

## ESTUDO DA PRECIPITAÇÃO INTERNA EM CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR E FLORESTA RIPÁRIA

*Robson Willians da Costa Silva<sup>1\*</sup>; Luiz Felipe Salemi<sup>1</sup>; Tatiana Morgan Berteli de Andrade<sup>1</sup>; Rafael Pires Fernandes<sup>1</sup>; Jorge Marcos de Moraes<sup>1</sup>; Plínio Barbosa de Camargo<sup>1</sup>; Luiz Antonio Martinelli<sup>1</sup>*

**Resumo** – A interceptação é influenciada por vários fatores como: tipo da cobertura (uso da terra), morfologia da planta, densidade de plantas por hectare, sazonalidade climática, vento, umidade antecedente, quantidade, duração e intensidade da chuva. A precipitação total no primeiro ano de estudo foi de 1230 mm, e no segundo ano de estudo foi de 1412 mm. Durante o primeiro ano de estudo, a floresta ripária apresentou valor de interceptação de 264 mm (22%) da precipitação total, enquanto que no segundo ano foi de 347 mm (25%). Já a soqueira apresentou valor médio de interceptação, durante o primeiro ano de estudo, de 264 mm (25%) da precipitação total, enquanto que no segundo ano foi de 347 mm (26,5%). A interceptação na soqueira inicia a partir da terceira fase de desenvolvimento da planta (110 e 240 dias após o início da rebrota) com 25,5% chegando a 60% na quarta fase de desenvolvimento vegetativo. Esse aumento da interceptação da cana-de-açúcar nas fases fenológicas finais deve-se ao aumento da cobertura vegetal dessa cultura tornando-se mais densa.

**Palavras-Chave** – Interceptação, cana-de-açúcar, floresta ripária.

## THROUGHFALL IN A SUGARCANE CROP AND RIPARIAN FOREST

**Abstract** – The interception is influenced by several factors such as: land use, plant morphology, plant density per hectare, climatic seasonality, wind, antecedent humidity, quantity, duration and intensity of the rainfall. The total rainfall in the first year of study was 1230 mm, and the second year of study was 1412 mm. During the first year of study, the riparian forest showed value interception 264 mm (22%) of the total rainfall, while in the second year was 347 mm (25%). In the ratoon crop average value of interception during the first year of study was 264 mm (25%) of the total rainfall, while in the second year was 347 mm (26.5%). The interception in ratoon crop began from the third phase of plant development (110 and 240 days after of the regrowth) with 25.5% reaching 60% in the fourth phase of vegetative development. This increase in the interception of rainfall in a sugarcane crop in the final phases of development is due to increase in vegetation cover that crop becoming denser.

**Keywords** – Interception, sugarcane, riparian forest.

## INTRODUÇÃO

O processo de interceptação da chuva é um componente importante do ciclo hidrológico em um ecossistema florestal ou agrícola. De fato, dentro do contexto do balanço hídrico, durante períodos secos a transpiração e a evaporação da água do solo compõem o consumo de água de uma superfície vegetada. Durante períodos chuvosos, todavia, a interceptação também passa a fazer parte das perdas de água pelo ecossistema (RUTTER, 1968; MURPHY e KNOERR, 1975). Portanto, a interceptação é elemento fundamental acerca da resposta hidrogeomorfológica de uma bacia de drenagem. Haja visto, a vegetação ter a função de elemento armazenador e regulador da precipitação recebida, especialmente por meio da interceptação.

<sup>1</sup> Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Universidade de São Paulo, Piracicaba, S.P., Brasil. E-mail: robsonwillians@yahoo.com.br.

Pela interceptação, a cobertura florestal causa uma diminuição no total de chuva que atinge o solo. Conforme o tipo de floresta, esta redução pode atingir cerca de 25% da precipitação anual (LINSLEY *et al.*, 1949). Em regiões úmidas dos Estados Unidos, por exemplo, a interceptação chega a alcançar 254 mm por ano (HELVEY e PATRIC, 1965). Do ponto de vista de conservação dos recursos hídricos, torna-se, assim, essencial o conhecimento quantitativo do processo de interceptação, pois representa um volume de água que, não chegando ao solo, se constituiu em perda.

A interceptação é influenciada por vários fatores como: tipo da cobertura (uso da terra), morfologia da planta, densidade de plantas por hectare, sazonalidade climática, vento, umidade antecedente; quantidade, duração e intensidade da chuva (CROCKFORD e RICHARDSON, 2000).

A cana-de-açúcar é da família das gramíneas, e apresenta quatro estádios (fases) fenológicos: brotação; perfilhamento e estabelecimento da cultura; formação dos colmos, período de grande crescimento e grande necessidade de água, e a maturação ou amadurecimento dos colmos (DOREMBOS e KASSAN, 1981).

A cana-de-açúcar é uma importante cultura de regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo plantada em cerca de 20 milhões de hectares (MENOSSI *et al.*, 2008) em mais de 90 países. O Brasil é o líder em área plantada e na produção de cana-de-açúcar, com 9,5 milhões de hectares e 715 milhões de toneladas, respectivamente, em 2011 (UNICA, 2012). Atualmente, é a principal cultura para suprir a demanda global por biocombustíveis.

Há poucos estudos de interceptação de água da chuva em cana-de-açúcar. No entanto, há inúmeros estudos desse processo hidrológico em outras culturas. Como o de Butler e Huband (1985) pesquisaram a interceptação de chuvas em uma plantação de trigo e concluíram que 44% da precipitação incidente foram interceptados. Silva *et al.* (1994) estimaram que 32% da precipitação incidente foi interceptado em uma plantação de milho. Finch e Riche (2010) encontraram uma interceptação de 25% para *Miscanthus*. Em culturas de trigo interceptação de 36%, 15% para soja e 7% aveia (LULL, 1964). Van Dijk e Bruijnzeel (2001) encontraram para um mix de milho, arroz e mandioca interceptação de 18%, e 8% para um mix de mandioca e milho.

Enquanto que estudos de interceptação em áreas florestadas são vastos. Estudos em áreas florestadas apresentam valores de interceptação entre 6% e 25% (FRANKEN *et al.*, 1982; LLOYD e MARQUES, 1988; UBARANA, 1996).

Sendo assim, esse trabalho tem como objetivo avaliar e comparar o processo de interceptação da água da chuva entre a cana-de-açúcar, observando todo o seu ciclo de desenvolvimento com seus estágios fenológicos, e uma floresta ripária presente na mesma microbacia.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de Estudo

A microbacia utilizada nesse estudo, com área de aproximadamente 6 ha, está localizada próxima ao exutório da bacia do rio Corumbataí, sub-bacia do rio Piracicaba, que drena uma área de aproximadamente 170.775,6 ha, e localiza-se na região centro-leste do Estado de São Paulo, entre as latitudes 22°04'46''S e 22°41'28''S e longitudes 47°26'23''W e 47°56'15''W (Figura 1).

A região da microbacia apresenta, segundo a classificação Köppen, clima subtropical do tipo Cwa, com inverno seco e verão chuvoso, e temperatura média do mês mais quente superior a 22° C. O período de dezembro a março concentra as temperaturas mais altas e o bimestre junho-julho apresenta as temperaturas mais baixas, com média de 22° C. O regime de chuvas apresenta duas estações bem definidas: seca, de abril a setembro, quando chove, aproximadamente, 25% da

precipitação anual, e chuvosa, de outubro a março, concentrando, aproximadamente, 75% da precipitação anual. A pluviosidade total anual média é de 1330 mm para série histórica de 1970-2010.

Na área de estudo ocorrem colinas de interflúvios médios a de grande porte, topos de morro achatado, pistas com seções convexas e em linha reta e declividade média de 7%.

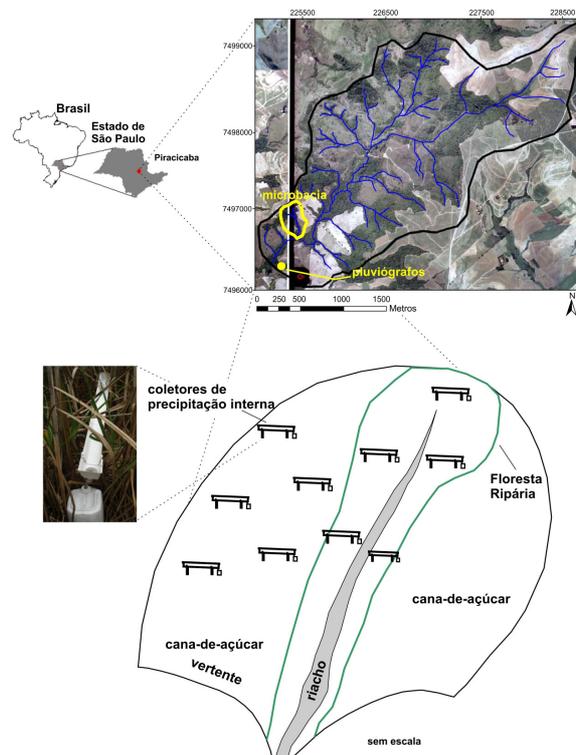


Figura 1 – Localização da área de estudo e delineamento experimental.

## Características e Manejo da cultura

Originalmente, a área de estudo era coberta principalmente por floresta estacional semidecidual. Seu processo de degradação florestal teve início no começo do século XX, com a implantação da cultura do café e culturas de subsistência. Posteriormente, o café foi substituído por pastagens e, mais recentemente, tem-se a presença da cultura da cana-de-açúcar. A vegetação florestal remanescente está como floresta ripária.

A variedade da cana-de-açúcar plantada na área de estudo é a RB867515. Segundo RIDESA (2008), a variedade RB867515 apresenta cor verde arroxeada que se acentua quando expostos e fácil despalha, alta velocidade de crescimento com alta produtividade, alta densidade de colmo, alto teor de sacarose, porte alto, hábito de crescimento ereto, tombamento eventual, tolerante à seca, baixa exigência em ambientes, boa brotação de soqueira. Diante dessas características, essa variedade é uma das mais utilizadas no território brasileiro.

A cana-de-açúcar na microbacia foi plantada em junho de 2007, passou pelo 4º corte em 03 de julho de 2011, passou pelo 5º corte em 13 de julho de 2012.

## Instrumentação

Para medir a precipitação que passa pelo dossel (precipitação interna), foram instalados 10 pluviômetros de calhas, distribuídos aleatoriamente na microbacia, sendo 5 pluviômetros na cana-

de-açúcar e 5 pluviômetros na área coberta por floresta ripária (Figura 1). Esses pluviômetros consistem de calhas encaixantes, sem materiais vedantes, com 180 cm de comprimento, 0,11 cm de largura e área total de 1980 cm<sup>2</sup>, possui uma saída na parte inferior da mesma, onde foi acoplado um funil conectado a uma mangueira que conduz a amostra até um galão de 20 litros (Figura 2a e 2b). Foram construídos suportes de cano de PVC com diâmetro de 3/4 a fim de posicionar os pluviômetros a aproximadamente 50 cm acima da superfície do solo.

O mesmo modelo de pluviômetro foi instalado em triplicata em uma área aberta a 1 km da microbacia, junto a dois pluviógrafos do tipo balsa "tipping-bucket" (RainLog, RainWise, Inc) que têm um registrador de dados ("datalogger") que registra a precipitação em períodos de tempo de 10 minutos (Figura 2c).



Figura 2 – a) pluviômetros de transprecipitação em cana-de-açúcar; b) pluviômetros de transprecipitação em floresta ripária; c) pluviômetros do tipo balsa "tipping-bucket" (Rain Wise) e pluviômetros de chuva.

## Análise dos dados

O monitoramento da precipitação total e da precipitação interna na área de estudo ocorreu semanalmente durante dois anos entre 25 de março de 2011 à 19 de março de 2013.

Para o cálculo das lâminas de precipitação total e precipitação interna (mm), utilizou-se a seguinte equação:

$$Lâmina = (V/A) \times 1000 \quad (1)$$

na qual V é o volume de água coletado (m<sup>3</sup>) e o A é a área do coletor (m<sup>2</sup>).

A determinação das perdas de água por interceptação é calculado seguindo a metodologia de Helvey e Patric (1965) de forma simplificada:

$$I \text{ (mm)} = PT \text{ (mm)} - PI \text{ (mm)} \quad (2)$$

onde I é a lâmina de água interceptada, PT é a lâmina da precipitação total e PI é a lâmina de precipitação interna.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A precipitação total no primeiro ano de estudo, entre 25 de março de 2011 e 20 de março de 2012, foi de 1230 mm, e no segundo ano de estudo, entre 21 de março de 2012 e 19 de março de 2013, foi de 1412 mm. A precipitação total no primeiro ano de estudo foi 100 mm inferior a média histórica de 30 anos para o município de Piracicaba/SP. A maior parte das precipitações, durante os dois anos de estudo, ocorreu entre os meses de outubro e março, onde historicamente ocorre o maior número de eventos.

Durante o primeiro ano de estudo, a floresta ripária apresentou valor de interceptação de 264 mm (22%) da precipitação total, enquanto que no segundo ano foi de 347 mm (25%).

Os resultados obtidos para a floresta ripária são similares aos diversos estudos conduzidos em outras áreas de florestas tropicais. Valores de interceptação em torno de 15% da precipitação

anual foram encontrados por alguns autores em Mata Atlântica, na Serra do Mar, núcleo de Cunha, SP (FUJIEDA *et al.*, 1997; ANIDO, 2002; FORTI, 2005; ARCOVA, 2003). Almeida e Soares (2003) encontrou 24% de interceptação em uma área florestal no Estado do Espírito Santo. Na região Amazônica, no estado do Pará, Moraes *et al.* (2006) encontraram valores em torno de 13%. Próximo a Manaus, na Reserva Ducke, um valor de 20% foi obtido por Franken *et al.* (1982). No entanto, estudos realizados em florestas tropicais secundárias ou primárias degradadas apresentam valores de interceptação próximos ao encontrados até o momento, como Coelho Neto *et al.* (1986) e Miranda (1992) obtiveram valores de interceptação entre 17% e 24%, respectivamente, em floresta secundária. Thomaz (2005) encontrou valor de 23% de interceptação em floresta secundária em Guarapuava no Paraná, e Timoni (1992) encontrou valor de 28% de interceptação para uma floresta degradada por poluição atmosférica na serra de Cubatão, em São Paulo.

Já a soqueira apresentou valor médio de interceptação, durante o primeiro ano de estudo, de 264 mm (25%) da precipitação total, enquanto que no segundo ano foi de 347 mm (26,5%). Esses valores são inferiores ao valor de interceptação média encontrada por Castilho (2000), em uma cana de segundo corte, que foi de 308 mm (39,5%). Vieira (1982) em uma variedade de cana-de-açúcar CB-41-76 encontrou um valor de 24% de interceptação. Teixeira *et al.* (2012), quantificaram a interceptação de água na variedade de cana-de-açúcar RB-867515, para diversas lâminas aplicadas pelo sistema de pivô central, e encontraram um valor médio de 25%. Cabral *et al.* (2012), mensurando a evapotranspiração da cana-de-açúcar pelo método da covariância de vórtices turbulentos (método que fornece uma medida líquida de gás carbônico, vapor d'água e calor entre a superfície vegetada e a atmosfera) durante dois ciclos consecutivos (segunda e terceira soqueira), calculando indiretamente a perda por interceptação, obtendo um valor de 7%.

No início do estudo em 25 de março de 2011 a soqueira estava quase na metade da quarta e última fase de desenvolvimento (maturação), fase esta que segundo Dorembos e Kassin (1981) dura cerca de 140 dias, e apresentou até a sua colheita uma interceptação de 113 mm (50,5%) (Figura 3). No quinto ano da soqueira, a interceptação iniciou apenas na terceira fase de desenvolvimento da planta (entre 110 e 240 dias após o início do período da rebrota) que representa a formação dos colmos, apresentando um valor de 187 mm (25,5%). Na fase em que a planta atingiu a maturidade (240 a 385 dias), a interceptação aumentou para 265 mm (60%). Esse aumento da interceptação na quarta fase de desenvolvimento deve-se ao aumento da área foliar da soqueira, pois a mesma chegou ao seu ápice de desenvolvimento vegetativo (DOREMBOS e KASSAN, 1981).

No segundo ano de estudo, durante o sexto ano da soqueira, o processo de interceptação ocorreu da mesma forma, iniciando apenas na terceira fase, no entanto, a coleta de dados ocorreu antes do final dessa fase. A interceptação dessa fase foi de 153 mm (19%).

No período de seca do primeiro ano de estudo a soqueira apresentou uma interceptação de 38%, no segundo ano de 36%. Já no período úmido a soqueira apresentou uma interceptação, durante o primeiro ano de estudo, de 19%, e no segundo ano de 22,5% (Figura 4). A variação nos valores de interceptação da água da chuva depende de vários fatores climáticos e fisiológicos da vegetação, como queda das folhas e com isso modificando o índice área foliar, chuvas com maior intensidade e duração, chuvas com ventos fortes, ou eventos de chuva consecutivos (VAN DIJK e BRUIJNZEEL, 2001).

Na Figura 4, que apresenta a interceptação acumulada, observa-se que a capacidade de interceptação da soqueira ultrapassa o da floresta ripária no meio da terceira fase, permanecendo superior no processo de interceptação em relação à floresta ripária até a colheita. Esse aspecto ocorre no quarto e no quinto ano da soqueira, sendo que no sexto ano da soqueira a interceptação na floresta ripária apresenta-se superior em todo o ciclo estudado. Essa redução na interceptação do último ano da soqueira, possivelmente, ocorreu devido a uma queda brusca no índice de área foliar

em relação aos anos anteriores para o mesmo período. Pois, segundo Cabral *et al.* (2012) há uma redução no índice área foliar de um ciclo a outro.

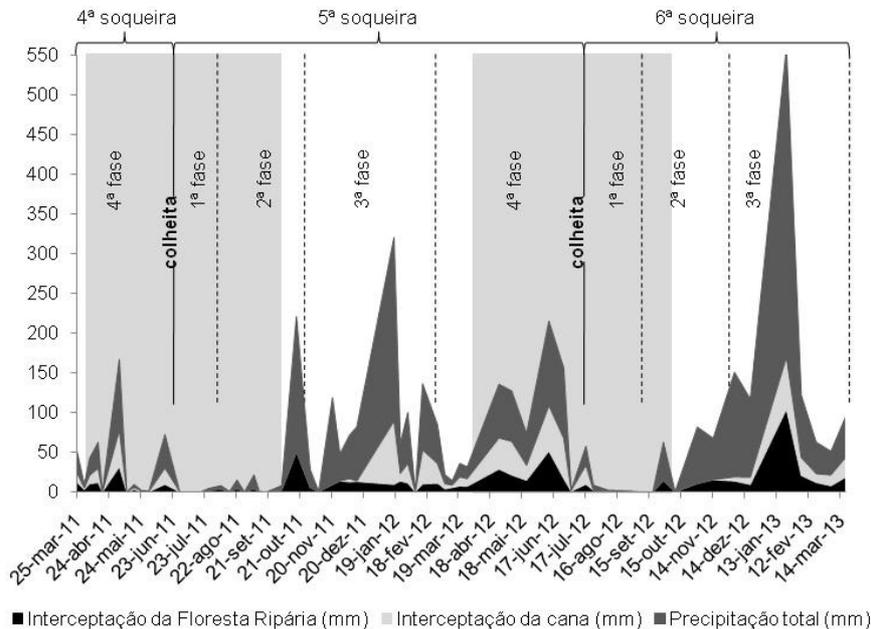


Figura 3 – Interceptação da floresta ripária e do manejo da soqueira.

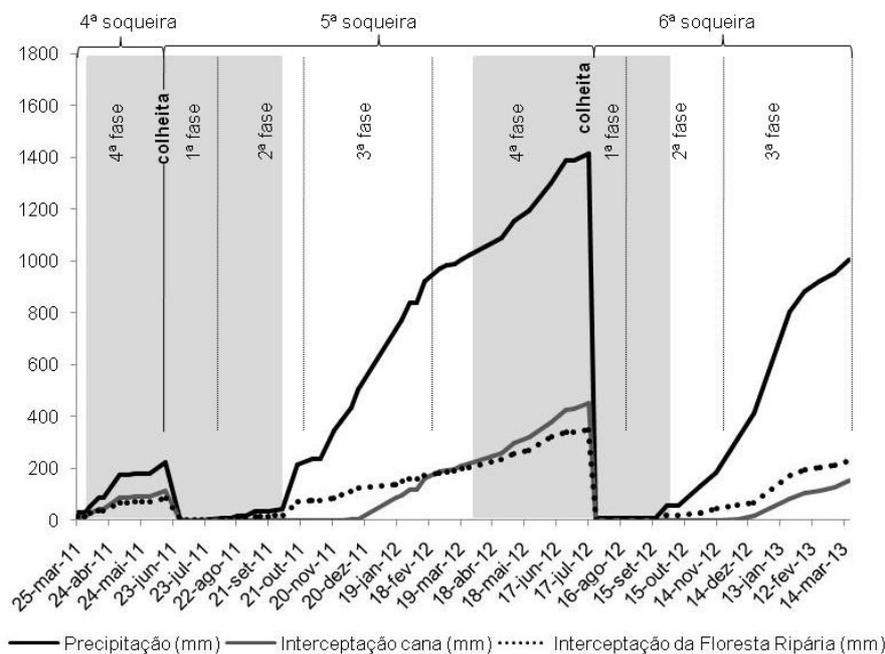


Figura 4 – Interceptação acumulada da floresta ripária e do manejo da soqueira.

## CONSIDERAÇÃO FINAIS

Os resultados desse estudo confirmam que a perda de água por interceptação é um componente importante do uso da água nas lavouras de cana. Os valores anuais de perdas por interceptação em cana-de-açúcar são semelhantes a alguns resultados encontrados em florestas tropicais e temperadas.

A cana-de-açúcar apresenta grande variação na interceptação da água da chuva durante o seu ciclo vegetativo, devido possivelmente as grandes variações no seu índice de área foliar. O processo de interceptação inicia após 100 dias do plantio ou rebrotamento, isto é, a partir da terceira fase de desenvolvimento (formação dos colmos).

Sob o ponto de vista de uma cultura de cana-de-açúcar de ciclo anual, a maior parte do ano o processo de interceptação de água da chuva é semelhante às florestas, portanto a atuação na redução da precipitação direta sobre o solo causando desagregação dos mesmos e ocasionando possíveis processos erosivos têm grande importância.

Sugerimos que novos estudos sejam realizados considerando o monitoramento do índice de área foliar nas fases de desenvolvimento da cultura, bem como o monitoramento do escoamento pelo colmo como parte da precipitação interna, que forma a precipitação efetiva.

## REFERENCIAS

- ALMEIDA, A.C.; SOARES, J.V. (2003). Comparação entre uso de água em plantações de eucalyptus grandis e floresta ombrófila densa (mata atlântica) na costa leste do Brasil. *Revista Árvore* (27), pp. 159-170.
- ANIDO, N. M. R. 2002. *Caracterização hidrológica de uma microbacia experimental visando identificar indicadores de monitoramento ambiental*. 69 p. Dissertação Mestrado (em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- ARCOVA, F.C.S.; CISSO, V.; ROCHA, P.A.B.(2003). Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de mata Atlântica em uma microbacia experimental em Cunha – São Paulo. *Revista Árvore* (27-2), pp. 257-262.
- BUTLER, D. R.; HUBAND, N. D. S. (1985). Throughfall e stemflow in wheat. *Agricultural and Forest Meteorology* (35) pp.329 – 338.
- CABRAL, O.M.R.; ROCHA, H.R.; GASH, J.H.; LIGO, M.A.V.; TATSCH, J.D.; FREITAS, H.C.; BRASÍLIO, E. (2012). Water use in a sugarcane plantation. *GCB Bioenergy* (4), pp. 555–565.
- CASTILHO, C.P.G. *Interceptação de chuvas na cultura da cana-de-açúcar (Saccharum Officinarum ssp.)*. 2000. 256p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.
- COELHO NETO, A.L.; SANCHE, M.; PEIXOTO, M.N.O. (1986). Precipitação e interceptação florestal em ambiente tropical montanhoso. *Revista Brasileira de Engenharia* (4-2), pp. 55-71.
- CROCKFORD, R. H.; RICHARDSON, D. P. (2000). Partitioning of rainfall into throughfall, stemflow and interception: effect of forest type, ground cover and climate. *Hydrological Processes* (14), pp. 2903-2920.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. (1981). Yield response to water. 2 ed. Rome: FAO, 193 p. (Irrigation and Drainage Paper, 33).
- FINCH, J.W.; RICHE, A.B. (2010). Interception losses from Miscanthus at a site in south-east England-an application of the Gash model. *Hydrological Processes* (24), pp. 2594–2600.
- FORTI, M. C.; BICUDO, D. C.; BOUROTTE, C.; CICCIO, V. de; ARCOVA, F.C.S. (2005). Rainfall and throughfall chemistry in the atlantic forest: a comparison between urban and natural areas (São Paulo State, Brazil). *Revista Hydrology and Earth System Sciences* (9-6), pp. 570-585.
- FRANKEN, W.; LEOPOLDO, P.R.; MATSUI, E.; RIBEIRO, M.N.G. (1982) Interceptação das precipitações em floresta amazônica de terra firme. *Acta Amazônica* (12-3), pp.15-22.
- FUJIEDA, M.; KUDOH, T.; CICCIO, V. de.; CARVALHO, J. L. (1997). Hydrological processes at two subtropical forest catchments: the Serra do Mar, São Paulo, Brazil. *Journal of Hydrology* (196), pp. 26-46.

- HELVEY, J. D.; PATRIC, J. H. (1965). Design criteria for interception studies. Washington, International Association Science Hydrology. p. 131-7 (Bulletin, 67).
- LEOPOLDO, P.R.; FRANKEN, W.; SALATI, E.; RIBEIRO, M.N.G. (1987). Towards a water balance in Central Amazonian region. *Experientia* (43), pp. 222-233.
- LINSLEY, R. K.; KOHLER, M. A.; PAULHUS, J. L. H. (1949). Applied hydrology. New York, McGraw-Hill. 689 p.
- LLOYD, C.R.; MARQUES FILHO, A.O. (1988). Spatial variability of throughfall and stemflow measurements in Amazonian forest. *Agricultural and Forest Meteorology* (42), pp. 63-73.
- LULL, H.W. (1964). Ecological and silvicultural aspects. In *Handbook of applied hydrology*. Org. por CHOW, V.T., McGraw-Hill, New York, pp. 6.1-6.30.
- MENOSSE, M.; SILVA-FILHO, M.C.; VINCENTZ, M.C.; VAN SLUYS, M.A.; SOUZA, G.M. (2008). Sugarcane functional genomics: Gene discovery for agronomic trait development. *International Journal of Plant Genomics* (1), pp. 1-11.
- MORAES, J.M.; SCHULER, A.E.; DUNNE, T.; FIGUEIREDO, R.O.; VICTORIA, R.L. (2006). Water storage and runoff process in plinthic soils under forest and pasture in eastern Amazonia. *Hydrological Process* (20), pp. 2509-2526.
- MIRANDA, J.C. (1992). *Interceptação das chuvas pela vegetação e serapilheira nas encostas do maciço da Tijuca, RJ*. 1992. 100 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- MURPHY, C. E.; KNOERR, K. R. (1975). The evaporation of intercepted rainfall from a forest stand: an analysis by simulation. *Water resources research* (11-2), pp. 273-280.
- Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro – RIDESA. *Variedades RB de Cana-de-Açúcar*. São Carlos: UFSCAR. 2008, 31 p.
- RUTTER, A. J. (1968). Water consumption by forests. In *Water deficits and plant growth*. Org. KOZLOWSKI, T. T., Academic Press, New York, pp. 23-84.
- SILVA, C. L. A.; RAMOS, M. M.; FERREIRA, P. A. (1994). Modelagem da precipitação efetiva na cultura de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* (29-6), pp. 929 – 937.
- TEIXEIRA, E.N.; MANTOVANI, E.C.; VIEIRA, G.H.S.; COELHO, M.B.; FERNANDES, A.L.T. (2012). Interceptação de água pelo dossel da cana-de-açúcar. *Irriga* (17-1), pp. 71-84.
- THOMAZ, E.L. Avaliação de interceptação e precipitação interna em capoeira e floresta secundária em Guarapuava-PR. (2005). *Geografia* (14-1).
- TIMONI, J.L. (1992). Alterações nos ciclos naturais: o caso Cubatão. In *Anais do II Congresso Nacional sobre Essências Nativas*, São Paulo, Revista do Instituto Florestal, 4, pp. 743-747.
- UBARANA, V.N. (1996). Observations and modelling of rainfall interception at two experimental sites in Amazônia. *Amazonian deforestation and climate*. p.151-162.
- ÚNICA. (2012). Estimativa da safra 2011/2012. Encontrado em: <<http://unica.com.br/download.asp?mmdCode=9126741B-A822-4B55-9851-2C7019059C5A>>. Acessado em: 08 de jun. 2012.
- VAN DIJK, A.I.J.M.; BRUIJNZEEL, L.A. (2001). Modelling rainfall interception by vegetation of variable density using an adapted analytical model. Part 1. Model description. *Journal of Hydrology* (247), pp. 230–238.
- VIEIRA, D. B. (1982). Avaliação da interceptação hidrológica e o efeito da vinhaça em cana-de-açúcar. Limeira, 1982. 124p. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Engenharia de Limeira, UNICAMP, 1982.