

## COMPRESSIBILIDADE DE UM SOLO CONSTRUÍDO SOB DIFERENTES EVENTOS DE TRÁFEGO DE MÁQUINAS EM ÁREA DE MINERAÇÃO DE CARVÃO

JEFERSON PRASS PIMENTEL<sup>1</sup>; CLÁUDIA LIANE RODRIGUES DE LIMA<sup>2</sup>;  
FABRÍCIO DA SILVA BARBOZA<sup>3</sup>; LUIZ FERNANDO SPINELLI PINTO<sup>2</sup>; THAIS  
MURIAS JARDIM<sup>2</sup>; ELOY ANTONIO PAULETTO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – jefersonprass@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – clrlima@yahoo.com.br; lfspin@uol.com.br;  
thais.murias@hotmail.com

<sup>3</sup>Instituto Federal Sul-rio-grandense - Bagé – f.barboza@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – pauletto\_sul@yahoo.com.br

### 1. INTRODUÇÃO

No município de Candiota (RS) o carvão utilizado para geração de energia é extraído do subsolo no processo de lavra a céu aberto, gerando degradação ambiental. Até a década de 90 não era realizado processo de recuperação das áreas. Essas áreas totalizam aproximadamente 200 hectares, e estão localizadas na denominada malha II (passivo ambiental). Atualmente estas áreas vêm sendo recuperadas através da retirada da vegetação (eucaliptos) e colocação, na superfície, de uma camada de solo (horizonte B) e retirada da frente da lavra do carvão, originando o solo construído.

O processo de inserção de “topsoil substitute” sobre a camada de material remanescente envolve o intenso tráfego de máquinas pesadas, tornando importante o conhecimento dos valores de capacidade de suporte de carga, da susceptibilidade à compactação e do grau de compactação. Estes indicadores podem auxiliar na escolha de máquinas que exerçam menores pressões e na redução do impacto causado à qualidade estrutural de solos agrícolas (KONDO; DIAS JUNIOR, 1999; HORN; FLEIGE, 2003; MOSADDEGHI et al., 2003). A pressão de pré-consolidação pode ser considerada como um indicativo da capacidade de suporte de carga, onde a aplicação de pressões maiores gera deformações e ocasionam a compactação adicional do solo. De acordo com REIS (2014), a  $\sigma_p$  e o IC são indicadores quantitativos da sustentabilidade estrutural podendo ser utilizado como um parâmetro na avaliação da qualidade dos solos construídos. O objetivo do trabalho foi avaliar parâmetros compressivos em solo construído sob diferentes intensidades de tráfego de máquinas utilizadas na recomposição da camada superficial, em área de mineração de carvão de Candiota (RS).

### 2. METODOLOGIA

O estudo localiza-se na região da Campanha do Rio Grande do Sul, em uma área antiga de mineração de carvão da Companhia Rio-grandense de Mineração (CRM) (malha II - passivo ambiental), no município de Candiota, RS. Os cones de solo foram aplainados originando uma camada de 0,70 m de material (horizonte B do solo da frente de mineração atual (45-50% de argila)), constituindo um “topsoil substitute”. Sobre esse foi simulado seis tratamentos baseados em diferentes passadas do trator de esteira, modelo D8T da Caterpillar® com peso de 38 T, potência de 259 KW, comprimento da esteira sobre o solo de 3,20 m, largura da esteira de 0,56 m e área de contato das esteiras com o solo de 3,6 m<sup>2</sup>.

Os tratamentos foram constituídos de 0, 1, 3, 5, 8 e 12 passadas do trator de esteira, caracterizando os tratamentos T0, T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente. As coletas das amostras de solo foram realizadas, ao longo de uma transecção de 12 m, em 5 pontos na linha (T1, T2, T3, T4 e T5) e um ponto fora da linha das passadas do trator (T0). Foram coletadas amostras indeformadas com anéis de 7 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura para a avaliação da pressão de pré-consolidação ( $\sigma_p$ ), densidade do solo na pressão de pré-consolidação ( $D_{\sigma p}$ ), índice de compressão (IC) e densidade inicial do solo ( $D_{si}$ ). Para o ensaio de compressibilidade, as amostras foram saturadas por capilaridade, durante 48 h, sendo posteriormente, submetidas à tensão de 10 kPa e, equilibradas em câmaras de pressão de Richards. Após o equilíbrio, cada amostra foi pesada e submetida ao ensaio de compressão uniaxial, em um consolidômetro automático Modelo CNTA-IHM/BR (Masquetto Automação Agrícola), sendo aplicadas as pressões sucessivas e estáticas de 25, 50, 100, 200, 400, 800 e 1.600 kPa. Desta forma, foram elaboradas as curvas de compressão para avaliação da pressão de pré-consolidação (DIAS JÚNIOR; PIERCE, 1995) e do índice de compressão, conforme CASAGRANDE (1936). Para eliminar o efeito da compactação inicial do solo, os valores de densidade foram normalizados, dividindo-se a densidade obtida ao final da aplicação de cada carga ( $D_s$ ) pela densidade inicial do solo ( $D_{si}$ ).

Os dados, após submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar sua distribuição normal, foram submetidos à ANOVA, considerando o delineamento inteiramente casualizado, (6 tratamentos e 4 repetições), sendo testada a hipótese  $H_0$  a 5% de probabilidade de erro. Posteriormente, o teste de DUNCAN foi realizado para identificar diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 1 que os valores médios da pressão de pré-consolidação ( $\sigma_p$ ), de modo geral, aumentaram com o incremento dos eventos de tráfego. Comparando os valores do T0 e T1, houve elevação da  $\sigma_p$  em 115 kPa, na camada de 0,00 a 0,10 m e em 92,88 kPa na camada de 0,10 a 0,20 m. A densidade na pressão de pré-consolidação ( $D_{\sigma p}$ ), que representa a densidade limite que o solo pode apresentar sem que haja incremento de compactação, apresentou-se semelhante à  $\sigma_p$ , onde na camada superficial, ocorreu um aumento de  $0,28 \text{ Mg m}^{-3}$  e na subsuperficial de  $0,25 \text{ Mg m}^{-3}$  (T0 para T1). Na camada subsuperficial, entretanto, ocorreu uma aumento significativo dos valores de  $D_{\sigma p}$  do T1 para T2 ( $0,07 \text{ Mg m}^{-3}$ ) não existindo diferenças significativas entre T2 a T5, concordando com VELLAR (2012). Com relação ao índice de compressão (Tabela 1) verifica-se que os valores são maiores em T0 na camada superficial e em T2 na camada subsuperficial do solo resultado também semelhante ao de VELLAR (2012) O tratamento T0 apresentou menor densidade inicial (Tabela 1), maior suscetibilidade à compactação e menor capacidade de suporte de carga ( $\sigma_p$ ).

Tabela 1 - Pressões de pré-consolidação ( $\sigma_p$ ), densidade do solo na tensão de pré-consolidação ( $D_{\sigma p}$ ), índice de compressão (IC) e densidade do solo inicial ( $D_{si}$ ), de um solo construído submetido a eventos de tráfego, na camada de 0,00 a 0,10 m e 0,10 a 0,20 m em Candiota-RS.

Tratamentos	$\sigma_p$ (kPa)	$D_{\sigma p}$ ( $\text{Mg m}^{-3}$ )	IC	$D_{si}$ ( $\text{Mg m}^{-3}$ )
-------------	------------------	---------------------------------------	----	---------------------------------

Camada 0,10 a 0,20 m							
T0	70,330	b	1,33	b	0,35	a	1,22 e
T1	185,33	a	1,61	a	0,32	ab	1,50 c
T2	189,04	a	1,61	a	0,28	b	1,50 c
T3	171,42	a	1,56	a	0,30	b	1,48 d
T4	192,83	a	1,65	a	0,28	b	1,57 a
T5	204,67	a	1,61	a	0,30	b	1,51 b
Camada 0,10 a 0,20 m							
T0	54,04	c	1,33	c	0,33	a	1,22 f
T1	146,92	b	1,58	b	0,35	a	1,47 e
T2	185,08	a	1,65	a	0,30	ab	1,50 d
T3	188,08	a	1,66	a	0,30	ab	1,51 c
T4	198,33	a	1,77	a	0,31	ab	1,60 a
T5	192,25	a	1,66	a	0,26	b	1,57 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5%. T0 = 0 passada; T1 = 1 passada; T2 = 3 passadas; T3 = 5 passadas; T4 = 8 passadas; T5 = 12 passadas.

Analisando a Figura 1 e Tabela 1 observa-se que o tratamento com maior comportamento elástico foi o T4 para 0,00 a 0,10 m e T5 na camada de 0,10 a 0,20 m, pois estes apresentam maior  $\sigma_p$ . Em ambas as camadas, o T0 apresentou maior variação dos valores de densidade, ou seja, para a pressão de 1.600 kPa a densidade normalizada atingiu valores em torno de 1,50 Mg.m<sup>-3</sup>; enquanto que as demais densidades permaneceram próximas, com valores finais entre 1,21 a 1,33 Mg.m<sup>-3</sup> (Figura 1).

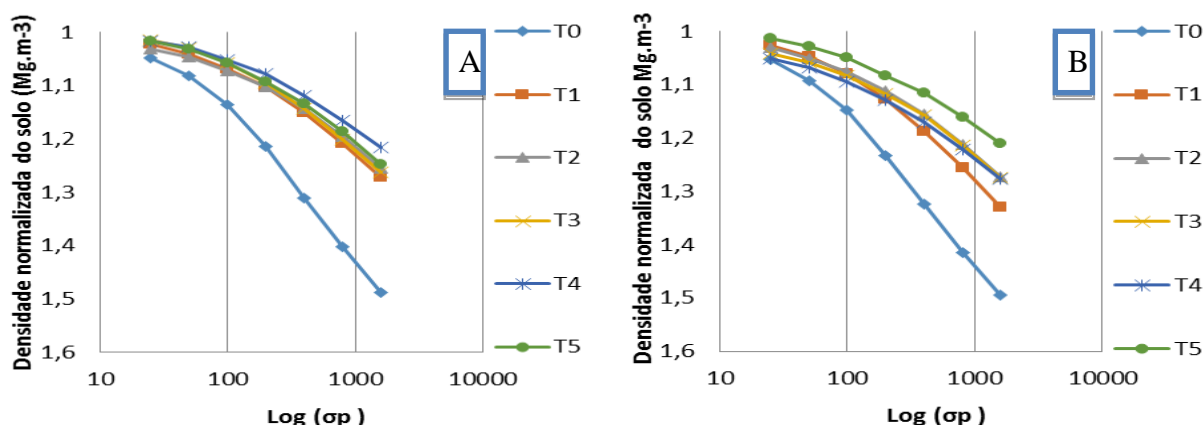


Figura 1 - Curvas de compressão uniaxial normalizadas para um solo construído, submetido a eventos de tráfego, na camada de 0,00 a 0,10 m (A) e 0,10 a 0,20 m (B), em Candiota-RS.

#### 4. CONCLUSÕES

Na camada superficial e subsuperficial, respectivamente, a partir do primeiro e terceiro evento de tráfego houve alteração dos valores de pressão de pré-consolidação e de densidade na pressão de pré-consolidação. Os valores de densidade inicial foram menores do que os considerados críticos e avaliados a partir da pressão de pré-consolidação.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASAGRANDE, A. The determination of the pre-consolidation load and its practical significance. In: International conference on soil mechanics and foundation engineering, D-34, 1936, Cambridge. **Proceedings...** Cambridge, Harvard University, p.60-64, 1936.

DIAS JÚNIOR, M.S.; PIERCE, F.J. A simple procedure for estimating preconsolidation pressure from soil compression curves. **Soil Technology**, v.8, p.139-151, 1995.

HORN, R.; FLEIGE, H. A method for assessing the impact offload on mechanical stability and on physical properties of soils. **Soil and Tillage Research**, v.73, p.89-99, 2003.

KONDO, M.K.; DIAS JUNIOR, M.S. Compressibilidade de três Latossolos em função da umidade e uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.23, n.2, p.211-218, 1999.

MOSADDEGHI, M.R.; HEMMAT, A.; HAJABBASI, M. A.; ALEXANDROU, A. Pre-compression stress and its relation with the physical and mechanical properties of a structurally unstable soil in central Iran. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam v.70, p.53-64, 2003.

REIS, D.A.; LIMA C.L.R.; PAULETTO E.A. Resistência tênsil de agregados e compressibilidade de um solo construído com plantas de cobertura em área de mineração de carvão de Candiota-RS. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.38 n.2, p 669-678. 2014.

VELLAR, R.M. De L. **Tráfego de máquinas e parâmetros físicos de um solo construído na área de mineração de carvão em Candiota-RS**. 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado em Solos). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas.