

## Infiltração de água em um Latossolo cultivado com eucalipto e fertilizado com composto orgânico e adubação mineral <sup>(1)</sup>.

**Laura Britto Garcia de Oliveira<sup>(2)</sup>; Marlene Cristina Alves<sup>(3)</sup>; Ligia Maria Lucas Videira<sup>(4)</sup>; Carolina dos Santos Batista Bonini<sup>(5)</sup>; Sebastião Nilce Souto Filho<sup>(6)</sup>; Tatiana Nishida Máximo da Cruz<sup>(7)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado por bolsista de iniciação científica do CNPq.

<sup>(2)</sup> Estudante; Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (FE/UNESP); Ilha Solteira, SP; laura.bgoliveira@gmail.com; <sup>(3)</sup> Professora Titular; FE/UNESP; Ilha Solteira, SP; mcalthes@agr.feis.unesp.br;

<sup>(4)</sup> Estudante; FE/UNESP; Ilha Solteira, SP; ligiavideira@hotmail.com; <sup>(5)</sup> Professora Doutora; FE/UNESP; Ilha Solteira, SP; carolbatistabonini@hotmail.com; <sup>(6)</sup> Estudante; FE/UNESP; Ilha Solteira, SP; sebastiaosouto87@gmail.com;

<sup>(7)</sup> Estudante; FE/UNESP; Ilha Solteira, SP; Tatiana.nishida@gmail.com

**RESUMO:** Com a evolução dos processos industriais tem como problema a geração de resíduos como subproduto. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de um composto orgânico, advindo de resíduos da extração da celulose, na qualidade física de um solo cultivado com duas espécies florestais. O experimento foi implantado em 2010, em um Latossolo Vermelho distrófico no município de Selvíria, MS. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, e cinco tratamentos: sem adubação (controle), adubação mineral, 10 t ha<sup>-1</sup>, 15 t ha<sup>-1</sup> e 20 t ha<sup>-1</sup> do composto de resíduo celulósico. Foi analisada a taxa de infiltração de água no solo como indicador físico da sua qualidade. Os resultados foram analisados efetuando-se a análise de variância e teste de Tukey para comparação de médias. O composto de resíduo celulósico após dois anos de sua aplicação não influencia a taxa de infiltração de água do Latossolo estudado.

**Termos de indexação:** Qualidade do solo, estrutura do solo, matéria orgânica.

De acordo com Doran & Parkin (1994), entre as propriedades físicas propostas como indicadores básicos na avaliação da qualidade do solo incluem-se a densidade e a taxa de infiltração de água no solo. Segundo Alves & Cabeda (1999), a infiltração de água é um dos fenômenos que melhor refletem as condições físicas internas do solo, pois uma boa qualidade estrutural leva a uma distribuição de tamanho de poros favorável ao crescimento de raízes e à capacidade de infiltração de água no solo. Com relação à densidade do solo, quando ocorre a degradação de sua estrutura, o efeito imediato é no seu aumento, acarretando a redução da macroporosidade. Alves (1992), Anjos et al. (1994) e Veiga et al. (1994) observaram, em solos degradados, que há relação inversa entre densidade do solo e porosidade total.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de um composto orgânico, advindo de resíduos da extração da celulose, na qualidade física de um solo cultivado com duas espécies florestais, o *Eucalyptus urograndis* e a *Mabea fistulifera*.

### INTRODUÇÃO

Com a crescente produção de papel e celulose e a busca constante pela obtenção de qualidade dos produtos, as indústrias desse setor têm gerado, diariamente, grande quantidade de resíduos sólidos e efluentes, o que tem se constituído numa grande preocupação ambiental e econômica (Rodrigues, 2004).

A presença de nutrientes na composição dos resíduos permite o uso como fertilizantes, além de serem reaproveitados como corretivos de acidez do solo. Ainda, o reaproveitamento desses resíduos minimiza os impactos econômicos e ambientais da disposição final de seus componentes (Trigueiro, 2006).

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em 2010, na Fazenda de Ensino e Pesquisa, da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira (UNESP), localizada no município de Selvíria, MS, à margem direita do rio Paraná. A área encontra-se entre as coordenadas geográficas de 51 ° 22' de longitude oeste de Greenwich e 20 ° 22' de latitude sul, a 327 m de altitude, e apresenta médias anuais de: precipitação pluvial, 1.370 mm; temperatura, 23,5 °C; e umidade relativa do ar, entre 70 e 80 %. O tipo climático, segundo Köppen, é Aw (clima tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno). O relevo é suave a plano e o solo é um Latossolo Vermelho

distrófico (Demattê, 1980; EMBRAPA, 2006), muito profunda textura média (200–350 g kg<sup>-1</sup> de argila). Sua fração argila é de baixa atividade e constituída por gibbsita e caulinita.

Anteriormente a instalação do experimento, realizou-se a caracterização da área e classificação do solo a partir de novembro de 2009, onde as informações obtidas foram imprescindíveis para a recomendação de adubação e manejos.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com 5 tratamentos e 4 repetições, onde cada espécie foi tratada como um experimento distinto com as mesmas dimensões e manejo.

As espécies utilizadas foram representadas pelos plantios do híbrido *Eucalyptus* spp. (*E. urophylla* x *E. grandis*) (eucalipto – espécie exótica) e *Mabea fistulifera* (canudo de pito - espécie nativa). Os tratamentos estudados foram: D0 – sem adubação; Min - adubação mineral de acordo com a necessidade da cultura; D10 – adubação com composto de acordo com a necessidade da cultura com 10 t ha<sup>-1</sup> do composto (base seca); D15 – 15 t ha<sup>-1</sup> do composto; D20 – 20 t ha<sup>-1</sup> do composto.

Cada bloco foi constituído por 180 árvores de *Eucalyptus* spp. e 180 árvores de *Mabea fistulifera*, sendo 36 por parcela. O espaçamento utilizado foi de 3,0 m entre linhas e 2,0 m entre plantas, com divisores de 2,0 m entre as parcelas e 3,0 m entre os blocos. As dimensões das parcelas foram de 18,0 m de largura (com 6 linhas de plantio espaçadas em 3 m), por 12,0 m de comprimento (possuindo 6 plantas espaçadas a 2,0 m).

O resíduo orgânico foi cedido pela Central de Compostagem do Grupo Ambitec, na Unidade da International Paper em Mogi Guaçu, SP. Sua caracterização química foi realizada antes de sua aplicação, fornecendo informações para a composição das doses, estando este com umidade média, a base de massa, de 0,63 kg kg<sup>-1</sup> no momento de sua aplicação. Era constituído por uma mistura de dregs, grits, lama cal, cinzas e outros resíduos gerados ao longo do processo industrial de extração da celulose e passou por um processo de compostagem por 30 dias, exposto em leiras ao ar livre. Na **tabela 1** apresenta-se a sua composição química.

A recomendação de adubação mineral da cultura do eucalipto foi realizada a partir do resultado da análise de solo e segundo Raji et al. (1997). A adubação mineral e do resíduo celulósico foram realizadas em sulco antecedendo o plantio das mudas.

A infiltração de água no solo foi avaliada, após dois anos de aplicação do composto, na

entrelinha das culturas empregando-se a metodologia proposta por Zhang (1997), onde se utilizou um mini infiltrômetro de disco. Foram avaliados três pontos por parcela. O mini infiltrômetro foi colocado na superfície do solo, sobre uma camada fina de areia para garantir bom contato hidráulico entre o disco e o solo. As leituras foram realizadas de 30 em 30 segundos, até obter infiltração constante, sendo o aparelho ajustado para uma sucção h<sub>0</sub> igual a 2 cm. Foi determinada a infiltração acumulada de água no solo.

Os dados foram analisados efetuando-se a análise de variância, e teste de Tukey para as comparações das médias no nível de 5 % de probabilidade. Foi utilizado o programa computacional SISVAR, (Ferreira, 2008), para a realização da análise estatística.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A infiltração acumulada de água no solo para as duas condições de experimento (com as culturas do eucalipto e canudo de pito), não apresentou diferença significativa entre os tratamentos após dois anos de aplicação do composto de resíduo da extração de celulose (**Tabela 2**). De acordo com Cauduro e Dorfman (1988) condições tais como: porosidade, umidade, atividade biológica, cobertura vegetal, rugosidade superficial e declividade do terreno, dentre outras, influem grandemente na infiltração da água no solo.

As alterações positivas nas condições físicas do solo é um processo lento, sendo necessária a escolha de plantas com boa capacidade de crescimento e desenvolvimento, bem como o uso de práticas de manejo do solo que favoreçam o acúmulo de matéria orgânica. Também a adição de várias fontes de MO tem sido utilizada, com o objetivo de melhorar as propriedades do solo (Alves et al., 2007).

Vale ressaltar que entre as espécies o solo cultivado com a *Mabea fistulifera* apresentou taxa constante de infiltração 45; 30; 8; 42 e 50 % maior, para os tratamentos com adubação mineral, D0, D10, D15 e D20, respectivamente, comparada a área que foi cultivada com *Eucalyptus* spp. Resultados que indicam que a espécie *Mabea fistulifera* esta influenciando positivamente as condições físicas do solo. Pois Arruda (2012) não evidenciou diferença para a infiltração acumulada nas áreas cultivadas com as espécies estudadas após um ano da aplicação do composto.

Os resultados verificados com relação ao comportamento da infiltração na área com a espécie *Mabea fistulifera* também foi observado

por Giacomo (2013). O autor de forma geral, pode inferir que houve uma tendência à melhorias na infiltração de água no solo em 2012, quando comparados aos valores de 2011, principalmente na área de plantio de *M. fistulifera*. Em média, em 2012 no plantio de *M. fistulifera* a taxa constante de infiltração aumentou 58 %, já no plantio de *E. urograndis*, o aumento médio foi de 2 %, quando comparados aos dados de 2011. Destaca-se, entretanto, que esta resposta parece estar mais correlacionada à espécie que à adição de matéria orgânica, pois quando se comparou os tratamentos dentro da espécie *M. fistulifera*, não se observou o efeito da adição de material orgânico na taxa de infiltração de água no solo. Resultados que corroboram com os verificados neste trabalho.

Souza & Alves (2003), explicam que a infiltração de água no solo indica diferenças no comportamento hidrodinâmico do mesmo em função da alteração de sua estrutura. Estes mesmos autores salientam que a infiltração de água no solo reflete suas condições físicas, como estrutura, porosidade e ausência de camadas compactadas. Para Costa (2010), a permeabilidade do solo depende, dentre outros fatores, da quantidade, da continuidade e do tamanho de poros, sendo a compactação e a descontinuidade dos poros responsáveis pela redução significativa da permeabilidade do solo à água.

## CONCLUSÕES

A qualidade física do solo, usando como indicador a infiltração de água, não foi alterada após dois anos de aplicação do composto de resíduos da extração de celulose.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao CNPq pela concessão de bolsa de iniciação científica.

## REFERÊNCIAS

ALVES, M.C. Sistemas de rotação de culturas com plantio direto em Latossolo Roxo: Efeitos nas propriedades físicas e químicas. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1992. 173p. (Tese de Doutorado)

ALVES, M.C. & CABEDA, M.S.V. Infiltração de água em um Podzólico Vermelho-Escuro sob dois métodos de preparo, usando chuva simulada com duas intensidades. R. Bras. Ci. Solo, 23:753-761, 1999.

ALVES, M.C.; SUZUKI, L.G.A.S.; SUZUKI, L.E.A.S.; Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico em recuperação. Revista Brasileira Ciência Solo v.31 n°.4, Viçosa, July/Aug. 2007

ANJOS, J.T.; UBERTI, A.A.A.; VIZZOTO, V.J.; LEITE, G.B. & KRIEGER, M. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. R. Bras. Ci. Solo, 15:139-145, 1994.

ARRUDA, O.G. Uso de resíduo da extração de celulose e o impacto em solo de cerrado cultivado com Eucalipto e espécie arbórea nativa 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, São Paulo.

COSTA, C.D.O. Escoamento superficial e risco de erosão do solo na sub-bacia jardim novo horizonte, município de Ilha Solteira – SP. 2010. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo.

CAUDURO, F.A.; DORFMAN, R. Manual de ensaios de laboratório e campo para irrigação e drenagem, Brasília: PRONI/MA, 1988, p. 216.

DEMATTÊ, J.L.I. Levantamento detalhado dos solos do Campus Experimental de Ilha Solteira. Piracicaba, 1980. 131p. Não Publicado.

DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: Doran, J.W.; Coleman, D.C.; Bezdicek, D.F. & Stewart, B.A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, ASA, CCSA, SSSA, 1994. p.3-21. (SSSA Spec. Publ., 35)

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA Solos. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2ed., 2006. 306p.

FERREIRA, D. F.; SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium, v: 36-41, 2008.

GIACOMO, R.G. Recuperação do solo usando composto produzido com resíduo da extração de celulose. 2013. 221 f. Tese (Doutorado em Agronomia).

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RODRIGUES, C.M. Efeito da aplicação de resíduo da indústria de papel e celulose nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, na nutrição e biomassa do *Pinus taeda* L. 2004. 109 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SOUZA, Z.M; ALVES, M.C. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 18 – 23, 2003

TRIGUEIRO. R. M. Efeitos de “dregs e grits” nos atributos de um Neossolo Quartzarênico e na produção volumétrica de eucalipto. 2006. 73 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas. Universidade Estadual Paulista. Botucatu. 2006.

VEIGA, M.; BASSIL, L. & ROSSO, A. Degradação do solo e da água: Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água. 2.ed. Florianópolis, Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1994. 384p.

ZHANG, R. Determination of soil sorptivity and hydraulic conductivity from the d infiltrometer. *Soil Science Society America Journal*, Madison, v.61, p.1024-1030, 1997.

**Tabela 1** - Caracterização química do composto proveniente de resíduos da fabricação de celulose, produzida no município de Mogi Guaçu - SP.

Atributo	Valor	Unidade
pH	9,5	-----
Umidade, a 60- 65°C	5,9	%
Carbono orgânico	186	g de C kg <sup>-1</sup>
Nitrogênio Kjeldahl	6,3	g de N kg <sup>-1</sup>
Relação C/N	29,7	-----
Boro	30,3	mg de B kg <sup>-1</sup>
Cálcio	86,9	g de Ca kg <sup>-1</sup>
Cobre	14,3	mg de Cu kg <sup>-1</sup>
Enxofre	1,8	g de S kg <sup>-1</sup>
Ferro	5458	mg de Fe kg <sup>-1</sup>
Fósforo	2,4	g de P kg <sup>-1</sup>
Magnésio	3,8	g de Mg kg <sup>-1</sup>
Manganês	845	mg de Mn kg <sup>-1</sup>
Potássio	5,9	g de K kg <sup>-1</sup>
Zinco	27,9	mg de Zn kg <sup>-1</sup>
Sódio	1348	mg de Na kg <sup>-1</sup>

**Tabela 2** - Infiltração acumulada, teste F e coeficiente de variação (CV) para os tratamentos estudados com as espécies *Eucalyptus spp* e *M. fistulifera*, município de Selvíria, MS. 2012.

Tratamentos	<i>Eucalyptus spp</i>	<i>M. fistulifera</i>
	-----cm-----	
Min	26,21 a	48,02 a
D0	36,06 a	51,84 a
D10	35,32 a	38,24 a
D15	25,72 a	44,25 a
D20	21,00 a	42,23 a
F <sub>trat</sub>	1,80 <sup>NS</sup>	1,28 <sup>NS</sup>
F <sub>bloco</sub>	0,22 <sup>NS</sup>	0,67 <sup>NS</sup>
CV(%)	27,12	20,10

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si. D0 – sem adubação; Min – adubação mineral de acordo com a necessidade da cultura; D10 – adubação com composto de acordo com a necessidade da cultura com 10 t ha<sup>-1</sup> do composto; D15 – 15 t ha<sup>-1</sup> do composto; D20 – 20 t ha<sup>-1</sup> do composto.