

## QUANTIFICAÇÃO DA INTERCEPTAÇÃO DA CHUVA EM UMA PLANTAÇÃO DE EUCALIPTOS NOVOS

*Martins Filho, F. M.<sup>1</sup>; Lucas, M. C.<sup>2</sup>; Wendland, E.<sup>3</sup>*

### Resumo

Devido à crescente expansão das plantações de eucaliptos no Brasil, a problemática da quantidade de água usada por essas plantações tem sido muito discutida pela comunidade científica e também pelos comitês de bacias hidrográficas. Há necessidade de se entender detalhadamente a dinâmica do balanço hídrico nas plantações de eucaliptos durante os seus estágios de crescimento. A interceptação de água da chuva pelas mudas de eucaliptos é uma importante componente do balanço hídrico, a qual normalmente é apenas estimada nos estudos científicos. O objetivo deste artigo foi quantificar a interceptação da chuva em uma plantação de *Eucalyptus Grandis* com idades entre 2 e 3 anos (jovens). Para a determinação da interceptação foi necessário realizar a quantificação da Precipitação interna ( $P_i$ ) e do Escoamento fustal ( $E_f$ ). Duas diferentes metodologias foram empregadas para a quantificação da precipitação interna na plantação. O valor médio de  $I$  e  $E_f$  foi de 15% e 2% da Precipitação total ( $P_t$ ) sobre a área de estudo. A quantidade de água interceptada pelas plantações de eucaliptos jovens é relevante e deve ser levada em consideração no planejamento e gestão hídrica. Os dados coletados serão úteis para a calibração de simulações computacionais de previsão quantitativa envolvendo o balanço hídrico.

**Palavras-Chave:** Escoamento fustal, Eucalipto, Interceptação.

## QUANTIFYING THE RAINFALL INTERCEPTION IN A YOUNG EUCALYPTUS PLANTATION

### Abstract

Following the expansion of Eucalyptus plantations in Brazil, the water use is one of the most discussed topics by the scientific community and also by the watershed committees. There is a need to understand the various components of the water balance at different ages of the plantations. The rainfall interception by the eucalyptus is an important component of the water balance, but it is normally estimated by the scientific studies. The objective of this article is to quantify the rainfall Interception ( $I$ ) in an Eucalyptus plantation with ages of 2 and 3 years (young trees). To determine the Interception it was needed to quantify the throughfall ( $P_i$ ) and stemflow ( $E_f$ ). Two methodologies were used to quantify the throughfall in the plantation. The average value of  $I$  and  $E_f$  were 15% and 2% of the total Precipitation ( $P_t$ ). The quantity of rainfall interception by the eucalyptus plantation in young ages is relevant and must be considered on the water management and planning. The data collected are useful on the calibration of forecast computational simulation for water balance.

**Key-Words:** Stemflow, Eucalyptus, Throughfall.

<sup>1</sup> Mestrando (CNPq): EESC/USP, Av. Trabalhador São Carlense 400, 13566-590, São Carlos (SP), (16) 3373-8270, [fredmartins@sc.usp.br](mailto:fredmartins@sc.usp.br)

<sup>2</sup> Doutorando (CNPq): EESC/USP, Av. Trabalhador São Carlense 400, 13566-590, São Carlos (SP), (16) 3373-8270, [muriloelucas@gmail.com](mailto:muriloelucas@gmail.com)

<sup>3</sup> Professor Titular: EESC/USP, Av. Trabalhador São Carlense 400, 13566-590, São Carlos (SP), (16) 3373-9541, [ew@sc.usp.br](mailto:ew@sc.usp.br)

## 1. Introdução

O uso da água das chuvas pelas plantações de eucalipto tem sido um assunto delicado e controverso por parte de Organizações não-governamentais (ONGs) e indústrias produtoras de papel e celulose. Para as indústrias atingirem a sustentabilidade da produção necessitam conhecer um pouco mais as necessidades de água e fertilizantes das plantações em cada região, uma vez que estas variam com a geologia local, clima e espécie (Almeida e Soares, 2003).

O melhor entendimento do uso da água pelas plantações de eucalipto se faz necessário, principalmente, devido ao crescimento das áreas plantadas e controvérsias apresentadas pelas ONG's protetoras do meio ambiente. Segundo a ABRAF (2012), no ano de 2011 foi registrado cerca de 5,0 milhões de hectares plantados com eucalipto no Brasil, um aumento de 2,5% em relação ao ano anterior. O Estado de São Paulo, com segunda maior área de plantação de eucalipto do país, contribuiu com 21,2% desse total de plantio. Um dos principais tópicos abordados na discussão dos impactos ambientais causados pelos eucaliptos é a demanda de água necessária para o crescimento das mudas, impedindo que essa água penetre no solo e abasteça o aquífero. Neste sentido, o estudo da interceptação das chuvas por parte das plantações, em áreas de recarga subterrânea do Sistema Aquífero Guarani (SAG) é de grande importância para esclarecer tais polêmicas.

A quantificação das componentes do ciclo hidrológico (Figura 1) permite validar modelos matemáticos de uso da água em diferentes áreas, assim como identificar os efeitos do seu déficit no crescimento das plantações (Almeida *et al.*, 2007). Lima (1976), ao estudar o impacto da interceptação em plantações de eucalipto com 6 anos de idade, concluiu que estas perdas podem chegar a 12,2% da precipitação, ou seja, este valor fica retido na copa das árvores e não atinge o solo; sendo desta parcela 4,2% inerente ao escoamento fustal.

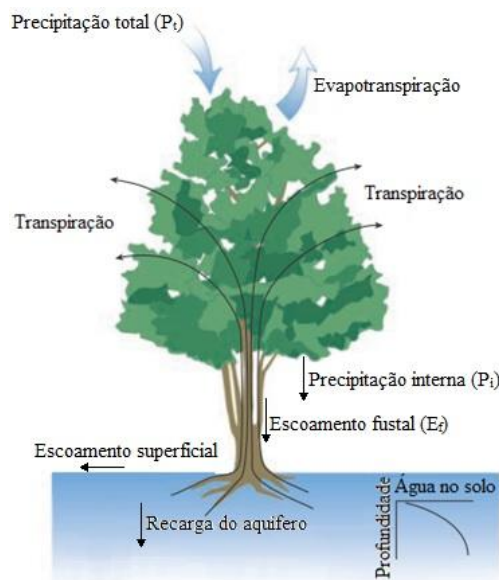


Figura 1 – Componentes do ciclo hidrológico. Fonte: adaptado de Bonan (2008).

O tempo de rotação da colheita varia com a finalidade da produção do eucalipto. Para postes e dormentes, necessitando-se de madeira mais dura e resistente, faz-se a rotação entre 12 e 20 anos. Já

para a indústria de papel e celulose, por necessitar de madeira mais plástica e com fibras moles, a rotação é entre 5 e 7 anos (Queiroz e Barrichello, 2007). Por isso, analisar o uso da água pelo maior tempo possível se faz necessário para melhor entendimento de questões hidrológicas sobre essas plantações de rápido crescimento.

Algumas definições das componentes do balanço hídrico devem ser expostas, para o cálculo da Interceptação (I). A Precipitação total ( $P_t$ ) é a medida em local aberto, neste caso nas estações meteorológicas próximas ao experimento. A Precipitação interna ( $P_i$ ) é a chuva que atinge o solo em forma de gotejamento. O Escoamento fustal ( $E_f$ ), ou Escoamento pelo tronco, é a água da chuva que atinge o solo escoando pelos troncos das árvores.

O objetivo principal deste trabalho foi quantificar a interceptação de água da chuva em uma área de plantação de *Eucalyptus Grandis* com idades entre 2 e 3 anos. A determinação da interceptação em povoamentos de florestas homogêneas, como é o caso das plantações de eucaliptos, representa um importante subsídio para a elaboração de normas de manejo desses tipos florestais exóticos (Lima, 1976).

## 2. Descrição da Área de Estudo

A área de estudo (Figura 2) está localizada na bacia hidrográfica do Ribeirão da Onça, no município de Brotas-SP, ao centro-leste do Estado de São Paulo, entre os paralelos 22°10' e 22°15' de latitude sul e entre os meridianos 47°55' e 48°00' de longitude oeste. Uma característica importante dessa bacia é situar-se inteiramente em área de afloramento do SAG. O aparato experimental foi instalado em uma área de 45 ha com plantação de *Eucalyptus Grandis*. As mudas de eucaliptos dessa área foram plantadas em novembro de 2010, utilizando um espaçamento de 2,5 x 3,5 m.

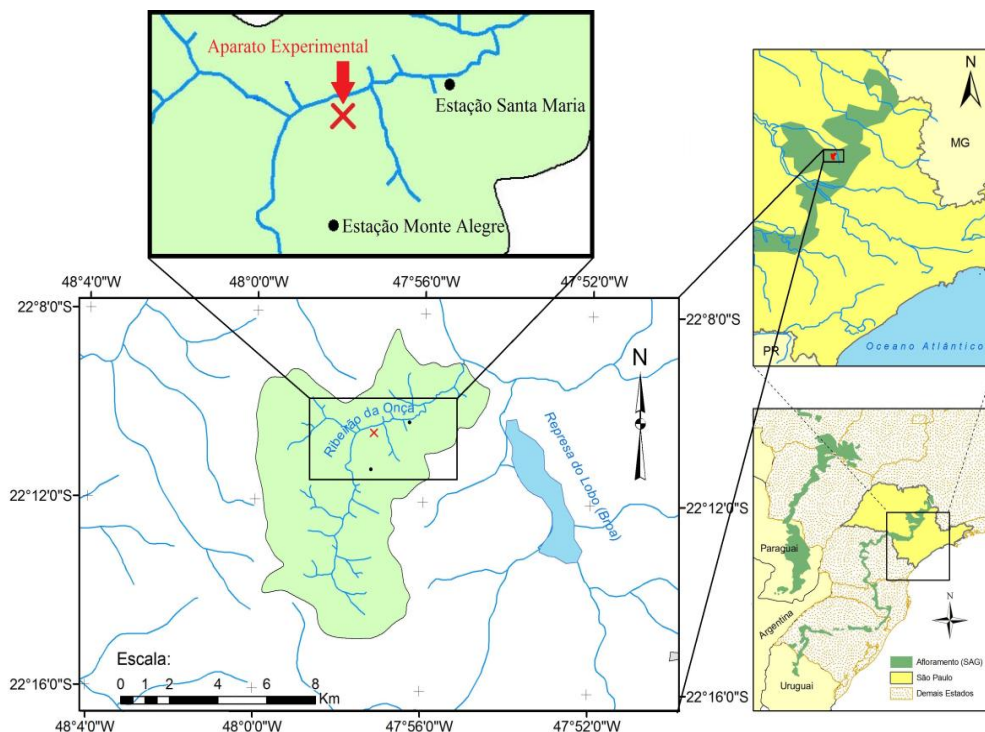


Figura 2 – Localização da instalação experimental. Fonte: adaptado de Lucas *et al.* (2012).

### 3. Materiais e Métodos

#### 3.1 Dados de Precipitação total

Os dados de quantidade de precipitação foram coletados a partir de duas estações meteorológicas automáticas (marca Campbell) localizadas próximas ao aparato experimental. As estações meteorológicas Monte Alegre e Santa Maria (Figura 2) distam 1,5 e 1,3 km, respectivamente, do local de instalação do aparato experimental. Apesar da proximidade dessas estações em relação ao aparato experimental, verificou-se uma grande variabilidade de quantidade de chuva (cerca de 50% de variação entre as estações meteorológicas), principalmente entre Fevereiro e Abril. Com o objetivo de representar adequadamente a quantidade de chuva no aparato experimental, realizou-se uma interpolação com o peso do inverso da distância (ou IDW – *Inverse Distance Weighting*) com expoente 1, dos dados de precipitação total obtidos das referidas estações.

#### 3.2 Escoamento fustal

Para a quantificação do Escoamento fustal foram instaladas dez calhas coletoras nos troncos dos eucaliptos, em alturas entre 1,0 e 1,5 m do chão. Para quantificar o Escoamento fustal considerando as diferentes taxas de crescimento dos eucaliptos, procurou-se instalar as calhas em troncos que possuísem diferentes Diâmetros à Altura do Peito (DAPs). Essas calhas foram confeccionadas em forma helicoidal usando uma fita adesiva maleável – utilizada comumente para impermeabilização de forros e telhas em aço galvanizado. Essas calhas aderiram adequadamente ao tronco dos eucaliptos, mostrando-se eficientes para o propósito em questão. Na base de cada calha, foi instalada uma mangueira que conduzia a água de escoamento fustal para dentro de um galão com capacidade de 30 Litros (Figura 3).

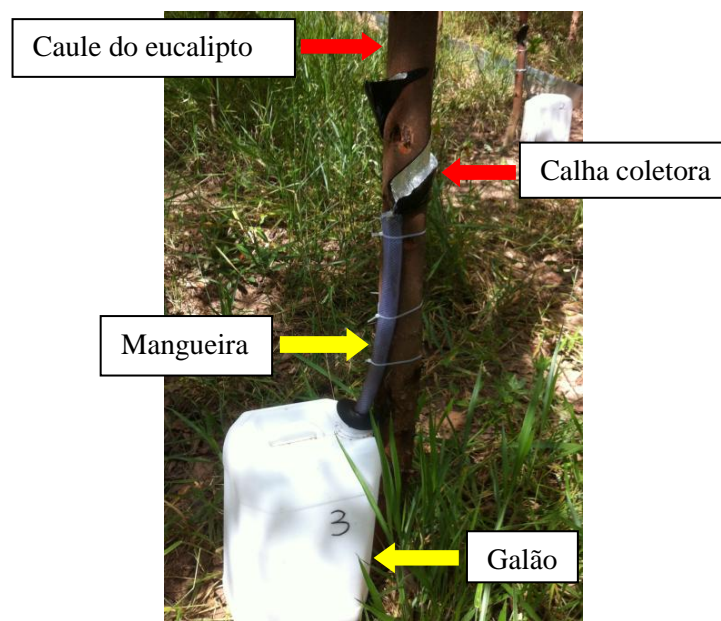


Figura 3 – Coletor de Escoamento fustal. Fonte: acervo pessoal, fotografada em 25/03/2013.

O volume de água dentro de cada galão foi coletado após cada evento de precipitação.



Apesar de todas as mudas terem sido plantadas na mesma época e serem clones umas das outras, cada uma teve um ritmo de crescimento diferente. Por isso, se fez necessária a medida da área de cobertura de cada muda num intervalo de três em três meses. Tratando-se de uma plantação com 2 anos e que ainda não teve sua cobertura vegetal completamente fechada, a medida da área foi realizada assumindo-se a copa da árvore circular e o raio sendo a média de duas medidas em direções distintas. A parcela de  $E_f$  no cálculo da interceptação foi obtida a partir do volume de água coletado dentro do galão, dividido pela área de influência da respectiva muda, obtendo, portanto, este valor em termos de altura de lâmina d'água (mm).

### 3.3 Precipitação interna

Para a coleta da precipitação que atinge o solo (Precipitação interna), foram instalados cinco pluviômetros e cinco calhas de interceptação, de maneira aleatória, de modo a se obter valores de  $P_i$  em diferentes pontos espaciais dentro da plantação.

As calhas de interceptação foram confeccionadas com aço galvanizado e fixadas a uma altura de 30 cm em relação ao solo. Essas calhas possuem dimensões iguais a 12 cm (largura) x 5 metros (comprimento), totalizando uma área de captação de 0,6 m<sup>2</sup>. Estas direcionam a água para um galão de 60 L, semienterrado no solo. Os pluviômetros foram instalados a 1,5 metros de altura em relação ao solo, têm topo circular com diâmetro de 21 cm, proporcionando uma área de captação de 0,0346 m<sup>2</sup>. Estes pluviômetros são similares ao do tipo *Ville ae Paris*, tendo em suas bases galões de 5 Litros (Figura 4).



Figura 4 – Precipitação interna: (a) Calha coletora e (b) Pluviômetro. Fonte: acervo Pessoal, fotografada em 25/03/2013.

A parcela de Interceptação é o resultado da diferença entre a quantidade de precipitação que atinge a copa das árvores, subtraída pela parcela que atinge o solo e escoa pelo tronco (Equação 1):

$$I = P_t - (P_i + E_f) \quad (1)$$

Para efeito de comparação com as outras componentes do balanço hídrico, tem-se a Interceptação em forma de porcentagem (Equação 2):

$$I = \left( 1 - \frac{(P_i + E_f)}{P_t} \right) \times 100 \quad (2)$$

## 4. Resultados e Discussões

Foram analisados os resultados referentes a 13 coletas de eventos individuais de precipitação (Tabela 1).

Tabela 1 – Precipitação total, Precipitação interna, e Escoamento fustal.

PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm)	PRECIP. INTERNA - CALHA (mm)	PRECIP. INTERNA - PLUVIÔMETRO (mm)	ESCOAMENTO FUSTAL (mm)
3,31	1,16	0,97	0,01
16,04	13,73	13,00	0,35
21,98	17,85	17,78	0,36
25,22	20,53	19,78	0,33
25,43	21,50	21,31	0,62
26,04	22,99	23,31	0,57
27,23	20,88	19,05	0,74
27,64	21,74	23,15	0,59
31,98	28,25	28,83	0,70
33,45	30,88	29,46	1,05
34,59	29,97	28,31	1,01
36,76	31,36	32,30	0,98
57,14	51,32	48,72	1,14

Foi observado que a Intercepção (I) das chuvas pelos eucaliptos varia inversamente com a quantidade de precipitação total do evento. Na Figura 5, são comparados os dados de intercepção com os de precipitação total.

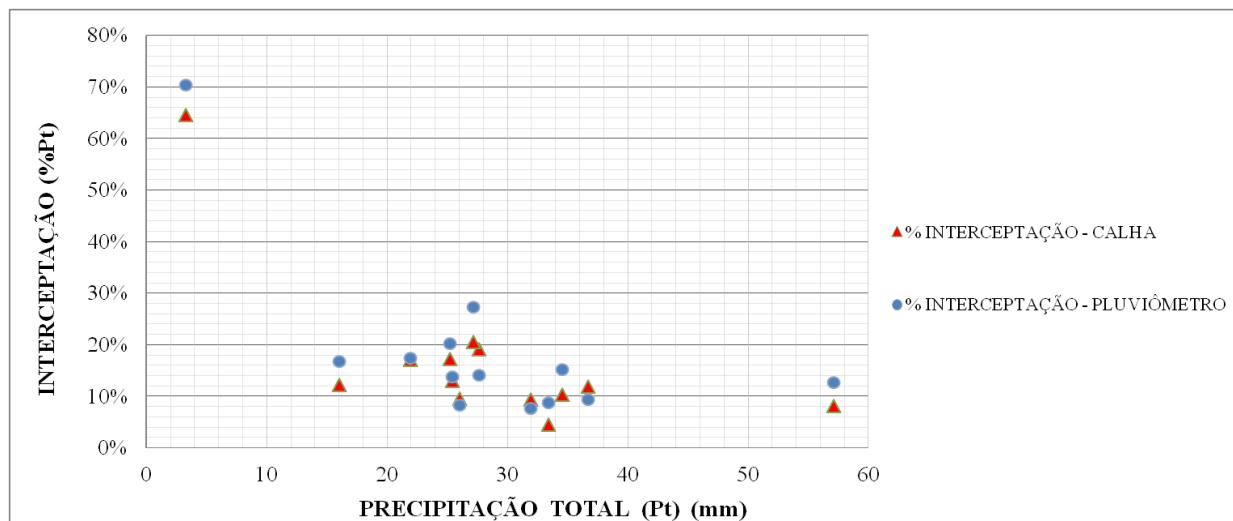


Figura 5 – Relação entre a Precipitação total e a Intercepção. Os resultados de intercepção foram obtidos usando as duas metodologias de coleta de precipitação interna: calhas e pluviômetros.

Analisando os dados da Figura 5, observa-se uma diferença entre os dados de  $P_i$  coletados a partir das calhas e dos pluviômetros. Uma possível explicação para a diferença entre os dados é a área de coleta de cada metodologia, sendo as calhas de aço galvanizado mais representativas por terem uma área 17 vezes maior que os pluviômetros. Apesar disso, a discrepância entre todos os dados de  $P_i$ , de

cada uma das chuvas coletadas foi, em todos os casos, menor que 9,0%. A Intercepção calculada a partir das calhas foi de 14,13% e a partir dos pluviômetros 16,29%. Neste caso, a Intercepção média foi de 15,21%. Por ter havido apenas 1 evento de precipitação com menos de 5 mm, o valor da intercepção 70% pode ser classificado como não representativo do total, podendo ser desprezado.

Um dado relevante no cálculo da Intercepção (I) é o Escoamento fustal ( $E_f$ ), que nos eventos de maior precipitação chegou a representar até 3,13% do valor de  $P_t$  e 3,58% da parcela de água que atingiu o solo. A Figura 6 apresenta os dados de acordo com a Precipitação total ( $P_t$ ). Apesar de serem valores absolutos pequenos (entre 0,4 e 1,5 mm), o volume coletado no experimento foi relativamente elevado (entre 1,0 e 15,0 Litros). Novamente, para o valor de  $P_t < 5$  mm, tem-se  $E_f$  não representativo.

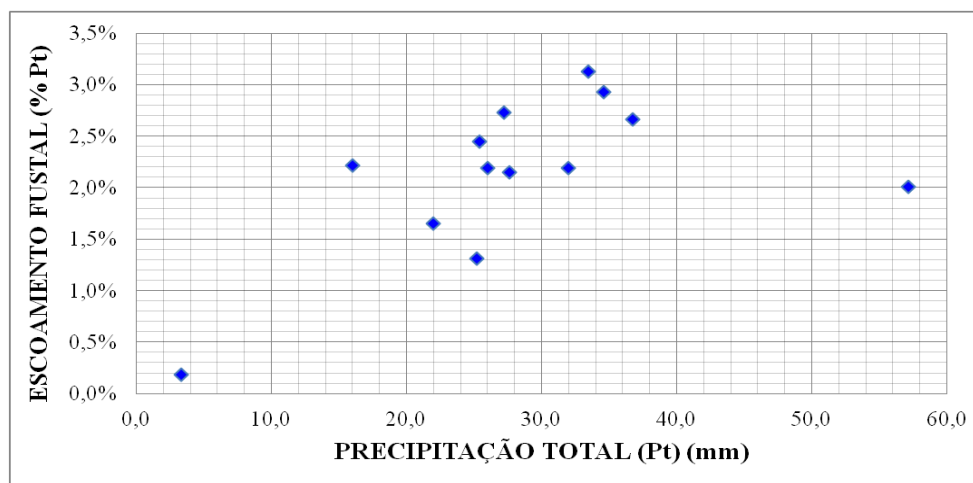


Figura 6 – Relação entre a Precipitação Total e o Escoamento fustal.

O Escoamento fustal é variável não apenas em relação à quantidade de precipitação, mas também em relação ao DAP do tronco, altura da muda, quantidade de folhas e área de influência de sua copa (Helvey e Patric *apud* Lima, 1976). Após todos os eventos de precipitação coletados, foi verificado que existe uma relação entre o DAP e o  $E_f$ , segundo a Figura 7.

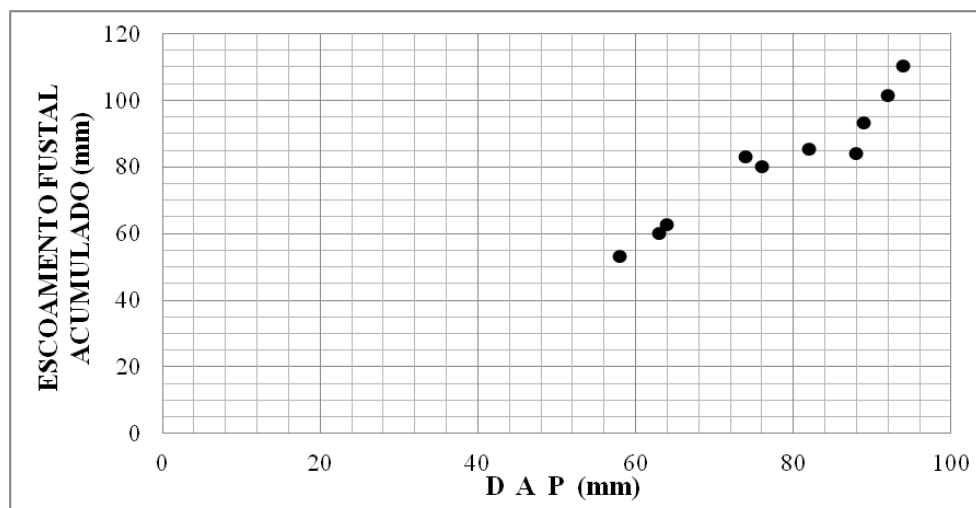


Figura 7 – Relação entre o DAP e o Escoamento fustal acumulado.

Pode-se verificar a partir da análise da Figura 7 que quanto maior o DAP, maior o valor de  $E_f$  acumulado de todas as precipitações coletadas.

## 5. Conclusão

Interceptação 15 % de  $P_t$ .  
Escoamento fustal 1,5 a 3,0 % de  $P_t$ .  
Escoamento fustal = f (DAP).

A interceptação da precipitação em plantações de eucalipto, ainda em idades jovens, se mostra relevante na composição do balanço hídrico, não devendo ser estimada ou descartada. Além disso, deve-se atentar para o valor do escoamento fustal que não pode ser desprezado a fim de melhor quantificar a água que atinge o solo.

## REFERÊNCIAS

- ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (2012). *Anuário Estatístico da ABRAF 2012 – ano base 2011*. Brasília.
- Almeida, A. C. & Soares, J. V. (2003). Comparação entre o uso de água em plantações de *Eucalyptus Grandis* e floresta ombrófila densa (Mata Atlântica) na costa leste do Brasil. *Revista Árvore* 27, p. 159-170.
- Almeida, A. C.; Sales, J. V.; Landsberg, J. J.; Rezende, G. D. (2007). Growth and water balance of *Eucalyptus Grandis* hybrid plantation in Brazil during a rotation for pulp production. *Forest Ecology and Management* 251, p. 10-21.
- Bonan, G.B. (2008). Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science* 320, p.1444-1449.
- Queiroz, L. R. S. & Barrichello, L. E. G. (2007). O Eucalipto: Um século no Brasil – 1908-2008. 1ª edição. Antônio Belline. Duratex. São Paulo.
- Lima, W. P. (1976). Interceptação da Chuva em Povoamentos de Eucalipto e de Pinheiro. *IPEF*, 13, p. 75-90.
- Lucas, M. C.; Guanabara, R. C.; Wendland, E. (2012). Estimativa de Recarga Subterrânea em Área de Afloramento do Sistema Aquífero Guarani. *Boletín Geológico y Minero*, 123 (3) p. 311-323.