

# RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DO SOLO EM ÁREA DE PRODUÇÃO ARROZ-SOJA

Patrick Morais Veber<sup>1</sup>; Marcos Vale Bueno<sup>2</sup>; Henrique Michaelis Bergmann<sup>3</sup>; Alexsandra Soares de Campos<sup>4</sup>; José Maria Barbat Parfitt<sup>5</sup>; Rita de Cássia Fraga Damé<sup>6</sup>.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., Terras baixas, Sistematização.

## INTRODUÇÃO

A agricultura no Rio Grande do Sul é uma importante fonte de alimentos para o país inclusive com excedentes para exportação, possuindo impacto direto na economia do Estado (FEE, 2015), sendo parte significativa produzida nas áreas de terras baixas.

Estas áreas são utilizadas para o cultivo de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.), soja (*Glicine max* L.) e pecuária extensiva. Segundo CONAB (2018) o Rio Grande do Sul produziu 8.236.100 toneladas de arroz na safra 2017/2018, sendo o estado que mais produz este cereal no Brasil.

As terras baixas da região Sul do Rio Grande do Sul são basicamente constituídas por solos hidromórficos, sendo o Planossolo o mais importante, que por sua natureza possuem drenagem deficiente, devido ao relevo plano a suavemente ondulado e ser assentados sobre uma camada praticamente impermeável (horizonte B).

A prática do preparo do solo com arado, grade, plaina e com o solo sob condições de alagamento durante o período de irrigação do arroz, faz com que surja um efeito antrópico na compactação do solo (KERTZMANN, 1996).

Desta forma o estudo da resistência a penetração se faz importante, pois é um dos principais indicadores do estado de compactação do solo, podendo ser descrita fisicamente como o esforço de reação que o solo oferece à pressão de penetração de uma haste do penetrômetro com ponta cônica, cuja área é conhecida, simulando a reação do solo ao crescimento radicular (MORAES et al., 2011).

Experimentos mostram que, em solos fisicamente degradados, a resistência do solo à penetração é uma das propriedades físicas que frequentemente restringe o crescimento das raízes e conseqüentemente reduzem a parte aérea das plantas, e a produtividade (COLLARES et al., 2006).

Portanto, o objetivo do trabalho foi determinar a variabilidade espacial da resistência a penetração no solo em três profundidades em área cultivada com arroz e soja em rotação.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental possui 17,68 hectares e pertence a empresa Agropecuária Canoa Mirim S/A, localizada no município de Santa Vitória do Palmar, Rio Grande do Sul (33°12'12,75" S, 53°14'37,65" O). O solo dessa área, segundo Streck et al. (2018), é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico Solódico e o clima característico da região por Köppen é do tipo Cfa.

A área foi sistematizada em plano sem declividade no ano de 2016, utilizando equipamento GNSS com correção RTK.

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola, mestrando do PPG Manejo e Conservação do Solo e da Água da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel / sem número, Capão do Leão, RS. Universidade Federal de Pelotas – patrick.veber@hotmail.com

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola, doutorando do PPG Recursos Hídricos da Universidade Federal de Pelotas – eng.marcosbuenos@gmail.com

<sup>3</sup> Engenheiro Agrícola, mestrando do PPG Recursos Hídricos da Universidade Federal de Pelotas – henriquembergmann@gmail.com

<sup>4</sup> Tecnóloga em Geoprocessamento e graduanda de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas – alexsandra1\_sc@yahoo.com.br

<sup>5</sup> Engenheiro Agrícola, pesquisador da Embrapa Clima Temperado – jose.parfitt@embrapa.br

<sup>6</sup> Engenheira Agrícola, professora da Universidade Federal de Pelotas – ritah2o@hotmail.com

O histórico da área se dá com o cultivo de soja na safra agrícola 2016/2017, cultivo de arroz irrigado na safra 2017/2018 e cultivo de soja na safra 2018/2019, configurando um sistema de rotação de cultura soja-arroz, onde o sistema de cultivo empregado foi o plantio direto.

Foram realizadas as coletas de solo após a colheita do arroz na safra 2017/2018. Para tal foi instalada uma malha regular de 100 pontos georreferenciados ao longo da área em estudo, com intuito de amostrar a resistência a penetração do solo.

Para isto, foi utilizada metodologia de Stolf (1991) através do penetrômetro de impacto do tipo Stoler (Equações 1 e 2) para as camadas sub-superficiais de 0,0 - 0,10 m, 0,10 - 0,20 m e 0,20 - 0,30 m de profundidade. Em todos os pontos foram retiradas amostras de solo para a obtenção da umidade gravimétrica.

$$N^{\circ} \text{ de impactos } dm^{-1} = \frac{n^{\circ} \text{ de impactos}}{Z} \times 10 \quad (1)$$

$$F = (5,6 + 6,89 \times N) \times 0,0981 \quad (2)$$

Onde:

$N^{\circ}$  impactos  $dm^{-1}$  é o número de impactos por decímetro;

$n^{\circ}$  impactos é o número de impactos;

Z é a profundidade (cm);

F é a resistência mecânica a penetração (MPa);

N é o número de impactos por decímetro.

Após, foram realizados os mapas temáticos da distribuição espacial da resistência a penetração do solo e umidade gravimétrica, onde foram gerados por meio de interpolação pelo inverso do quadrado das distâncias (IDW) através do software GS+.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 observa-se as estatísticas descritivas da umidade gravimétrica do solo e da resistência à penetração nas camadas de 0,0 - 0,10 m, 0,10 - 0,20 m, 0,20 - 0,30 m, a partir disto foram realizados mapas temáticos destas mesmas variáveis.

**Tabela 1** – Estatística descritiva da umidade gravimétrica (%) e da resistência à penetração do solo (MPa) na área experimental da Agropecuária Canora Mirim em Santa Vitória do Palmar, RS.

	Média	D.P.	C.V.	Mínimo	Máximo	Assimetria	Curtose
Umidade	17,03	2,61	15,33	9,34	24,41	0,39	0,62
RP 1	1,93	1,13	58,67	0,55	6,04	0,78	1,49
RP 2	2,58	0,95	36,70	1,27	6,77	1,17	3,36
RP 3	2,17	0,69	31,91	1,15	4,29	0,85	0,47

RP 1 – Resistência a penetração na camada de 0,0 – 0,10 m; RP 2 – Resistência a penetração na camada de 0,10 – 0,20 m  
RP 3 – Resistência a penetração na camada de 0,20 – 0,30 m; D.P. – Desvio Padrão; C.V. – Coeficiente de Variação.

De acordo com os resultados de umidade obtidos, verifica-se que há grande uniformidade da umidade gravimétrica ao longo da área, possivelmente com pouca influência sobre os valores de resistência à penetração por conta de locais mais úmidos ou mais secos (Figura 1).

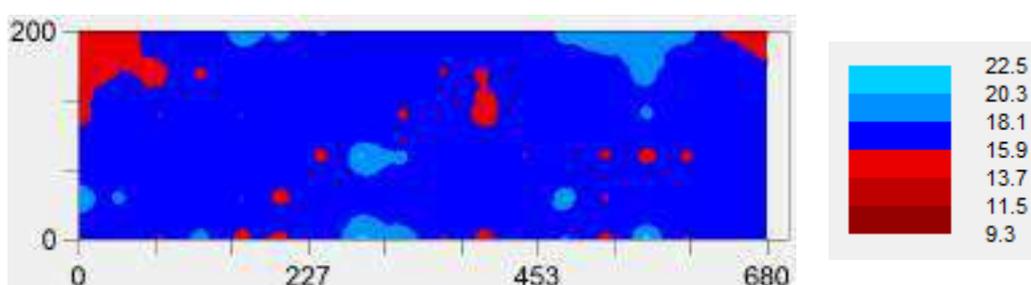
Contudo, a camada de 0,10 - 0,20 m é a que apresenta o valor mais elevados de resistência à penetração (Tabela 1), porém todas as camadas possuem pontos com elevados valores de resistência a penetração, inferindo-se que a escarificação do solo seria uma prática recomendável.

Também, pode-se observar que, apenas a camada superficial não encontra-se dentro do

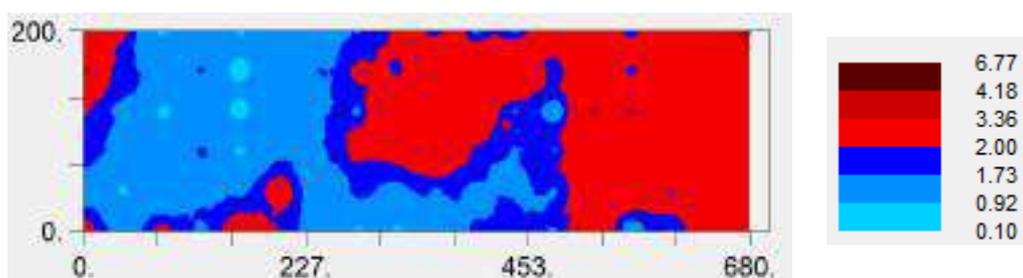
patamar de 2 MPa, considerado limitante ao crescimento de raízes de acordo com Arshad et al., 1996.

Na Figura 2 consta o mapa de resistência à penetração na camada de 0,0 - 0,10 m, verifica-se que aproximadamente 50% da área em estudo encontra-se com valores acima de 2 MPa.

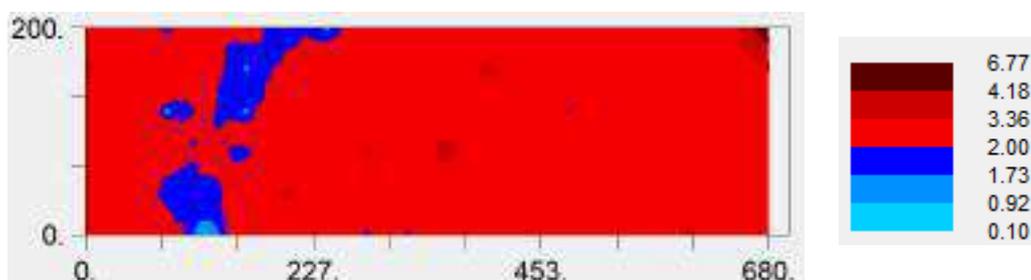
A Figura 3 representa a resistência à penetração na camada de 0,10 - 0,20 m, nota-se que nesta camada aproximadamente 90% da área encontra-se com valor acima de 2 MPa, ou seja, compactada, resultado mais preocupante do que a camada de 0,20 - 0,30 m (Figura 4), pois nesta profundidade o solo possui aproximadamente 65% da área total compactada.



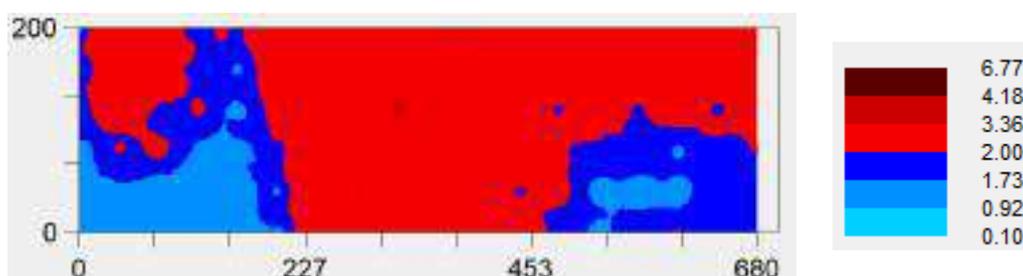
**Figura 1** – Mapa da umidade gravimétrica do solo.



**Figura 2** – Mapa de resistência do solo a penetração na camada de 0,0 - 0,10 m de profundidade.



**Figura 3** – Mapa de resistência do solo a penetração na camada de 0,10 - 0,20 m de profundidade.



**Figura 4** – Mapa de resistência do solo a penetração na camada de 0,20 - 0,30 m de profundidade.

Portanto, a camada de 0,10 - 0,20 m de profundidade (Figura 3) é a que apresenta maiores valores de resistência à penetração, podendo inferir que afetará diretamente a produtividade da área, pois as raízes não poderão explorar esta camada com intuito de absorver os nutrientes do solo. Resultado semelhante ao de Rodrigues (2015), que em áreas de terras baixas obteve seus maiores valores de resistência à penetração nesta mesma profundidade.

Pedrotti et al. (2001) avaliando uma área onde ocorre rotação de culturas arroz-soja, observou que tanto em área de preparo convencional quanto em área de plantio direto os valores de resistência a penetração principalmente para a camada de 0,10 - 0,20 m chegaram a 4,7 MPa.

Os mesmos autores também mencionam que o sistema de rotação arroz-soja é o que apresenta os maiores valores médios de resistência a penetração durante todo o perfil do solo.

Outro fato que decorre sobre os elevados valores de resistência a penetração é o sistema de cultivo, já que na área em estudo se faz o uso do plantio direto, pois a literatura relata que nesse sistema há predisposição do solo em aumentar sua acomodação, gerando elevados valores de resistência à penetração. Como também o tráfego de máquinas na área em condições de umidade elevada, contribuindo também para o maior adensamento do solo.

## CONCLUSÃO

Em área de terras baixas sistematizada com histórico de rotação arroz-soja há grande variabilidade espacial da resistência a penetração. A camada de 0,10 - 0,20 m de profundidade é a que apresenta maiores valores de resistência a penetração.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa ao primeiro autor. Para a Embrapa Clima Temperado e Universidade Federal de Pelotas pela disponibilidade de recursos necessários para este estudo e também a empresa Canoa Mirim pela disponibilidade da área de estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARSHAD, M.A.; LOWERY, B. & GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W. & JONES, A.J. Methods for assessing soil quality. Madison, **Soil Science Society America**. p.123-141, 1996.
- Características da agropecuária do RS. **Fundação de Economia e Estatística (FEE)**. 2015. Disponível em: <<https://www.fee.rs.gov.br/sinteseilustrada/caracteristicas-da-agropecuaria-do-rs/>>. Acesso em: 29 abr 2019.
- COLLARES, G. L.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R. Compactação de um Latossolo induzida pelo tráfego de máquinas e sua relação com o crescimento e produtividade de feijão e trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 32, p. 933-942, 2008.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v.5, n.5, p.61-113, 2018.
- KERTZMAN, F. F. Modificações na estrutura e no comportamento de um latossolo roxo provocados pela compactação. 1996. 153 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) **Faculdade de filosofia, letras e ciências humanas do departamento da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 1996.
- MOURA, J. C.; BARBOSA, M. A. B.; CARDOSO, S. S. Interferência da compactação do solo no manejo de altas produtividades na cultura da soja. **Nucleus**. v. 16, n. 1, p. 205-213, 2019.
- MORAES, M. T.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; SILVA, V. R. Correção da resistência a penetração em função do conteúdo de água em um latossolo vermelho. **XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Anais Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas, Uberlândia – MG, 2011.
- PEDROTTI, A.; PAULETTO, E. A.; CRESTANA, S.; FERREIRA, M. M.; DIAS JUNIOR, M. S.; GOMES, A. S. TURATTI, A. L. Resistência mecânica à penetração de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 25, p. 521-529, 2001.
- RODRIGUES, F. A. **Avaliação de sistemas de implantação de soja em áreas típicas de cultivo de arroz irrigado**. 2015. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n.2, p.229-35, 1991.