

RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DE UM PLANOSOLO SUBMETIDO À ESCARIFICAÇÃO NO SUL DO RIO GRANDE DO SUL

THAMYRES MAYCA SOARES¹; MAICO DANÚBIO DUARTE ABREU²;
VALDENIR PEREIRA MORAIS³; ANGÉLICA KONRADT GÜTHS⁴; ROBERTO
LILLES TAVARES MACHADO⁵; CLÁUDIA LIANE RODRIGUES DE LIMA⁶

¹Universidade Federal de Pelotas - thamyresmayca@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas - maicodanubio@yahoo.com.br

³Universidade Federal de Pelotas - valdenir.valmo@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas - angelica-kg1@hotmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas - rilles3@gmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas - crlima@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Na metade sul do Rio Grande do Sul, há predominância de Planossolos, sobretudo nas áreas de planícies aluviais. Conforme PINTO *et al.* (2004), esses solos apresentam um horizonte B textural com elevado grau de adensamento, havendo restrição significativa da infiltração de água, conferindo-lhe comportamento semelhante ao de uma camada praticamente impermeável.

A compactação do solo é um dos principais fatores limitantes à produtividade agrícola, especialmente em solos com baixa permeabilidade e drenagem deficiente, como os Planossolos. Segundo MACHADO *et al.* (2023) o aumento do nível de compactação proporciona o aumento da densidade, reduções da macroporosidade e porosidade total na camada subsuperficial do solo.

Com relação a indicadores de qualidade física do solo, a resistência mecânica do solo à penetração (RP) é um dos principais índices que geram restrições ao crescimento radicular. Associada à umidade, essa propriedade física permite inferir o estado estrutural do solo e sua capacidade de suporte à mecanização e ao desenvolvimento vegetal. Segundo FROUFE *et al.* (2022), indicadores físicos como a densidade e a RP são essenciais para avaliar o impacto de práticas de manejo sobre a estrutura do solo, destacando a importância da caracterização física para o manejo conservacionista e a sustentabilidade agrícola.

Devido a presença do horizonte com baixa permeabilidade e a sua suscetibilidade à compactação superficial, o Planossolo requer o monitoramento constante da estrutura física a fim de adequar a condição mecânica e orientar práticas de manejo, como a escarificação.

Segundo SANTOS *et al.* (2011), a escarificação é utilizada para romper camadas compactadas do solo, proporcionando maior infiltração de água e melhor desenvolvimento radicular. Esse manejo reduz a densidade e a resistência à penetração das raízes, favorecendo tanto o armazenamento quanto o movimento da água no perfil, o que resulta em condições mais adequadas para o crescimento das culturas.

Apesar da escarificação ser considerada uma prática conservacionista da estrutura física, REICHERT *et al.* (2009) advertem que seus efeitos não são permanentes, devido a capacidade de resiliência do solo de retornar, gradualmente, ao estado de compactação em razão da ação conjunta de fatores naturais, sobretudo fatores antrópicos, dos quais estão associados ao manejo inadequado.

O presente estudo tem como objetivo monitorar a evolução temporal do efeito de uma operação de descompactação mecânica de um Planossolo, no Centro Tecnológico do Chasqueiro, no município de Arroio Grande no sul do RS.

2. METODOLOGIA

A área experimental está localizada no município de Arroio Grande no sul do RS, coordenadas 32°11'05.1"S 52°57'37.0"W. O solo da área é classificado por SANTOS *et al.* (2025), como um Planossolo Háplico Eutrófico solódico (SXe) de textura franca (argila: 17%, silte: 36%, areia: 47%). A região possui um clima subtropical úmido (Cfa), conforme Köppen, com uma temperatura média anual de 17,8°C. Durante o verão, a média das temperaturas máximas aproxima-se de 29°C, enquanto no inverno, a média das mínimas é de aproximadamente 8°C, com precipitação de 140 mm mês⁻¹ e anual de 1.366 mm (INMET, 2025).

Foram estabelecidas 12 parcelas de 28 x 4 m, identificadas em ordem crescente, com tratamento de escarificação a 0,25 m de profundidade no ano de 2023 e posterior pousio até a semeadura da soja no mês de novembro, que ocorreu em toda a área de estudo. Esse trabalho aborda um recorte dos dados, focados nas parcelas P6 e P7, com escarificação correspondente nos meses de junho e julho, respectivamente.

Para determinação da RP utilizou-se a orientação linear de um transecto, com um penetrômetro digital modelo PLG1020, Falker®, com armazenamento eletrônico de dados, configurado com resolução de 0,025 m, com haste tipo 2, dotada de uma ponta cônica de área 12,83 mm⁻², a qual suporta uma força de 7.700 kPa a um ângulo de ataque de 30° e profundidade máxima de até 0,60 m. Obteve-se a umidade volumétrica do solo, por camadas a cada 0,15 m, com o auxílio de medidor eletrônico de umidade, modelo HidroFarm - HFM2030, Falker®, expressa em percentual, sendo tabulada com média do perfil por não apresentar diferença estatística.

A RP foi determinada nos meses de maio (nenhuma parcela estava escarificada), em outubro de 2023 e abril de 2024 (ambas mobilizadas seguidas de pousio), com tabulação de dados realizada a cada 0,10 m em profundidade de até 0,30 m.

Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas, permitindo monitoramento das propriedades físicas do solo através da análise da variância com médias comparadas pelo método Tukey a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A parcela 6 (P6), com leitura em abril de 2024, apresentou o menor teor de umidade ($U_v = 27,0\%$), momento em que houve a determinação da RP, conforme é apresentado na Tabela 1, registrando o valor mais elevado e estatisticamente superior de RP (2397 kPa) até a profundidade de 0,30 m, quando comparada aos meses de maio e outubro de 2023. O mesmo se repete na P7 na profundidade de 0,20 m, que apresenta $U_v = 30,0\%$ no ensaio de abril. Embora não apresentasse diferença significativa na umidade, ela foi suficiente para gerar variações elevadas na resistência mecânica do solo, evidenciando alta sensibilidade às flutuações de umidade deste Planossolo.

Houve um aumento gradativo na resistência em profundidade nas parcelas em foco, especialmente quando observa-se a profundidade de 0,20 m por apresentar elevação nos valores de RP à medida que ocorresse distanciamento do período de operação de escarificação realizado nos meses de junho e julho do ano de 2023, comprovado pela diferença estatística, quando analisada em cada parcela.

Avaliando os pontos de maior profundidade, a RP exibiu valores elevados, frequentemente ultrapassando os 2000 kPa (ou 2 MPa). Segundo TAYLOR *et al.* (1966), o valor 2,0 MPa, imposto pela resistência mecânica do solo à penetração, tem sido adotado como valor crítico ao desenvolvimento de raízes, com restrições ao desenvolvimento radicular das culturas agrícolas.

Tabela 1 – Valores médios obtidos em três momentos de avaliação da resistência à penetração (RP) de um Planossolo, no Centro Tecnológico do Chasqueiro, no município de Arroio Grande no sul do RS

Parcelas	P6 [Mai/23]	P6 [Out/23]	P6 [Abr/24]	P7 [Mai/23]	P7 [Out/23]	P7 [Abr/24]
Uv_{méd.}, %	34,0	31,0	27,0	35,0	32,0	30,0
Prof., m		RP, kPa				
0,00	63 bB	56 bC	105 aA	38 bC	56 bB	120 aA
0,10	784 aA	273 bC	778 aB	456 bB	326 cC	612 aA
0,20	1211 bB	668 cC	2397 aA	1197 bB	932 bC	2113 aA
0,30	1215 bC	1291 bB	1610 aA	1256 bC	1604 aA	1398 abB

*Conforme o teste de Tukey, as letras iguais significam que não houve diferença significativa entre os tratamentos, já letras diferentes indicam diferença estatística. Letras maiúsculas compararam dados entre todas as determinações da RP na mesma profundidade e mesma parcela, enquanto minúsculas entre todas as determinações da RP na mesma profundidade em todas as parcelas.

Na RP determinada em abril/24, as parcelas tiveram um aumento da resistência mecânica que superou 2000 kPa em 0,20 m, indicando um severo impedimento físico nesta profundidade. Esta compactação subsuperficial pode restringir as raízes a uma camada mais superficial do solo, limitando o acesso da planta à água e nutrientes armazenados em perfis mais profundos, o que representa um risco agronômico, especialmente durante períodos de estiagem.

A escarificação foi eficaz em reduzir imediatamente a resistência à penetração do Planossolo. No entanto, os benefícios apresentaram-se temporários, uma vez que os resultados evidenciam que o processo de reconsolidação do solo inicia-se nos meses subsequentes à operação, sugerindo que a janela de tempo em que a descompactação é efetiva é limitada. A maior RP observada na P6 escarificada há mais tempo (junho) comprova a natureza efêmera da descompactação mecânica nas condições estudadas, sendo este um fator crítico para o planejamento agrícola.

Os resultados do presente estudo encontram-se semelhantes aos observados por ABREU *et al.* (2024), em experimento de Planossolo escarificado seguido de pousio até a época do plantio de soja. Os autores relatam que o manejo promoveu uma diminuição significativa na resistência à penetração nos primeiros meses, e, contudo, esse efeito não se sustentou ao longo do tempo e, a partir dos meses subsequentes, foram verificados aumentos graduais na resistência do solo à penetração, sugerindo que a descompactação promovida pela escarificação é de caráter transitório.

O estudo reforça a importância do manejo físico do solo em sistemas agrícolas, especialmente em áreas com Planossolos. A adoção de práticas conservacionistas e o monitoramento periódico são essenciais para garantir a sustentabilidade do solo.

4. CONCLUSÕES

A escarificação promoveu desagregação inicial da estrutura do solo, mas os efeitos não se mantiveram ao longo do tempo, especialmente nas camadas superficiais. Neste estudo a compactação observada nas profundidades de 0,10 e 0,20 m não evidencia resistência que ocasiona impedimento de expansão radicular da maioria das culturas na camada arável.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. D. D.; GÜTHS, A. K.; FERREIRA, E. S.; PETER, C. N.; TREIN, C. R.; LIMA, C. L. R. Resistência à penetração de um Planossolo submetido à descompactação em uma área de plantio direto. In: **REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO**, 15., 2024, Passo Fundo. Anais... Passo Fundo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2024.

FROUFE, L. C. M.; KALIL FILHO, A. N.; BOGNOLA, I. A.; AGUIAR, A. V.; OLIVEIRA, E. B.; FOWLER, J. A. P. Soil resistance and multivariate analysis as an auxiliary method for selecting *Calophyllum brasiliense* progenies. **Revista Árvore**, v. 46, e4625, 2022. DOI: 10.1590/1806-908820220000025

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Dados Históricos Anuais**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 18 jun. 2025.

MACHADO, T. M.; SOUZA, C. M. A. DE; ARCOVERDE, S. N. S.; CHAGAS, A.; OLSZEWSKI, N.; CORTEZ, J. W. Níveis de compactação e sistemas de preparo sobre atributos físicos do solo e componentes de produção da soja. **Agrarian**, Dourados, v. 16, n. 56, e17037, 2023. DOI: 10.30612/agrarian.v16i56.17037

PINTO, L. F. S.; LAUS NETO, J. A.; PAULETTO, E. A. Solos de várzea do Sul do Brasil cultivados com arroz irrigado. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 75-95.

REICHERT, J. M.; KAISER, D. R.; REINERT, D. J.; RIQUELME, U. F. B. Variação temporal de propriedades físicas do solo e crescimento radicular de feijoeiro em quatro sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 3, p.310-319, 2009. DOI: 10.1590/S0100-204X2009000300013

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 6. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2025. 393 p.

SANTOS, M. S.; ALONÇO, A. S.; BAUMHARDT, A. B. Principais fatores que influenciam o desempenho de escarificadores. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.5, n.1, p.13-19, 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2009000300013

TAYLOR, H. M.; ROBERTSON, G. M.; PARKER, J. J. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. **Soil Science**, New York, v.102, p.18-22, 1966. DOI: 10.1097/00010694-196607000-00002