

## Resistência à Penetração e Condutividade Hidráulica em Solos Sobmetidos a Manejo Florestal e Vegetação Nativa<sup>(1)</sup>.

**Paulo Ricardo Alves dos Santos<sup>(2)</sup> Antonio Alisson Fernandes Simplício<sup>(3)</sup>; Luiz Alberto Ribeiro Mendonça<sup>(4)</sup>; Adriana Oliveira Araújo<sup>5</sup>; Francisco Assis de Sousa Filho<sup>(2)</sup>; Jonas Gomes Inácio<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Parte do trabalho de conclusão de graduação em agronomia do terceiro autor

<sup>(2)</sup> Graduando no Curso de Agronomia da Universidade Federal Ceará - Campus Cariri, email: paulo\_ptg@hotmail.com, Bolsista do CNPq.

<sup>(5)</sup> Doutoranda em Engenharia Agrícola, Campus do Pici, Bloco 804; e-mail: adrianasaneamento@yahoo.com.br

<sup>(4)</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal do Ceará – Campus do Cariri e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Bolsista de Produtividade do CNPq – 2F. E-mail: larm@ufc.br

**RESUMO:** Os manejos florestais de florestas nativas, assim como sistemas agrícolas que as substituem, causam desequilíbrios nos ecossistemas. Esses desequilíbrios são produzidos por modificações nas propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos. A intensidade desses desequilíbrios varia de acordo com as condições edafoclimáticas, as formas de exploração da vegetação, bem como a natureza de uso e ocupação dos solos. Nesse sentido, modificações no solo podem ser acompanhadas através de monitoramento de parâmetros físicos. Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a resistência à penetração e condutividade hidráulica de um Latossolo Vermelho Amarelo em dois talhões de uma unidade de manejo florestal (UMF) e em uma área de controle, Floresta Nacional do Araripe (FLONA). Na profundidade de 0 - 10 cm os resultados indicaram que os solos dos talhões explorados na área UMF apresentaram maior resistência à penetração e menores condutividades hidráulicas, comparando-se com a área da (FLONA).

**Termos de indexação:** capacidade infiltração, compactação e FLONA

### INTRODUÇÃO

Os desmatamentos sem critério de florestas brasileiras ocorrem principalmente pela utilização de solo para a agropecuária, para a indústria madeireira e para a especulação imobiliária. Essas ações acarretam ao solo mudanças nas suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Entre os parâmetros físicos do solo destaca-se, que a compactação que influencia diretamente no arranjo estrutural dos grãos, aumenta a densidade e a microporosidade, diminui a macroporosidade e a capacidade de infiltração, interferindo no crescimento das raízes. Assim, o estudo em conjunto das modificações que ocorrem nas propriedades físicas do solo evidenciam a importância da avaliação do grau de compactação.

Um dos atributos físicos do solo que melhor retrata a compactação é a resistência à penetração (RP) Imhoff et al., (2000); Stone et al., (2002), por apresentar relação direta com a densidade do solo e com o crescimento das plantas (HOAD et al., 2001; SILVA et al., 2003).

A retenção e a condução de água no solo são favorecidas por um sistema poroso, estável e bem distribuídas no perfil. O manejo do solo altera as características do sistema poroso e a condutividade hidráulica. Portanto, a condutividade hidráulica é uma das propriedades do solo que melhor indicam as diferenças estruturais entre as diversas camadas que constituem o perfil. Segundo Reichardt & Timm (2012), a condutividade hidráulica depende do espaço poroso varia muito de solo para solo e mesmo dentro da mesma classe de solo.

Considerando o teor de matéria orgânica como indicador de modificações na capacidade de infiltração e resistência a penetração, Mendonça et al., (2009) ordenaram solos amostrados em 21 localidades de diferentes formações florestais da Chapada do Araripe em quatro grupos de matéria orgânica quantitativamente semelhantes, sendo o Grupo 1 representativo de áreas de vegetação nativa preservada e os demais grupos representativos de áreas de vegetação antropizadas.

Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a resistência à penetração e condutividade hidráulica em uma unidade de manejo florestal de vegetação nativa na Chapada do Araripe, associada ao teor de matéria orgânica, utilizado como indicador de modificações na estrutura dos solos.

### MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na unidade de manejo florestal (UMF) Fazenda Pau D'arco, localizada no setor oriental da Chapada do Araripe, extremo sul do Estado do Ceará, próxima a divisa com o Estado do Pernambuco. Esta unidade de manejo foi implantada em 2002 com a finalidade de fornecer

lenha para uma indústria de cerâmica localizada no município do Crato - CE. Antes da implantação, a partir de 1974, a área foi degradada para plantio de café e outras culturas.

A UMF é composta atualmente por 22 talhões distribuídos numa área de aproximadamente 15 km<sup>2</sup> com as seguintes coordenadas: (Lat. 9188514 Long. 436623). Nas vizinhanças do mesmo encontra-se a FLONA, com aproximadamente 383 km<sup>2</sup> de área preservada, que desempenha papel de destaque nos recursos hídricos regionais.

O clima desta região é do tipo Aw', característico de "Clima Tropical Chuvoso" (classificação de Köppen), com precipitação média anual de 1.033 mm, distribuída numa estação chuvosa que vai de janeiro a maio (DNPM, 1996), temperatura média máxima de 34°C e mínima de 18°C e umidade relativa do ar média máxima de 80% e mínima de 49.

No setor oriental da chapada predominam os solos do tipo Latossolos Vermelho-Amarelo de textura média a argilosa, provenientes dos arenitos da Formação Exu, que afloram na área.

#### Coleta e análise de amostras de solo

Os pontos de amostragem foram escolhidos aleatoriamente com auxílio de mapa e GPS os quais foram georreferenciados sendo eles: Talhão 1 (T<sub>1</sub>) já explorado, talhão 7 (T<sub>7</sub>) ainda não explorado e área de floresta preservada, FLONA (F)

#### Determinação da resistência à penetração do solo

Para as medidas de resistência à penetração do solo (RP), foi utilizado o penetrômetro de impacto modelo Stolf et al. (1983). Neste procedimento, a penetração por impacto foi lida na haste graduada do penetrômetro e os resultados foram fornecidos em impactos/dm, que foram convertidos em MPa utilizando-se o modelo dos Holandeses. As RPs em cada ponto foram obtidas a cada 5 cm de profundidade, num perfil de 60 cm.

#### Determinação da condutividade hidráulica saturada

A determinação da condutividade hidráulica saturada (k) dos solos foi feita no laboratório utilizando-se o permeâmetro de carga variável.

#### Determinação da matéria orgânica e umidade do solo

O conteúdo de matéria orgânica (MO) foi determinado por método de calcinação, utilizando a mufla a 500 °C, por cinco horas, e o peso do solo seco em estufa a 105 °C (DAVIES, 1974). As amostras foram pesadas em balança digital com sensibilidade de 0,001 g. A umidade foi determinada pelo método gravimétrico, através da razão entre o

peso da água contida na amostra e o peso, após em estufa a 105 °C por 24h (EMBRAPA, 1997).

#### Análise estatística

Utilizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de significância para ordenar grupos de solos com perfil de matéria orgânica quantitativamente semelhante e para fazer análise de variância para contrastes entre médias da variável RP e condutividade hidráulica usando o programa Statistical Analysis Systems (SAS).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de MO foram ordenados em grupos quantitativamente semelhantes (**Figura 2**), ou seja, a FLONA com maior teor enquadrou-se no grupo 1 e a área UMF grupo 2 e grupo 3 respectivamente T<sub>7</sub> e T<sub>1</sub>.

De acordo com a (**Figura 2**) Os Grupos 1 e 2 apresentam teores de matéria orgânica semelhantes aos grupos de mesma ordem identificados por Mendonça et al., (2009).

Analisando a (**Tabela 1**) o teor de matéria orgânica e umidade na FLONA foi superior ao T<sub>1</sub> e ao T<sub>7</sub>. O valor obtido para a FLONA enquadrou-se no grupo 1 (valor médio de 11,5%, com mínimo de 10,2 e máximo de 13,2%) identificado por Araujo (2010), já os dos talhões T<sub>1</sub> e T<sub>7</sub> foram enquadrados no grupo 2 e 3 respectivamente.

Nesse contexto, verifica-se uma possível evolução no teor de MO de T<sub>1</sub>, antes caracterizado como de Grupo 3 (valor médio de 2,1%, com mínimo de 1,3 e máximo de 2,9%), para o Grupo 2.

A resistência a penetração (RP) dos solos da FLONA foi inferior aos da UMF (**Tabela 1**), sendo o T<sub>1</sub> o mais compactado. Os solos T<sub>1</sub> e T<sub>7</sub> apresentaram elevada RP nos primeiros 10 cm de profundidade, que também apresentaram menores teores de MO, indicando a ocorrência de modificações na estrutura do solo, capazes de causarem redução na infiltração e aumento no escoamento superficial.

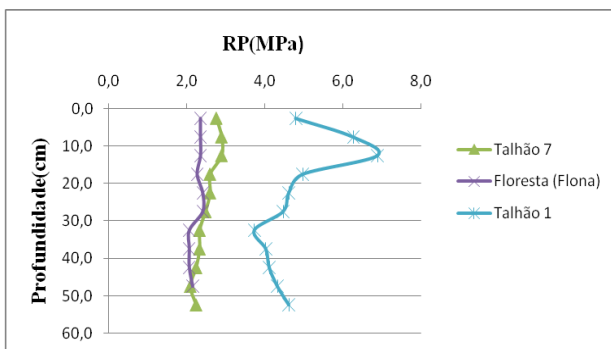
A condutividade hidráulica saturada (**Tabela 1**) na FLONA foi superior as áreas UMF, sendo a do T<sub>1</sub> a menor. O valor obtido para a FLONA foi semelhante à capacidade de infiltração básica média do Grupo 1 obtida por Araújo (2010) (valor médio de 3,6 cm/min, com mínimo de 3,5 e máximo de 3,8 cm/min) (n=4), já os T<sub>1</sub> e T<sub>7</sub> foram semelhantes a do Grupo 2 (valor médio de 2,1 cm/min, com mínimo de 1,2 e máximo de 2,6 cm/min). (n=9).

Os mesmos grupos estatisticamente semelhante dos teores de MO foram enquadrados na (**tabela 1**) com os demais parâmetros. O grupo 1 apresentou menores valores de resistência á penetração diferindo assim, em todos os parâmetros analisados

das áreas da UMF ( $T_7$  e  $T_1$ ) respectivamente grupos 2 e 3, corroborando com os achados de Mendonça et al. (2009).

A possível evolução do teor de MOS do Grupo 3 para o Grupo 2 indica solos em fase de recuperação, com conseqüente melhoria da condutividade hidráulica saturada. O  $T_1$  está em recuperação durante 9 anos (intervalo de tempo entre a implantação do plano de manejo em 2002 e a coleta de dados em 2011).

A **Figura 1** mostra variação da RP média com a profundidade do solo no perfil de 60 cm, para a FLONA e para os talhões  $T_1$  e  $T_7$ .



A **Figura 1** mostra variação da RP média com a profundidade do solo no perfil de 60 cm, para a FLONA e para os talhões  $T_1$  e  $T_7$ .

Conforme a (**Figura 1**), para o perfil de 0-60 cm, os solos do talhão  $T_1$  apresentaram maior resistência a penetração média que os do  $T_7$  e os da FLONA. Já os solos da FLONA apresentaram menor resistência a penetração média, porém, os do talhão  $T_7$  apresentaram valores próximos aos da FLONA em todo o perfil. O Grupo 2, característico de áreas manejadas em recuperação, de valor intermediário de RP nos primeiros 20 cm de profundidade, apresentou início de recuperação da estrutura física do solo.

### CONCLUSÕES

Nos solos antropizados observa uma redução nos teores de matéria orgânica, umidade e na condutividade hidráulica saturada. Também foi obtida uma maior resistência à penetração, indicando maior compactação dos solos;

Neste contexto, as áreas submetidas a manejo florestal, principalmente em regiões semiáridas, deverão ser consideradas unidade de gerenciamento no manejo da vegetação e do solo, através de estudos e monitoramento contínuo.

### REFERÊNCIAS

ARAUJO.A.O. Avaliação das propriedades físicas dos solos e da macrofauna edáfica em áreas submetidas a manejo florestal de vegetação nativa na Chapada do Araripe. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ceara. 2010

HOAD, S.P.; RUSSEL, G.; LUCAS, M.E.; BINGHAM, I.J. The management of wheat, barley, and oat root systems. *Advances in Agronomy*, v. 74, p. 195-254, 2001.

IMHOFF, S.; SILVA, A.P. & TORMENA, C.A. Aplicação da curva de resistência do solo à penetração no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. *Pesq. Agropec. Bras.*, 35:1493-1500, 2000.

MENDONÇA, L.A.R.; VÁSQUEZ, M.A.N.; FEITOSA, J.V.; OLIVEIRA, J.F.; FRANCA, R.M.; VÁSQUEZ, E.M.F.; FRISCHKORN, H. Avaliação da capacidade de infiltração de solos submetidos a diferentes tipos de manejo. *Revista Eng. Sanitária e Ambiental*, v.14, n 1, p. 89-98, 2009.

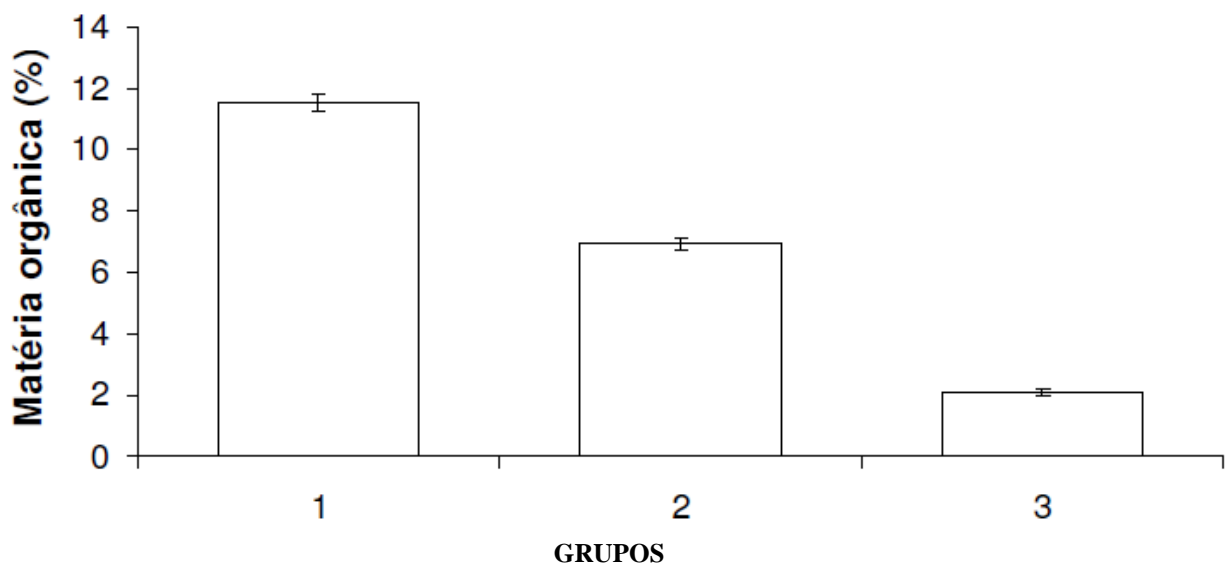
Reichardt, K.; Timm, L. C. Solo, planta e atmosfera: Conceitos, processos e aplicações. 2.ed. Barueri: Manole, 2012. 524p.

Stone, L. F.; Guimarães, C. M.; Moreira, J. A. A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro - I Efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.2, p.207-212, 2002.

**Tabela 1** – Valores médios da matéria orgânica (MO), resistência à penetração (RP) e condutividade hidráulica saturada (k) dos solos agrupados por grupos de matéria orgânica quantitativamente semelhante no perfil de 0-10 cm.

Parâmetros	T <sub>1</sub> GRUPO 3	T <sub>7</sub> GRUPO 2	F GRUPO 1
MO (%)	5,6b	6,0b	11,7a
RP (MPa)	4,8c	2,8b	2,4a
k (cm/ min)	2,1cb	2,9b	3,7a

a, b: médias na mesma linha seguidas por mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).



**FIGURA 2.** Médias e Erro Padrão Amostral da Matéria Orgânica, por Grupo, Ordenadas pelo Teste de Tukey ao Nível de 5% de Significância