



**XV Encontro de Iniciação Científica  
XI Mostra de Pós-graduação  
V Seminário de Extensão  
II Seminário de Docência Universitária**

**18 a 22 de outubro de 2010**

**DESAFIOS DO SABER PARA UMA NOVA  
SOCIEDADE**

**MCB0463**

**CONTRIBUIÇÃO DO CONSÓRCIO PINHÃO MANSO-  
BRAQUIÁRIA AO MELHORAMENTO DA DINÂMICA  
HIDRÁULICA DO SOLO**

WILLIAN JOSÉ FERREIRA  
MARCELO DOS SANTOS TARGA  
GEBERSON RICARDO DE PAULA  
CRISTINA MARIA DE CASTRO  
ANTONIO CARLOS PRIES DEVIDE  
**will.ferreira@hotmail.com**  
MESTRADO - CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

**ORIENTADOR(A)**  
GETULIO TEIXEIRA BATISTA  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

# CONTRIBUIÇÃO DO CONSÓRCIO PINHÃO MANSO-BRAQUIÁRIA AO MELHORAMENTO DA DINÂMICA HIDRÁULICA DO SOLO

Willian José Ferreira<sup>1</sup>, Marcelo dos Santos Targa<sup>1</sup>, Geberson Ricardo de Paula<sup>1</sup>,  
Cristina Maria de Castro<sup>2</sup>, Antônio Carlos Pries Devede<sup>2</sup> e Getulio Teixeira Batista  
(orientador)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Taubaté. Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais.

<sup>2</sup>APTA - Associação Paulista de Tecnologia dos Agronegócios/Setor de  
Fitotecnia.

## 1. Introdução

A cadeia produtiva dos biocombustíveis, por meio do biodiesel, tem despertado o interesse de diferentes setores no Vale do Paraíba. As indagações acerca de um futuro com energia sustentável motivam a busca por novas fontes energéticas.

Devido ao percentual de óleo contido em suas sementes, por não ser comestível por seres humanos ou animais e apresentar um importante potencial para os processos que envolvem a agricultura familiar, o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) aparece como possível matéria-prima que poderá abastecer a produção do biodiesel no país.

O pinhão manso é uma planta arbustiva e perene que apresenta forte resistência à seca, se adaptando em condições ambientais diversificadas e solos de baixa fertilidade (PEIXOTO, 1973; CASTRO et al., 2008). Cotado a recuperar terras degradadas, a possibilidade de expandir seu cultivo sem a necessidade de abrir novas áreas se torna muito atrativa e a informação de como a espécie utiliza a água no solo surge como uma importante ferramenta no melhoramento dos solos no Vale do Paraíba. Braga Jr. e Conejo (1983) enfatizam que o entendimento da dinâmica hidráulica dos solos é um atributo essencial ao entendimento de estratégias que direcionarão as ações de mudança no uso da terra.

Isoladamente, a propriedade que melhor reflete as condições físicas gerais de um solo é a taxa de infiltração de água (CABEDA, 1984) e a redução dessa capacidade de infiltração em um solo aparece como um dos principais impactos associados às modificações em seu uso e manejo (GROVE et al. 1998 *apud* AGUIAR et al., 2007 e RODRIGUES JR. et al., 2008).

## 2. Objetivo

Neste trabalho, foi determinada a taxa de infiltração de água no solo e estimado o escoamento superficial através do cálculo do balanço hídrico simplificado em áreas de cultivo de pinhão manso consorciado a braquiária.

### **3. Metodologia**

A área experimental está localizada no bairro do Registro em Taubaté/SP, centrada nas coordenadas 23°08'S, 45°28'O, e a 550m de altitude. A classificação de Köppen aponta a região com clima mesotérmico (Cwa), com inverno seco e estação chuvosa no verão. A temperatura média anual de 23 °C (CASTRO et al., 2006).

A APTA promove um experimento com pinhão manso em uma área de 2 ha, atualmente com 3 anos de idade e plantio feito no espaçamento 4 x 3 m. O tratamento em estudo foi o pinhão manso consorciado à braquiária (*Brachiaria brizantha*), forrageira extensivamente utilizada como pastagem no Vale do Paraíba.

O solo em que foi instalado o experimento apresenta textura franco argilo arenosa, densidade média na camada entre 0-10 cm de 1,34 g/cm<sup>3</sup> e porosidade total de 50%. As medidas de infiltração de água no solo foram tomadas em dezembro de 2009 em locais escolhidos aleatoriamente na área de plantio.

A infiltração de água foi determinada pelo método do infiltrômetro de anéis concêntricos, segundo Bernardo et al. (2008). Foram realizados três testes e utilizado seu valor médio, com o tempo de infiltração uniformizado para 90 minutos. A seguir, procedeu-se a regressão linear das medidas para ajustá-las ao modelo proposto por Kostiakov (1932) *apud* Carvalho et al. (2009). Utilizando-se o aplicativo Bioestat 5.0 (AYRES et al., 2007) os resultados foram submetidos à análise de variância, considerando o teste de Tukey ( $\alpha= 5\%$ ).

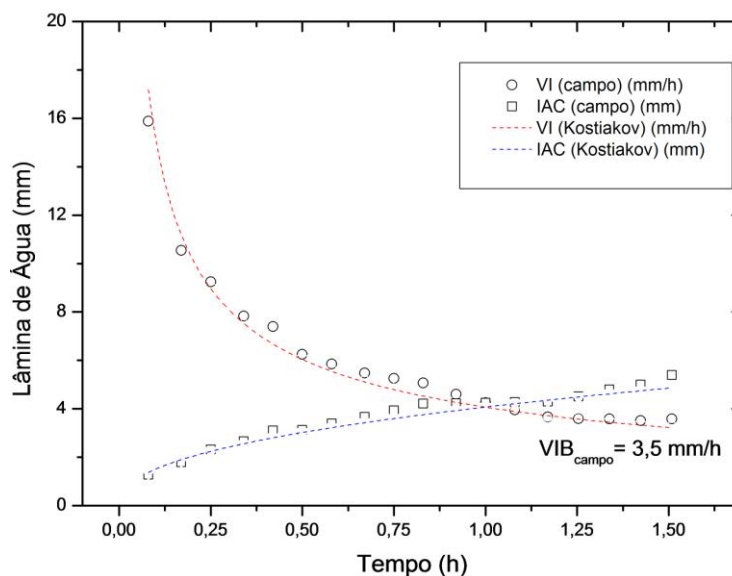
Os dados de pluviometria e evapotranspiração foram obtidos a partir de informações da estação meteorológica de São Luiz do Paraitinga/SP (23°13'S, 45°25'W, 870 m), posto de monitoramento mais próximo do local do experimento (PAULA e FISCH, 2010).

A partir dos dados meteorológicos e de infiltração foi calculado o escoamento superficial do terreno e, em seguida, determinado o balanço hídrico da área, uma função que envolveu a precipitação, a evapotranspiração e a infiltração de água no solo, conforme descrito por Romera e Silva (2003) *apud* Batista et al. (2005).

### **4. Resultados e Discussão**

#### 4.1. Valores da taxa de infiltração de água

O resultado da determinação da velocidade de infiltração (VI) e da infiltração acumulada (IAC) em cultivos de pinhão manso consorciado com braquiária, bem como o modelamento desses dados segundo Kostiakov (1932), é apresentado na **Figura 1**.



**Figura 1.** Velocidade de Infiltração (VI) e Infiltração Acumulada (IAC) em solo cultivado com pinhão manso consorciado com braquiária

Os dados apresentaram uma alta correlação e as equações obtidas em campo e no ajuste dos resultados são encontradas na **Tabela 1**.

**Tabela 1.** Dados de campo e modelo associados ao sistema pinhão manso-braquiária.

	IAC (mm)	VI (mm/h)	R <sup>2</sup>
Campo	$IAC = 4.3 \times t^{0.44}$	$VI = 4.4 \times t^{-0.51}$	0,98
Kostiakov	$IAC = 4.1 \times t^{0.43}$	$VI = 4.1 \times t^{-0.57}$	1

#### 4.2. Dados meteorológicos e a estimativa do escoamento superficial

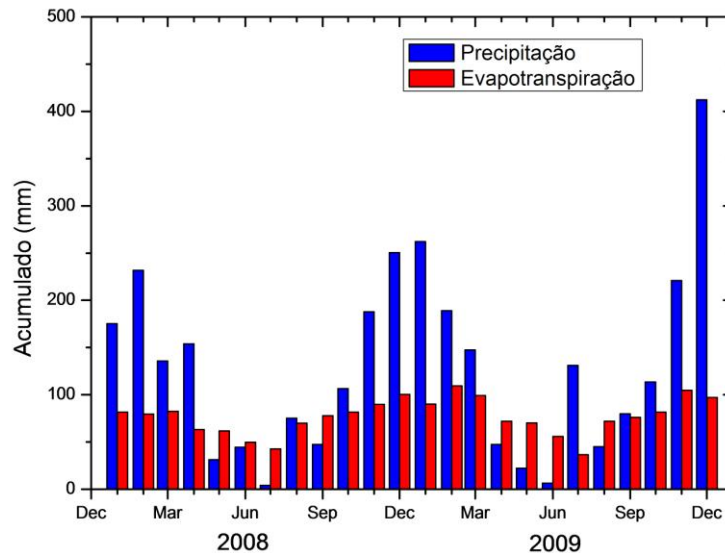
Os dados de monitoramento apresentados por Fisch (1995; 1999) ilustram as características regionais de inverno seco e verão chuvoso na região (**Figura 2**).

Paula e Fisch (2010) mostram como 1560 mm a média da precipitação acumulada entre os anos de 2008 e 2009 e 923 mm a evapotranspiração média para o mesmo período. O total precipitado no último trimestre de 2009 foi cerca de 45% da precipitação verificada no ano. De acordo com estes dados, observadas as médias, houve um superávit médio de aproximadamente 635 mm de lâmina de água.

Romera e Silva (2003) propõe a equação (1) como forma simplificada para o cálculo do balanço hídrico de determinada região, onde Pp – precipitação acumulada, Ev – evapotranspiração, In – infiltração de água e Es – escoamento superficial. Segundo

o autor, o balanço pode ser classificado como positivo ou negativo, quanto da verificação de excesso, déficit ou escassez de água para determinado período.

$$P_p - E_v - I_n = E_s \quad (1)$$



**Figura 2.** Precipitação acumulada e evapotranspiração para os anos de 2008 e 2009 em São Luiz do Paraitinga/SP, adaptado de Paula e Fisch (2010).

Ao serem considerados os dados de chuva e de evapotranspiração somente de dezembro/2009, período de realização do experimento e de maior precipitação no ano, onde  $P_p = 412$  mm e  $E_v = 97$  mm, se pode observar que a quantidade de água que infiltra no solo e/ou escorre superficialmente pelo terreno durante o período corresponde a 315 mm

Neste processo é importante ressaltar que a infiltração de água no solo somente ocorrerá até que a taxa determinada pela Velocidade de Infiltração Básica (VIB) seja alcançada, valor máximo que o solo consegue infiltrar quando está saturado. Intensidades maiores de precipitação ocasionarão no escoamento superficial do excedente.

Quando se observa o número de horas em que houve determinada precipitação verifica-se que em 80% horas do mês não foram registradas chuvas. Em 115 horas a intensidade de chuva foi menor ou igual a 3,5 mm/h, ao passo que nas 37 horas restantes, não necessariamente consecutivas, ocorreram os fenômenos de infiltração e escoamento superficial simultaneamente. Por meio desta distribuição foram determinados os valores excedentes da precipitação em relação a VIB, o escoamento superficial ( $E_s = 170,5$  mm).

### 4.3. Determinação do balanço hídrico simplificado

Considerando a evapotranspiração muito pequena durante a ocorrência das chuvas, teremos  $E_v$  tendendo a zero na equação (1), sobretudo se tratarmos de chuvas intensas. Entretanto, este cálculo do balanço hídrico deve contemplar a evapotranspiração determinada por Paula e Fisch (2010) e, para ajustá-lo um modelo mais próximo do real a evapotranspiração deve ser calculada por hora, tal como foi realizada para a distribuição da intensidade de precipitação. A fim de pormenorizar essa questão foi utilizado o valor correspondente a sua média horária,  $E_{v_{média}} = 0,13$  mm/h, validada por ser tratar de um cálculo simplificado e por não comprometer a estrutura final dos dados.

Dos valores de intensidade de precipitação foi subtraída a  $E_{v_{média}}$ , considerando o mesmo número de eventos no mês. A diferença entre este valor calculado e o precipitado excedente das horas com  $VIB > 3,5$  mm/h resultará na parcela de água que infiltra simultaneamente àquela que escorre pelo terreno.

Logo, a infiltração acumulada no mês, soma da infiltração direta com a infiltração concomitante ao escoamento superficial, totaliza 144,5 mm, fechando o balanço hídrico da área, conforme a equação (1\*) adaptada:

$$\mathbf{Pp (412,2\ mm) - Ev (97,2\ mm) - In (144,5\ mm) = Es (170,5\ mm)}$$

(1\*)

### 5. Conclusão

O estudo da dinâmica hidráulica em áreas de cultivo de pinhão manso é fundamental para se estimar o melhoramento dos atributos físicos desses solos, esperado com a introdução dessa cultura em áreas de pastagem. Tais pesquisas poderão resultar na reabilitação de áreas de baixa fertilidade e, a médio e longo prazo, poderá torná-las produtivas para outras culturas agrícolas.

Diante dos valores apresentados no balanço hídrico foi averiguado que, para a precipitação ocorrida no mês de dezembro de 2009, o sistema pinhão manso-braquiária foi capaz de infiltrar 35% da água no solo e cerca de 40% escorreram superficialmente. O estudo é preliminar e há necessidade de avaliar o balanço hídrico climatológico de maneira integral.

Embora a taxa de infiltração de água apresente valores diminutos ao solo com a oleaginosa cultivada junto à braquiária, é preciso considerar que a forrageira ocorre em

toda a região e, ainda, será importante mantê-la e não deixar o solo desprotegido. Vale ressaltar que a introdução do pinhão manso à cultura regional deve ocorrer nas áreas degradadas a fim de que possa atuar diretamente nos processos relacionados a qualidade da estrutura e estabilidade do solo.

## 6. Agradecimentos

Agradecimento ao apoio financeiro do CNPq Projeto 480990/2007-2 e aos engenheiros Caio Rodrigues Jr, Marcelo G. da Silva e Joelder L. de Oliveira, pelo auxílio nas medições de campo.

## 7. Referências

- AGUIAR, L. S. G.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; Escoamento superficial na bacia hidrográfica do Ribeirão Itaim. **Revista Ambi-Água**, Taubaté, v.2, n.1, 2007, p.44-56.
- AYRES, M; AYRES JR, M; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat 5.0: aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas**. 5th ed. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - IDSM/MCT/CNPq, Belém, 2007, 364p.
- BATISTA, G. T.; FORTES NETO, P.; DIAS, N. W.; TARGA, M. S. ; OLIVEIRA, L. A. M. Educação Ambiental voltada para Recursos Hídricos: Um Estudo de Caso. **Repositório Eletrônico Ciências Agrárias**, 2005, p.1-20.
- BERNARDO, S; SOARES, A. A. & MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 2008. 8 ed. Cap.1, p.15-44.
- BRAGA JR, B. P.; CONEJO, J. G. L. Simulação digital do ciclo hidrológico através do “Stanford Watershed Model IV”. In: **Hidrologia Dinâmica: curso de engenharia hidrológica**. São Paulo: EPUSP/DAEE/ABRH, 1983, v.1, p. B1-B23.
- CABEDA, M.S.V. Degradação física e erosão do solo. In: Simpósio de manejo do solo e plantio direto no sul do Brasil. In: I Simpósio de conservação do solo do planalto. **Anais...** PIUCS e UPF - Faculdade de Agronomia, Passo Fundo, 1984. p.28-33.
- CARVALHO, J. F.; PINHEIRO, L. C.; ALBUQUERQUE, F. da S.; POSSAS, J. M. C.; PEREIRA JUNIOR, C. C.; JESUS, C. G.; Silva, E. F. F. Avaliação da infiltração da água no solo pelo método do infiltrômetro de anel com carga variável e pelo modelo de Kostiaikov. In: IV Jornada de Ensino Pesquisa e Extensão de UFRPE - Semana Nacional de Ciência e Tecnologia. **Anais...** Recife, 2009, p.1-3.
- CASTRO, A. G.; CARVALHO, C. M.; CÂNDIDO, D. M. **Avaliação da germinação em viveiro da espécie *Jatropha Curcas L.* (pinhão manso) de distintas procedências**. Instituto Florestal de Taubaté. Taubaté, 2006, p.1-5.
- CASTRO, C. M; DEVIDE, A. C. P.; ANACLETO, A. H. Avaliação de acessos de Pinhão Manso em sistema de Agricultura Familiar. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária** (On line), Dez/2008, p.41-49. Disponível em <[www.apta.sp.gov.br](http://www.apta.sp.gov.br)>. 2008. Acesso em 20/09/2009.
- FISCH, G. Caracterização Climática e Balanço Hídrico de Taubaté (SP). **Biociências - Revista da Universidade de Taubaté**, v. 1, n. 1, 1995, p. 81-90.
- FISCH, G. Distribuição da Precipitação em Taubaté, Vale do Paraíba (SP). **Biociências - Revista da Universidade de Taubaté**, v.5, n.2, 1999, p. 7-11.
- GROVE, M.; HARBOR, J.; ENGEL, B. Composite vs. Distributed Curve Numbers: Effects on estimates of storm runoff depth. **Journal of the American Water Resources Association**. v.34, n.5, 1998, p.1015-1023.

KOSTIAKOV, A. N. On the dynamics of the coefficient of water - percolation in soils and on the necessity for studying it from a dynamic point of view for purposes of ameliation. **Trans. 6th Comm. Intern. Soc. Soil Sci.**, Moscou, Part A., 1932, p.17-21.

PAULA, G. R.; FISCH, G. Estimativa da participação do cultivo de Eucalyptus no Ciclo Hidrológico através da Precipitação e Evapotranspiração, no Município de São Luiz do Paraitinga/SP, nos anos de 2008 e 2009. In: ERGTAU II - Encontro Regional de Geografia. **Anais...** São Luiz do Paraitinga, 2010, p.1-1.

PEIXOTO, A. R. **Plantas oleaginosas arbóreas**. Ed. Nobel, São Paulo, 1973. 284p.

RODRIGUES JR, C.; TARGA, M. S; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Florestamento compensatório com vistas à retenção de água no solo da bacia hidrográfica do Ribeirão Itaim, Taubaté, SP. In: I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico. **Anais...** Taubaté, 2007, p.67-73.

ROMERA E SILVA, P. A. **Água: quem vive sem?** FCTH/CT-Hidro. 2ª edição. São Paulo, 2003, 136p.