



## RESISTÊNCIA MECÂNICA À PENETRAÇÃO DE UM SOLO CONSTRUÍDO NA ÁREA DE MINERAÇÃO DE CARVÃO DE CANDIOTA-RS, CULTIVADO COM PLANTAS DE COBERTURA

**PANZIERA, Wildon<sup>1</sup>; PAULETTO, Eloy Antonio<sup>2</sup>; MIOLA, Ezequiel Cesar Carvalho<sup>3</sup>; BAMBERG, Adilson Luís<sup>4</sup>; FERNANDES, Flavia Fontana<sup>2</sup>; PINTO, Luiz Fernando Spinelli<sup>2</sup>; CASTILHOS, Danilo Dufech<sup>2</sup>; TIMM, Luís Carlos<sup>5</sup>; SILVA, Thiago Rech<sup>1</sup>; NUNES, Márcio Renato<sup>1</sup>.**

*<sup>1</sup>Graduandos em Agronomia FAEM/UFPeI; <sup>2</sup>Professores do Dep. de Solos FAEM/UFPeI; <sup>3</sup>Mestrando do PPGA/Solos FAEM/UFPeI; <sup>4</sup>Doutorando do PPGA/Solos FAEM/UFPeI; <sup>5</sup>Professor do Deptº de Engenharia Rural – FAEM/UFPeI*

*Campus Universitário – Caixa Postal 354 – CEP 96010-900. panziera2@yahoo.com.br*

### 1. INTRODUÇÃO

A mineração de carvão é considerada estratégica para a matriz energética brasileira. Na região sul concentram-se as maiores reservas de carvão, sendo a maior jazida do Brasil localizada em Candiota-RS. O melhor aproveitamento das reservas de carvão deve estar coerente com a legislação ambiental, sendo imprescindível um planejamento ambiental para a recuperação dessas áreas.

Devido às condições geológicas, a extração de carvão em Candiota-RS ocorre a céu aberto. Durante este processo de extração juntamente com a prática de recomposição da paisagem gera-se efeitos negativos nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, por consequência da mobilização do solo e pelo intenso tráfego de máquinas pesadas (Nunes, 2002).

Um dos efeitos negativos mais evidentes no processo de mineração de carvão é a degradação da estrutura do solo, a qual gera compactação do solo, sendo esse um dos fatores limitantes no desenvolvimento das plantas. A compactação pode ser medida pela resistência mecânica à penetração (RMP) podendo ser um parâmetro indicativo do grau de degradação do solo, bem como o nível de regeneração dos atributos do solo ao longo do tempo, provocado por práticas agrícolas utilizadas na melhoria da qualidade física do solo, através de plantas de cobertura e recomposição do ciclo do carbono. Segundo Wohlenberg et al. (2004), o cultivo de espécies de diferentes sistemas aéreos e radiculares que adicionem material orgânico em quantidade e composição variada pode recuperar solos fisicamente degradados.

Neste contexto o trabalho teve como objetivo avaliar a RMP de um solo construído na área de mineração de carvão de Candiota-RS cultivado com diferentes plantas de cobertura.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada na área de mineração de carvão de Candiota-RS, a 400 Km de Porto Alegre-RS, pertencente à Companhia Riograndense de Mineração (CRM), cujas coordenadas geográficas são 31,55 °S e 53,67 °O. O solo construído da área experimental caracteriza-se pela mistura de horizontes, com o predomínio do horizonte B, sendo que o solo natural é classificado como Argissolo Vermelho Eutrófico típico (Embrapa, 2006). A instalação do experimento ocorreu em novembro/dezembro de 2003. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 4 repetições, em parcelas de 20 m<sup>2</sup> (4m x 5m), com os seguintes tratamentos: T1- Hemária (*Hemarthria altíssima*), T2- Grama Tifton (*Cynodon dactylon*), T3- Pensacola (*Paspalum notatum*), T4- Braquiária brizantha (*Brachiaria brizantha*), T5- Solo natural da frente de mineração, T6- Testemunha (solo construído em área próxima ao experimento, sem cobertura vegetal). Os dados do solo natural utilizados foram obtidos de Nunes (2002).

A RMP foi medida em abril de 2009 até a profundidade de 40 cm, com 3 repetições por parcela, totalizando 12 repetições por tratamento, utilizando o penetrômetro de impacto modelo ISS/Planalsucar – Stolf, segundo metodologia descrita por Stolf (1983). Os dados médios foram dispostos em camadas de 4 em 4 cm. Essa determinação foi acompanhada de uma coleta de amostras deformadas nas camadas de 0 a 10cm; 10 a 20cm e 20 a 40cm para avaliação da umidade gravimétrica do solo (Ug).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de significância, utilizando o sistema de análise Estatística, Winstat (Machado, 2001).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da RMP dos diferentes tratamentos são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resistência Mecânica à Penetração (MPa) de um solo construído da área de mineração de Candiota-RS sob diferentes coberturas.

Trat.	Profundidades (cm)										
	0-4	4-8	8-12	12-16	16-20	20-24	24-28	28-32	32-36	36-40	
T1	0,55 c	1,39 c	2,89 b	3,83 bc	5,03 b	4,84 b	4,9 b	5,12 ab	6,12 ab	5,51 a	
T2	0,70 bc	2,00 bc	3,17 b	4,33 bc	4,30 bc	3,86 bc	4,02 b	4,50 ab	4,21 abc	3,78 a	
T3	0,74 bc	2,01 bc	3,75 b	5,10 b	5,3 b	4,79 b	4,53 b	3,52 b	3,87 bc	4,46 a	
T4	0,65 c	2,16 b	3,74 b	4,73 b	4,98 b	4,59 b	3,98 b	3,81 ab	3,51 c	3,24 a	
T5	1,61 a	1,95 bc	2,18 b	2,75 c	2,73 c	2,89 c	3,31 b	3,57 b	3,75 c	3,83 a	
T6	0,96 b	4,04 a	6,36 a	8,25 a	7,87 a	6,13 a	6,57 a	5,59 a	6,43 a	4,38 a	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de significância. T1- Hemária; T2- Grama tifton; T3- Pensacola; T4- Braquiária brizantha; T5- Solo natural (adaptado de Nunes, 2002); T6- Solo testemunha.

Os valores de RMP no T6 são superiores na maioria das camadas analisadas, comparada a outros tratamentos. Isto mostra a degradação que este solo construído apresenta inicialmente, pois seus valores de RMP chegam a ser 3 vezes maiores que 2,5 MPa, definido por Caranache (1990) como limite superior para o adequado desenvolvimento do sistema radicular das plantas. Os elevados valores de RMP no T6 podem estar associados à maneira como os solos são construídos, com máquinas pesadas trafegando várias vezes para o transporte, deposição e nivelamento do material proveniente da área pré-minerada e a própria mistura destes materiais.

Os tratamentos 1, 2, 3 e 4, apresentam valores de RMP próximo aos valores do solo natural (T5) na camada de 8 a 12 cm, o que indica um efeito positivo das plantas de cobertura utilizadas. Esse efeito das plantas de cobertura deve-se principalmente ao incremento de matéria orgânica no solo e a ação do sistema radicular das plantas neste solo favorecendo a agregação do solo. Conforme Dias Júnior et al. (1999), o teor de matéria orgânica é um dos fatores responsáveis pela manutenção das condições físicas do solo com influência na resposta dos solos à compactação. De acordo com Derner et al. (1997), um dos principais efeitos da atividade das raízes consiste na estruturação do solo, a qual implica numa diminuição da densidade do solo na rizosfera.

Além disso, percebe-se uma maior eficiência dos tratamentos 1 e 2 na regeneração do solo construído, pois apresentaram valores de RMP estatisticamente iguais ao do solo natural nas camadas de 4 a 8cm, 8 a 12cm e 12 a 16cm, permitindo inferir sobre uma possível regeneração do solo construído. Esta maior eficiência pode estar ligada às características individuais das plantas, pois a capacidade de adaptação da planta e de prover efeitos positivos na regeneração do solo varia conforme a espécie. O T1 é aquele onde o solo é cultivado com Hemátria (*Hemarthria altíssima*). Esta gramínea pode ter vantagem na regeneração do solo construído sobre as demais. Conforme Cook et al. (2009) a Hemátria possui uma alta velocidade de crescimento e alto potencial de adição de biomassa por períodos maiores que outras gramíneas tropicais. O T2 é composto pela grama Tifton (*Cynodon dactylon*), sendo que a eficiência desta gramínea pode estar relacionada, ao enraizamento a cada nó, conferindo-lhe uma vantagem comparativa entre as demais espécies (AGPC, 2008).

O fato dos menores valores de RMP serem encontrados nas camadas superficiais (até 12 cm) indica a ação benéfica das plantas de cobertura na regeneração deste solo, pela adição de matéria orgânica e ação do sistema radicular das plantas, o que não se observa em camadas mais profundas.

Convém ressaltar que os valores de umidade gravimétrica (tabela 2) foram próximos entre os tratamentos, o que permite comparações com pouca influência da umidade do solo. Segundo Beltrame et al. (1981) o aumento da umidade do solo causa redução na RMP.

**Tabela 2.** Umidade Gravimétrica de um solo construído sob diferentes coberturas.

Tratamento	Profundidade(cm)		
	0-10	10-20	20-40
		----- % -----	
T1	24,00	21,56	20,82
T2	23,42	21,13	22,34
T3	21,26	20,69	21,54

T4	22,67	21,46	22,29
T5	21,90	20,06	19,89
T6	20,05	21,10	22,50

Valores médios obtidos por 4 repetições. T1- Hemártria, T2- Grama Tifton, T3- Pensacola, T4- Braquiária brizantha, T5- Solo natural (adaptado de Nunes, 2002)

O cultivo de plantas de cobertura no solo construído pode gerar efeitos positivos no processo de regeneração deste, mas convém ressaltar que este é um processo lento que demanda tempo para se tornar um ecossistema novamente equilibrado.

#### 4. CONCLUSÕES

Após 5 anos de condução do experimento há uma diminuição dos valores de resistência mecânica à penetração na maioria das camadas de solo, nos tratamentos Hemártria (T1), Grama Tifton (T2), Pensacola (T3) e Braquiária brizantha (T4), comparado ao solo construído e sem cobertura vegetal.

Tanto a Hemártria (T1) quanto a Grama Tifton (T2) apresentam valores semelhantes ao solo natural nas camadas superficiais, indicando melhorias na qualidade física do solo.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGPC – **FAO Crop and Grassland Service**, Capturado em 20 de fevereiro de 2008, Online. Disponível na internet: <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/>.

BELTRAME, L. F. S. et al. Estrutura e compactação na permeabilidade de solos do Rio Grande do Sul. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.5, p.145-149, 1981.

CARANACHE, A. PENETRA - generalized semi-empirical model estimating soil resistance to penetration. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.16, p.51-70, 1990.

COOK, B.G.; PENGELLY, B. C.; BROWN, S. D.; DONNELLY, J. L.; EAGLES, D. A.; FRANCO, M. A.; HANSON, J.; MULLEN, B. F.; PATRIDGE, I. J.; PETERS, M.; SCHULTZE-KRAFT, R. **Tropical Forages: an interactive selection tool**. CSIRO, DPI&F (qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Austrália. Capturado em 19 de junho de 2009, Online. Disponível na internet: <http://www.tropicalforages.info/>.

DERNER, J.D.; BRISKE, D.D.; BOUTTON, T.W. Does grazing mediate soil carbon and nitrogen accumulation beneath C<sub>4</sub>, perennial grasses along an environmental gradient? **Plant and Soil**, The Hague, v. 149, p 147-156, 1997.

DIAS JÚNIOR, M. S. ; FERREIRA, M. M.; FONSECA, S.; SILVA, A. R.; FERREIRA, D. F. Avaliação quantitativa da sustentabilidade estrutural dos solos em sistemas florestais na região de Aracruz-ES. **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, n.4, p.371-380, 1999.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. [editores técnicos, Humberto Gonçalves dos Santos et al.]2ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306p.

MACHADO, A. A. 2001. **Sistema de análise estatística para Windows (WINSTAT)**, Pelotas-RS, Universidade Federal de Pelotas, CD.

NUNES, M. C. D. **Condições físicas de solos construídos na área de mineração de carvão de Candiota-RS**. Pelotas-RS, 2002. 130f. Dissertação (Mestrado em Solos). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel - Universidade Federal de Pelotas, 2002.

STOLF, R., FERNANDES, J., FURLANI, V. L. Penetrômetro de impacto. IAA/Planalsucar – Stolf; recomendação para uso. **Revista STAB**, v.1, n.3, p.18-23, 1983.

WOHLENBERG, E. V., REICHERT, J. M., REINERT, D. J., BLUME, E. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação e em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.891-900, 2004.