Northeast Atlantic Forest, located in the Bica catchment in the municipality of Portalegre-RN. The study was conducted during the period from January to December 2017, with individual rainfall monitoring, total rainfall, log flow and internal precipitation being monitored. The Rutter and Gash intercept models were applied in the region and, according to the Nash e Sutcliffe coefficient, the results were considered satisfactory. The 20 precipitation events totaled 466.68 mm and 179.02 mm were intercepted by the vegetation. Between the two models, the best simulation was observed using the Rutter model, with the accumulated final value of 161.7 mm, being 17.3 mm less than the measured one. For the Gash model, a final value of 161.1 mm was obtained, being 17.9 mm less than the measured value.

Keywords: Precipitation partitioning; modeling; hydrographic basin.

INTRODUÇÃO

A interceptação da chuva pelo dossel florestal é um fenômeno temporariamente variável e dinâmico, representando um processo em constante mudança devido a fatores mutuamente interativos (IIDA et al., 2017). Perda por interceptação refere-se à fração da chuva que fica retida na vegetação e não atinge o solo, evaporando com a copa ainda úmida (GASH, 1979; RUTTER, 1975). Este processo deriva comumente em três estágios: (i) Precipitação acima do dossel; (ii) Precipitação que passa livremente

1. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal Ceará – UFC. Fortaleza / CE, Brasil.

2. Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. Mossoró / RN, Brasil.

*Autor correspondente: jacquesfilho1@hotmail.com

pela vegetação ou através de respingos de folhas e galhos e atinge o solo; (iii) Precipitação desviada drenada pelos troncos e que chega até o solo por meio destes (GIGLIO; KOBAYAMA, 2013)

A perda por interceptação depende das características da chuva, (intensidade e duração) (SÁ et al., 2015), estrutura da vegetação (forma de copa e área foliar) (MOURA et al. 2009) e das condições meteorológicas que controlam a evaporação durante e após cada evento de precipitação (MUZYLO et al., 2009). Contudo, a mensuração dos componentes da perda por interceptação vegetal nem sempre é fácil, pois existem grandes limitações no número e na distribuição de medidores para quantificar entradas, saídas e mudanças no armazenamento, sendo escassos os dados em florestas do semiárido brasileiro (BRASIL et al., 2017; IZÍDIO et al., 2013; MEDEIROS et al., 2009), e inexistentes para as mais de 30 áreas de floresta Atlântica Nordestina (brejos de altitude) na área da Caatinga.

Os brejos de altitude são florestas úmidas estabelecidas na região semiárida e cercadas por vegetação de caatinga (ANDRADE-LIMA 1982). De acordo com Lins (1989), os brejos de altitude são as exceções dentro do domínio do nordeste semiárido. A existência dessas ilhas de floresta em uma região onde a precipitação média anual varia entre 240 - 900 mm, é reflexo das chuvas orográficas que garantem níveis de precipitação superiores a 1.200 mm ano⁻¹ (CARVALHO; MEDEIROS, 2016).

Tendo em vista as dificuldades de medição de campo, os cientistas desenvolveram vários modelos para a estimativa do processo de interceptação florestal. Estudos realizados por Muzylo et al. (2009) apontaram a existência de pelo menos 15 modelos utilizados em todo o mundo. A complexidade dos modelos e suas aplicações em áreas florestais é uma limitação importante para a aplicação dessas técnicas, principalmente em regiões semiáridas, onde as precipitações são irregulares no espaço e no tempo. Devido a essas características, os modelos de base física, como os modelos desenvolvidos por Gash (1979) e Rutter et al. (1971), são os mais utilizados e aplicados em regiões com déficit hídrico (NÁVAR, 2017).

Diante do exposto, realizou-se um experimento em área de brejo de altitude, com cobertura vegetal de Florestas Atlânticas Nordestinas com domínio fitogeográfico da Caatinga, propondo-se mensurar a interceptação vegetal e avaliar o desempenho dos modelos propostos por Gash (1979) e Rutter et al. (1971).

MATERIAL E MÉTODOS

Área experimental

O experimento foi desenvolvido na Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) localizada na microbacia da Bica no município de Portalegre, situado na região serrana do oeste do estado do Rio Grande do Norte, entre as coordenadas geográficas 6°01'33,04" S e 37°59'27,93" W (Figura 1).

Figura 1 – Localização da área de estudo

Figure 1 - Location of the study area

O clima da região de acordo com a classificação de Köppen é tropical chuvoso (Aw) com o entorno caracterizado por depressões sertanejas de clima semiárido (EMPARN, 2017). A precipitação média histórica (1961-2016) da região é de 973,8 mm (EMPARN, 2017), com temperaturas médias máximas e médias mínimas variando entre 36,0 a 21,0 °C, respectivamente, temperatura média de 28,1 °C, média anual da umidade relativa de 66% e insolação anual de 2.700 horas (IDEMA, 2008).

Interceptação Mensurada

O estudo foi realizado no período de janeiro a dezembro de 2017. As variáveis climáticas foram monitoradas por meio de uma estação meteorológica, modelo WH-1080 PC da marca INSTRUTEMP® (Figura 2c), com o auxílio do *software* Easy Weather, sendo realizadas medições de precipitação, temperatura do ar, umidade do ar, velocidade e direção do vento, em intervalos regulares de cinco minutos.

Para o monitoramento do particionamento da precipitação, montou-se uma parcela de 200 m² (20 x 10 m) (Figura 2b). As coletas foram realizadas após cada evento pluviométrico. Ao lado da parcela experimental, instalou-se um pluviômetro do tipo *Ville de Paris* e um recipiente artesanal para medir a precipitação externa (Figura 2c) (adjacentes à parcela experimental, em área descampada). Para o monitoramento da precipitação interna, instalou-se sob a vegetação 10 recipientes artesanais feitos de garrafas de polietileno tereftalato (PET), instalados a 1,5 m de altura (Figura 2a), seguindo a metodologia proposta por Lloyd e Marques (1988). Posteriormente calculou-se a média aritmética do volume coletado pelos 10 recipientes, que foram previamente calibrados com os dados do pluviômetro *Ville de Paris*.

A vegetação da parcela experimental possui 71 espécies nativas e endêmicas do Brasil caracterizadas pelo domínio fitogeográfico dos biomas Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, e a espécie de Jatobá (*Hymenaea Stigonocarpa*) apresenta a maior densidade (DANTAS, 2016; IDEMA, 2008; MEDEIROS et al., 2016). Seguindo a metodologia adotada por Izídio et al. (2013), separou-se as árvores em 6 classes de acordo com suas circunferências. Para cada classe de circunferência, foi selecionada uma espécie na qual foi acoplado um anel coletor ao tronco, fixado com o auxílio de massa epóxi, ligado por meio de uma mangueira plástica de ¾ de polegadas a um recipiente fechado (evitando evaporação) (Figura 2d) com capacidade de armazenamento de 18 L.

Na determinação do escoamento pelos caules de todas as árvores para cada evento chuvoso, considerou-se que o escoamento determinado para a árvore amostrada foi igual para todas as árvores

Figura 2 – Coletor de precipitação interna (a); distribuição dos coletores de Precipitação interna e de Escoamento pelo tronco na parcela experimental (b); estação de coleta de dados, pluviômetro *Ville de Paris* e coletor artesanal em área adjacente à parcela experimental (c) e coletor de escoamento pelo tronco

Figure 2 - Through fall collector (a); distribution of the through fall and stemflow collectors in the experimental plot (b); Data collection station, Ville de Paris rain gauge and artisanal collection in an area adjacent to the experimental plot (c) and stemflow collector

da mesma classe e calculou-se a soma dos produtos do escoamento da árvore representativa pela quantidade de árvores da classe

As perdas por interceptação foram estimadas indiretamente pela diferença entre a precipitação total e a quantidade de água que atinge o solo, conforme metodologia proposta por Carlyle-Moses, Lishman e McKee (2014), utilizando-se a Equação 1.

$$I = P - (P_i + Esc) \quad (1) \text{ Em que:}$$

I - Perda por interceptação, mm;

P - Precipitação total, mm;

P_i - precipitação interna medida sob a vegetação, mm;

Esc - escoamento pelos caules das árvores, mm.

Modelo de Rutter

O modelo de Rutter (RUTTER, 1975; RUTTER et al., 1971) trata a árvore como um tanque de armazenamento de água, que possui como entrada a precipitação e como saídas a evaporação, a drenagem de copa e o escoamento pelos troncos. Em princípio, o modelo de Rutter contém quatro parâmetros associados à arquitetura da vegetação, em que a quantidade de água temporariamente retida pela vegetação é determinada pela percolação, intensidade da chuva, evaporação e drenagem (Equações 2 e 3).

$$\frac{dC}{dt} = (1-p)R_i - E_p - D \quad \text{para } C > S \quad (2)$$

$$\frac{dC}{dt} = (1-p)R_i - \left(\frac{C}{S}\right)E_p \quad \text{para } C < S \quad (3)$$

Em que: onde C (mm) é a capacidade de armazenamento da vegetação; R_i (mm h^{-1}), a intensidade da chuva; S (mm), a água necessária para umedecer toda a superfície da copa ou folhagem; D (mm), a drenagem da folhagem; p (mm), percolação livre (proporção da precipitação que atinge ao solo sem interferência da vegetação) e E_p (mm dia^{-1}) é a evaporação potencial estimada pelo modelo proposto por Hargreaves e Samani (1985). A drenagem da folhagem é explicada por uma função exponencial (Equação 4).

$$D = D_o \cdot e^{b(C-S)} \quad (4)$$

Sendo, D_o a drenagem quando a copa está saturado $C = S$ e b é um parâmetro empírico.

Modelo de Gash

O modelo de Gash (1979) considera a chuva representada por uma série de eventos discretos, suficientemente separados para que a copa e o tronco da vegetação possam ser considerados secos entre cada evento. Com base na expressão elementar das perdas (Equação 5) por interceptação, baseado em regressões lineares com a precipitação para uma série de eventos temos:

$$E_i = aP_g + b \quad (5)$$

Sendo que P_g (mm), representa a precipitação total acima do dossel

Gash (1979) descreve a Equação (6) por meio dos seguintes relacionamentos:

$$a = \frac{\bar{E}}{\bar{R}} \quad (6)$$

$$b = \left(S + \int_0^{t'} E dt \right) \left\{ 1 - \left(\frac{\bar{E}}{\bar{R}} \right) (1-p-p_i)^{-1} \right\} \quad (7)$$

Como Rutter (1975) e Rutter et al. (1971), Gash representa a capacidade de armazenamento (S) (mm) em termos da estrutura da vegetação definindo-o como a água retida na copa das árvores, na condição de evaporação igual a zero. Uma vez a estrutura saturada, ocorre a drenagem da chuva pelos

troncos sendo chamada de p_i . A percolação livre também a identifica com o termo p . A água armazenada nos troncos antes de iniciar o processo de escoamento é chamada capacidade de armazenamento do tronco (D_o). Ao considerar a cobertura vegetal, muitas vezes assume p como complemento da fração da copa ou cobertura vegetal (C). Para uma série de eventos ou um evento individual, o modelo usa a média de evaporação $\bar{E}$ (mm dia^{-1}) e intensidade ϕ (mm h^{-1}).

Calibração dos Modelos

Para a modelagem do processo de interceptação, os parâmetros requeridos pelos modelos de Rutter et al. (1975) e Gash (1979) foram estimados aplicando-se equações já existentes. Para cada árvore, determinou-se a capacidade de armazenamento (S) e o coeficiente de percolação livre (p), aplicando o método de Leyton et al. (1967) e Rutter et al. (1971), respectivamente. Os parâmetros de escoamento pelo tronco e precipitação livre, foram deduzidos utilizando uma metodologia semelhante à estabelecida para o cálculo da percolação livre (p), ou seja, regressão entre escoamento pelo tronco versus chuva. O parâmetro b foi derivado usando a metodologia de Schellekens et al. (1999), e o parâmetro do , utilizou-se o valor proposto por Lloyd et al. (1998). A evaporação potencial envolvida em ambos os modelos foi calculada pelo modelo de Hargreaves e Samani (1985). Na Tabela 1 encontram-se os parâmetros para os modelos.

Tabela 1 – Valores dos parâmetros dos modelos de Rutter e do modelo de Gash

Table 1 – Values of the parameters of the Rutter models and the Gash model

Gash-Rutter			
S (mm)	p (mm)	b	Do (mm s ⁻¹)
2,34	0,66	5,25	0,00012

S - água retida na copa das árvores; p - percolação livre; b - parâmetro empírico; Do - drenagem quando a copa está saturada.

A calibração e validação dos modelos de Rutter e Gash foram determinadas por meio de regressão linear múltipla, explorando aquelas variáveis com maior grau de correlação, a fim de compará-lo com os modelos de base física. Ao mesmo tempo, a robustez da regressão foi analisada por meio do critério de validação de calibração cruzada. Para o cálculo do erro de predição do modelo, utilizou-se o coeficiente de Nash e Sutcliffe (1970) para o conjunto de dados medidos em campo e medidos pelo modelo de Rutter (1975) e Rutter et al. (1971) e posteriormente pelo modelo de Gash (1979). Este coeficiente pode variar de -1 até 1, sendo que o desempenho de um modelo é considerado adequado e bom se o valor de NSE superar 0,75, e é considerado aceitável se o valor de NSE estiver no intervalo entre 0,36-0,75.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ano de 2017 foram registrados 20 eventos pluviométricos, totalizando 466,08 mm, valor este 52% abaixo da média histórica do município que é de 973,8 mm (EMPARN, 2017). A distribuição da precipitação foi irregular (Figura 3) durante o período estudado, sendo as maiores alturas precipitadas registradas nos meses de maio e junho, concentrando 50% do total para o período. Notou-se ainda que esses meses foram os que apresentaram a maior quantidade de eventos de precipitação, totalizando 8. Ao analisar as alturas precipitadas (Figura 3), nota-se que a maioria dos eventos (75%) foram precipitações abaixo de 30 mm. A distribuição irregular das precipitações e a maior quantidade de eventos de chuva menores que 30 mm, também foram registrados em outros estudos em regiões semiáridas (BRASIL et al. 2017; IZÍDIO et al., 2013) sendo de difícil estudo os efeitos sazonais no processo de interceptação para ambientes secos.

Ao analisar as perdas por interceptação, quantificou-se que 179,0 mm (38,4%), ficaram retidos pela vegetação, enquanto 287,6 mm (61,6%) chegaram ao solo, como precipitação interna e escoamento pelo tronco. Quando comparado com outros estudos em regiões semiáridas, observa-se valores na ordem de 13,0 a 35,6% (MEDEIROS et al., 2009; SILVA, 2017). Entretanto, a área de estudo apresenta características de Floresta Atlântica Nordestina (brejo de altitude), embora ocorra predomínio de depressões sertanejas (com vegetação de Caatinga) ao redor da área estudada. Em ambientes de mata ciliar de nascente, similar ao ambiente de estudo, os resultados de interceptação são mais elevados,

*Eventos diários de precipitação são representados por cores distintas.

Figura 3 – Distribuição mensal dos eventos de precipitação

Figure 3 - Monthly distribution of precipitation events

como verificado por Lima e Leopoldo (2000) onde foram interceptados 37,6% das precipitações pela vegetação.

As maiores interceptações ocorreram para precipitações abaixo de 10 mm (Figura 4), interceptando sempre valores acima de 50%, com exceção do evento do dia 12/06/2017, que registrou interceptação de 25,27%. Porém, a intensidade registrada para esse evento foi maior que os demais dessa classe ($P < 10\text{mm}$), elevando a precipitação interna, e corroborando com os estudos de Sá et al. (2015). Estudos realizados por Moura et al. (2009) em área de Mata Atlântica apresentaram que precipitações abaixo de 10 mm, interceptavam 60% da precipitação. Já Calux e Thomaz (2012) registraram para essa classe de chuva interceptações acima de 40%. O evento do dia 11/02/2017 foi o que registrou a menor porcentagem de interceptação (9,92%), contudo, esse evento ocorreu logo em seguida a outro evento pluviométrico, diminuindo assim a capacidade de retenção da vegetação.

Ao analisar a predição da interceptação pelo modelo de Rutter e o modelo de Gash, nota-se que os dois modelos apresentaram correlações próximas (Figura 4), acima de 0,6. Observou-se ainda que ambos os modelos seguiram a mesma tendência de subestimar os valores, em eventos de maior altura pluviométrica (Figura 5). Contudo, os modelos, originalmente, foram desenvolvidos para florestas temperadas com chuvas de baixa intensidade e longa duração, características distintas das chuvas na região, onde as precipitações variam a intensidade, diminuindo a acurácia dos modelos (MASTACHI-LOZA, et al 2010).

Em geral, os modelos utilizados neste estudo predisseram a interceptação florestal de maneira satisfatória como observado pelos modelos estatísticos. O NSE, para o modelo de Rutter foi de 0,7668,

Figura 4 – Valores de interceptação e precipitação para cada evento registrado

Figure 4 - Intercept and precipitation values for each event recorded

Figura 5 – Relação entre intercepção medida e a intercepção modelada
Figure 5 – Relationship between measured trapping and modeled trapping

já para o modelo de Gash foi de 0,7858, considerados bons ($> 0,75$). Na análise do desempenho dos modelos, observou-se que para o modelo de Rutter os valores foram subestimados em 19%, e para o modelo de Gash em 21%, sendo estas diferenças consideradas aceitáveis ($< 25\%$). Estudo realizado por Návar (2017), aplicando o NSE, observou que os modelos em estudo são considerados bons para estimar a intercepção, corroborando com este trabalho.

Observando-se o total acumulado ao final do ano de 2017 (Figura 6), o valor medido é superior aos estimados em 17,3 e 17,9% para os modelos de Rutter e de Gash, respectivamente. Contudo observa-se que no início do monitoramento, ocorreu uma tendência dos valores estimados por ambos os modelos superestimarem os valores de intercepção medido. A partir do mês de abril, o acumulado obtido pelos dois modelos é superado pela intercepção acumulada medida. É importante ressaltar que a estimativa realizada pelos modelos assume que os parâmetros da vegetação são constantes, não variando ao longo do tempo. No entanto entre as características da caatinga está o maior desenvolvimento da vegetação no período chuvoso, aumentando a biomassa e consequentemente, a intercepção (BRASIL et al., 2017; MEDEIROS et al., 2009).

Figura 6 – Intercepção medida acumulada e Intercepção modelada acumulada
Figure 6 – Cumulative Measured Intercept and Cumulative Modeling Interception

CONCLUSÕES

A interceptação das chuvas obtida pela cobertura florestal em área de brejo de altitude foi de 179,02 mm, correspondendo a 38,38% da precipitação total;

Os modelos de perda por interceptação utilizados nesse trabalho predisseram a interceptação vegetal de maneira satisfatória para a área de brejo em estudo;

A melhor simulação foi observada com o emprego do modelo de Rutter, o qual obteve o menor valor de erro relativo para a interceptação acumulada ao final do período monitorado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e bolsas concedida aos autores.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE-LIMA, D. **Present day forest refuges in Northeastern Brazil**. In: PRANCE, G.T. (Ed.). *Biological Diversification in the Tropics*. New York: Columbia University Press, 1982. p. 245-254
- BRASIL, J. B.; PALACIO, H. A. Q.; ARAUJO NETO, J. R.; RIBEIRO FILHO, J. C.; ANDRADE, E. M. Características das chuvas e interceptação vegetal no bioma caatinga. *Irriga*, v. 22, n. 3, p. 560-574, 2017.
- CALUX, J.; THOMAZ, E. L. Interceptação e precipitação interna: comparação entre floresta ombrófila mista e *Pinus elliotii* var. *elliottii*. *Geoambiente On-line*, v. 4, n. 19, p. 01-16, 2012.
- CARLYLE-MOSES, D. E.; LISHMAN, C. E.; MCKEE, A. J. A preliminary evaluation of throughfall sampling techniques in a mature coniferous forest. *Journal of forestry research*, v. 25, n. 2, p. 407-413, 2014.
- CARVALHO, R. G.; MEDEIROS, S. R. M. **Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável na Região Serrana de Portalegre e Martins, Rio Grande do Norte**. Mossoró: Edições UERN, 2016. v. 1. 231 p.
- DANTAS, N. B. L. **Estudo fitossociológico em encaves florestais na região serrana dos municípios de Portalegre e Martins-RN**. 2016. 90 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) –Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2016.
- EMPARN - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA DO RIO GRANDE DO NORTE. **Monitoramento pluviométrico**, 2017. Disponível em: < <http://187.61.173.26/monitoramento/monitoramento.php> >. Acesso em: 19 set. 2017.
- GASH, J. An analytical model of rainfall interception by forest. Quarterly. *Journal of the Royal Meteorological Society* v. 105, p. 43-55. 1979.
- GIGLIO, J. N.; KOBAYAMA, 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.
- HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. Reference crop evapotranspiration from temperature. *Applied Engineering in Agriculture*, v. 1, n. 2, p. 96-99, 1985.
- IIDA, S. I.; LEVIA, D. F.; SHIMIZU, A.; SHIMIZU, T.; TAMAI, K.; NOBUHIRO, T.; ARAKI, M. Intrastorm scale rainfall interception dynamics in a mature coniferous forest stand. *Journal of Hydrology*, v. 548, p. 770-783, 2017.
- IDEMA - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE. **Perfil do seu município: Portalegre**. 2008. Disponível em: < http://www.idema.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/idema/socio_economicos/arquivos/Perfil%202008/Portalegre.pdf > Acesso em: 19 set. 2017.
- IZÍDIO, N. S. C.; PALACIO, H. A. Q.; ANDRADE, E. M.; ARAUJO NETO, J. R.; BATISTA, A. A. Interceptação da chuva pela vegetação da caatinga em microbacia no semiárido cearense. *Agro@mbiente On-line*, v.7, p. 44-52, 2013.

- LEYTON, L., REYNOLDS, R.C. and THOMPSON, F.B. Rainfall interception in forest and moorland. **Forest Hydrology**, v. 163, p. 163 - 179 p, 1967.
- LIMA, P. R. A.; LEOPOLDO, P. R. Quantificação de componentes hidrológicos de uma mata ciliar, através do modelo de balanço de massas. **Revista Árvore**, v.24, n.3, p.241 - 252, 2000.
- LINS, R.C. **As áreas de exceção do agreste de Pernambuco**. Recife:Sudene, 1989.
- LLOYD, C. R.; MARQUES, A. O. Spatial variability of throughfall and stemflow measurements in Amazonian rainforest. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 42, n. 1, p. 63-73, 1988.
- MASTACHI-LOZA, C. A.; GONZÁLEZ-SOSA, E., BECERRIL-PIÑA, R.; BRAUD, I. Pérdidas por intercepción en mezquite (*Prosopis laevigata*) y huizache (*Acacia farnesiana*) de la región semiárida del centro de México. **Tecnología y ciencias del agua**, v. 1, n. 1, p. 103-120, 2010.
- MEDEIROS, S. R. D.; CARVALHO, R. G. D.; BARBOSA, A. H. D. S. Índice de qualidade das águas e balneabilidade do Riacho da Bica, Portalegre, RN, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v.11, p.713-730, 2016.
- MEDEIROS, P. H. A.; ARAÚJO, J. C.; BRONSTERT, A. Interception measurements and assessment of Gash model performance for a tropical semiarid region. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 165-174, 2009.
- MOURA, A. E. S.; CORREA, M. M.; SILVA, E. R.; FERREIRA, R. L. C.; FIGUEIREDO, A. C.; POSSAS, J. M. C. Intercepção das chuvas em um fragmento de floresta da mata atlântica na bacia do prata, Recife-PE. **Revista Árvore**, v. 33, p. 461-469, 2009.
- MUZYLO, A.; LLORENS, P.; VALENTE, F.; KEIZER, J. J.; DOMINGO, F.; GASH, J. H. C. A review of rainfall interception modelling. **Journal of hydrology**, v. 370, n. 1, p. 191-206, 2009.
- NASH, J. E.; SUTCLIFFE, J. E. River flow forecasting through conceptual models: Part I. A discussion of principles. **Journal of. Hydrology**, v. 10, n. 3, p. 282-290, 1970.
- NÁVAR, J. Fitting rainfall interception models to forest ecosystems of Mexico. **Journal of Hydrology**, v. 548, p. 458-470, 2017.
- RUTTER, A. J. The hydrological cycle in vegetation. **Vegetation and the Atmosphere**, v. 1, p. 111-154, 1975.
- RUTTER, A. J.; KERSHAW, K. A.; ROBINS, P. C.; MORTON, A. J. A predictive model of rainfall interception in forests. I. Derivation of the model from observations in a plantation of Corsican pine. **Agricultural Meteorology**, v. 9, n. 2, p. 367-384, 1971.
- SÁ, J. H. M.; CHAFFE, P. L. B.; OLIVEIRA, D. Y. Análise comparativa dos modelos de Gash e de Rutter para a estimativa da intercepção por Floresta Ombrófila Mista. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 4, p. 1008 - 1018, 2015.
- SCHELLEKENS, J., SCATENA, F., BRUIJNZEEL, L. and WICKEL, A. Modeling rainfall interception in lowland rain in forest in Northeastern Puerto Rico. **Hydrology**, v. 225, p. 167-184, 1999.
- SILVA, D. C. **Intercepção da chuva e escoamento superficial de água no solo no semiárido pernambucano**. 2017. 59 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2017. 59f.: il.

Recebido em: 03/06/2018
Aceito em: 30/10/2018