

## Alterações físicas no solo causadas pelo cultivo de *Pinus taeda* em segunda rotação <sup>(1)</sup>

**Murilo Veloso Gomes<sup>(2)</sup>; Josiléia Acordi Zanatta<sup>(3)</sup>; Jeferson Dieckow<sup>(4)</sup>; Rosana Higa<sup>(3)</sup>; Maico Pergher<sup>(2)</sup> & Reinaldo Brevilieri<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da CAPES, CNPQ e EMBRAPA Florestas.

<sup>(2)</sup> Estudante de pós-graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR; [muriloveloso@ufpr.br](mailto:muriloveloso@ufpr.br); [maicopergher@hotmail.com](mailto:maicopergher@hotmail.com); [reinaldobrevilieri@hotmail.com](mailto:reinaldobrevilieri@hotmail.com); Pesquisadora da EMBRAPA Florestas, Colombo, PR; [josileia.zanatta@embrapa.br](mailto:josileia.zanatta@embrapa.br); [rosana.higa@embrapa.br](mailto:rosana.higa@embrapa.br); Professor adjunto do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR, Curitiba, PR; [jefersondieckow@ufpr.br](mailto:jefersondieckow@ufpr.br).

**RESUMO:** O solo em seu estado natural, sob vegetação nativa, apresenta características físicas consideradas adequadas, enquanto que um solo submetido ao processo produtivo pode sofrer alterações. O objetivo deste trabalho foi avaliar as possíveis alterações físicas no solo promovidas pelo cultivo de pinus em segunda rotação, com e sem realização do desbaste, em relação à mata nativa. O trabalho foi realizado em três áreas, que abrange povoamentos florestais de *Pinus taeda* em segunda rotação, segunda rotação com realização de desbaste e mata nativa. Foram feitas análises de densidade do solo até 1 m de profundidade, e porosidade total, macro e microporosidade até 30 cm de profundidade. O procedimento de análise foi realizado conforme Embrapa (1997). Na camada superficial (0-5 cm), a densidade do solo foi superior no pinus de 2ª rotação, em relação ao pinus de 2ª rotação desbastado e a mata nativa, sendo que a mata apresentou os menores valores (0,4837 kg m<sup>-3</sup>). Nas camadas mais profundas do solo não houve diferença entre os tratamentos. A mata nativa apresentou valores estatisticamente maiores de porosidade total e macroporosidade nas camadas de 0-5 e 5-10 cm em relação aos povoamentos de pinus, enquanto que nas demais profundidades avaliadas não houve diferença entre os tratamentos. O solo sob vegetação nativa apresenta características físicas consideradas adequadas. Comparando os povoamentos em 2ª rotação, conclui-se que a prática do desbaste contribui para a melhoria da qualidade física do solo na camada de 0-5 cm do solo.

**Termos de indexação:** solos florestais, parâmetros físicos do solo, Cambissolo.

### INTRODUÇÃO

No Brasil, a expansão de florestas de pinus e eucalipto têm ocupado extensas áreas. No entanto, ainda são poucos os estudos a respeito dos impactos que estes reflorestamentos podem causar ao solo, sendo que vários trabalhos já demonstraram que mudanças no tipo de cobertura

vegetal determinam variações na qualidade estrutural do solo.

As propriedades físicas do solo são importantes componentes na avaliação das condições da qualidade do solo. Desse modo, o solo que é mantido em seu estado natural, sob vegetação nativa, apresenta características físicas, como densidade e porosidade, consideradas adequadas, enquanto que as características físicas de um solo que foi submetido ao processo produtivo podem sofrer alterações (Neves et al., 2007).

A densidade do solo mostra-se eficiente na busca por respostas quanto a alterações físicas promovidas pela introdução de uma nova espécie. A avaliação desse atributo é importante para demonstrar a manutenção da qualidade estrutural do solo. Porém, cabe ressaltar que, embora a densidade de alguns solos seja baixa, possivelmente eles terão maior porosidade dominada por poros de diâmetros menores, o que poderá promover a redução dos fluxos da água e do ar no solo. Portanto, a densidade do solo é uma variável que permite apenas avaliar qualitativamente a estrutura do solo, visto que, a mesma não indica o tamanho e a continuidade dos poros que determinam o fluxo do ar e da água no perfil (Dedecek, 2008).

A porosidade é uma propriedade importante que deve ser considerada na avaliação da qualidade estrutural do solo, porque se refere à parte do volume de solo não ocupado por partículas sólidas e, dessa forma, responsável pelo armazenamento e transporte da água e do ar no solo. Neste sentido, essas funções não dependem somente da porosidade total, mas também de como o espaço poroso é distribuído por tamanho, ou seja, a quantidade de macro e microporos que constituem a estrutura do solo (Prevedello, 1996).

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar as possíveis alterações físicas no solo promovidos pelo cultivo de pinus em segunda rotação, com e sem realização de desbaste, em relação à mata nativa, considerando que determinada atividade pode propiciar efeitos negativos na qualidade física de um Cambissolo Húmico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na fazenda Queimados, pertencente à empresa MODO BATTISTELLA REFLORESTAMENTO S/A – MOBASA, com sede no município de Rio Negrinho-SC, sob influência do clima Cfb (segundo Köppen) com verões frescos, sem estação seca e inverno com geadas severas frequentes. O solo da fazenda Queimados caracteriza-se como CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico típico, textura argilosa, relevo suave ondulado e ondulado, com vegetação natural formada de Floresta Ombrófila Mista.

O trabalho foi realizado em quatro áreas distintas, que abrange povoamentos florestais de *Pinus taeda* em primeira rotação, segunda rotação, segunda rotação com realização de desbaste e mata nativa. Os povoamentos de segunda rotação, cujo espaçamento é de 2,5 m x 2,5 m foram implantados no ano de 2002. Já o povoamento de primeira rotação, cujo espaçamento é de 3 m x 3 m, foi implantado em 1995. Em cada povoamento foi selecionada uma parcela de 30 m x 30 m.

Em cada parcela abriu-se, aleatoriamente, duas trincheiras de 1 m<sup>3</sup>, onde coletou-se amostras indeformadas, em duas paredes de cada trincheira, pela introdução lenta de anéis volumétricos, nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-45, 45-60, 60-80 e 80-100 cm, de modo a coincidir o meio do anel com a metade da profundidade estabelecida. As análises de porosidade total, macro e microporosidade foram avaliadas até a profundidade de 30 cm, enquanto que a densidade do solo foi avaliada até 1m.

Os anéis com as amostras foram colocados em bandejas com água para saturação da amostra por uma noite, sendo que em uma das partes do anel foi colocado um tecido voal para que não ocorresse a perda de solo. Após, foram colocadas na mesa de tensão ajustada para 6 kPa. A porosidade total foi determinada pela relação entre densidade do solo e de partículas (2,65 mg.m<sup>-3</sup>); a microporosidade foi calculada a partir da umidade do solo após a mesa de tensão; a macroporosidade foi calculada pela diferença entre porosidade total e a microporosidade; a densidade do solo foi obtida pelo método do anel volumétrico, após secagem a 105 °C (EMBRAPA, 1997).

Foi realizada a análise da variância no delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, sendo o fator A e B, os quatro tratamentos e as profundidades, respectivamente. Para comparação das médias foi aplicado o teste

Tukey a 5 e 1% de probabilidade, pelo programa ASSISTAT Versão 7.6 beta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todos os tratamentos, os menores valores de densidade foram encontrados na camada de 0-5 cm, enquanto que os maiores foram encontrados na camada de 80-100 cm (**Figura 1**). Os aumentos proporcionais da densidade do solo com a profundidade são atribuídos à diminuição do teor da matéria orgânica e o adensamento natural proporcionado pelas camadas subjacentes (Morales et al., 2010).

Comparando-se os tratamentos, na camada superficial de solo, a densidade foi superior estatisticamente no pinus de 2ª rotação, em relação ao pinus de 2ª rotação desbastado e a mata nativa, sendo que os valores da mata foram os menores (**Figura 1**). A menor densidade na área de pinus de 2ª rotação desbastado (0,8156 kg dm<sup>-3</sup>) em relação à outra áreas de pinus ocorre provavelmente devido à contribuição do sistema radicular do sub-bosque formado pela maior entrada de luz no sistema. Ainda assim, a área de mata nativa foi a que apresentou os menores valores de densidade do solo (0,4837 kg dm<sup>-3</sup>), fato esperado, em função das atividades de implantação e manejo que ocorrem nas áreas cultivadas e à maior quantidade de raízes sob o solo de mata. Nas camadas seguintes até 20 cm, os valores de densidade nas áreas com pinus não diferem estatisticamente entre si.

Na camada de 20 – 30 cm, o pinus de 2ª rotação, foi o que apresentou o menor valor de densidade do solo (0,95 kg dm<sup>-3</sup>) entre os tratamentos (**Figura 1**). Isto pode ser devido às raízes mortas da rotação anterior que contribuíram para a manutenção da matéria orgânica e, conseqüente redução desse valor. Em valores absolutos, a área de 2ª rotação desbastada também apresentou valores menores, porém não diferiu estatisticamente da mata nativa.

Nas camadas seguintes, 30-45, 45-60, 60-80 e 80-100 cm nota-se um aumento nos valores de densidade (**Figura 1**). Nestas camadas nota-se que os tratamentos não apresentaram diferença significativa entre si. Nenhum valor de densidade obtido nas áreas estudadas se enquadrou dentro dos níveis críticos, considerados na literatura. Gent et al. (1984) consideram que, em espécies florestais de rápido crescimento, valores de 1,58 Mg m<sup>3</sup> em solos de textura argilosa na profundidade de 0-15 cm são limitantes, ressaltando que, na profundidade de 10-25 cm, quando os valores se aproximam de 1,80 Mg m<sup>3</sup>, o crescimento de raízes cessa.



Na camada superficial do solo, a porosidade total da área de mata nativa foi estatisticamente maior do que as áreas com povoamento de pinus, seguido das áreas de pinus de 2ª rotação (**Tabela 1**). Essa diferença entre os tratamentos pode ser devido aos diferentes teores de matéria orgânica entre as áreas e ao intenso crescimento de raízes as quais melhoram a estabilidade dos agregados e aumentam a porosidade do solo após a senescência destas.

Os valores de macroporosidade variaram de 14,43 a 47,77, sendo que os maiores valores foram encontrados nas camadas mais superficiais e com uma redução em profundidade (**Tabela 1**). Na camada superficial, a área de mata nativa apresentou os maiores valores de macroporosidade (47,77 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>), seguida pelos tratamentos em segunda rotação (26,83 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>) e segunda rotação desbastado (31,08 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>). A maior macroporosidade do solo encontrada na mata nativa pode estar relacionada à maior ocorrência de sistemas radiculares diversificados e possíveis canais (bioporos) resultantes da decomposição e renovação dessas raízes na superfície do solo, além da atividade biológica da mesofauna (Abrão, 2011). Na camada de 5-10 cm, a mata nativa novamente apresentou os maiores valores de macroporosidade, enquanto que não há diferença entre os povoamentos de pinus. Na camada de 10-20 cm e 20-30 cm os tratamentos não se diferenciam estatisticamente entre si.

Segundo Prevedello (1996), o solo ideal, deveria ter 1/3 de macroporos e 2/3 de microporos. Na camada de 0-5 cm, todos os tratamentos avaliados apresentaram volume de macroporosidade acima do limite crítico. Na camada de 5-10 cm, apenas a mata nativa e o povoamento em segunda rotação apresentaram volume de macroporos acima do limite crítico, enquanto que na camada de 20-30 cm, todos os tratamentos avaliados apresentaram volume abaixo desse limite. Além disso, segundo Hillel, (1998), um solo de boa qualidade deve ter volume de poros de aeração superior a 0,10 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>. Neste sentido, todos os três tratamentos avaliados satisfazem esse requisito.

Com relação à microporosidade, apenas na camada de 0-5 cm houve diferença entre os tratamentos, sendo os povoamentos em 2ª e 2ª rotação desbastado apresentaram maiores valores que a mata nativa (**Tabela 1**). Nas demais camadas avaliadas, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

A mata nativa apresenta menores valores para densidade do solo e maior volume de poros totais e macroporos seguido dos povoamentos em 2ª rotação, apresentando características físicas consideradas adequadas. O povoamento em 2ª rotação desbastado apresenta uma menor densidade do solo que o povoamento em 2ª rotação na camada superficial, contribuindo então, para a melhoria da qualidade física do solo nesta camada.

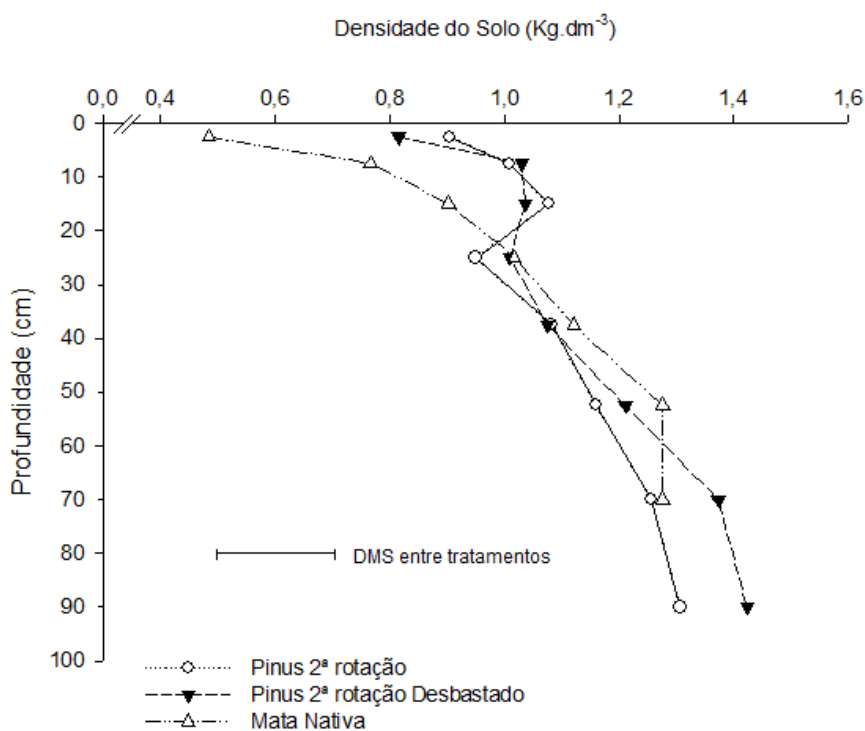
## REFERÊNCIAS

- ABRÃO, S.F. Alterações físicas e químicas de um cambissolo húmico em povoamentos de *Pinus taeda* L. com diferentes. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
- DEDECEK, R. A. Meio físico para o crescimento de *Pinus*: limitações e manejo. In: SHIMIZU, J. Y. *Pinus na silvicultura brasileira*. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. p.75-109.
- EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.
- GENT, J. A. Impact of site preparation on physical properties of Piedmont forest soils. *Soil Science Society American Journal*, 48:173-177, 1984.
- HILLEL, D. *Environmental soil physics*. San Diego: Harcourt Brace & Company, 1998. 771 p.
- MORALES, C. A. S. Qualidade do solo e produtividade de *Pinus taeda* no planalto catarinense. *Ciência Florestal*, Santa Maria, 20:629-640, 2010.
- NEVES, C. M. N. Atributos indicadores da qualidade do solo em sistema agrossilvopastoril no noroeste do estado de Minas Gerais. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, 74: 45-53, 2007.
- PREVEDELLO, C. L. *Física do solo com problemas resolvidos*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1996. 446 p.

## CONCLUSÕES

Tratamentos	Porosidade Total	Macro-porosidade	Micro-porosidade
-----m3.m-3-----			
0 - 5 cm			
P 2	65,85 b	26,83 b	39,02 a
P 2D	69,22 b	31,08 b	38,14 a
MN	81,75 a	47,77 a	33,98 b
5 - 10 cm			
P 2	61,92 b	20,80b	41,12 a
P 2D	61,10 b	16,82 b	44,28 a
MN	72,09 a	36,08 a	36,01 a
10 - 20 cm			
P 2	60,38 a	14,7 a	45,68 a
P 2D	60,89 a	15,29 a	45,60 a
MN	66,78 a	26,16 a	40,63 a
20 - 30 cm			
P 2	61,75 a	17,89 a	43,88 a
P 2D	61,90 a	14,43 a	47,78 a
MN	61,62 a	18,41 a	43,22 a

**Tabela 1** – Volume de poros totais (Porosidade Total), microporos (Microporosidade) e macroporos (Macroporosidade) em povoamentos de pinus de 2ª rotação (P 2), pinus de 2ª rotação desbastado (P 2D) e mata nativa (MN) no município de Rio Negrinho – SC. médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.



**Figura 1.** Densidade do solo em povoamentos de pinus de 2ª rotação, pinus de 2ª rotação desbastado e mata nativa no município de Rio Negrinho – SC.