

## RELAÇÃO DA ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA COM USO DE PLANTAS DE COBERTURA SOBRE A RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DO SOLO

ALICIA B. DORNELES<sup>1</sup>, TIAGO R. FRANCETTO<sup>2</sup>, MARA GROHS<sup>3</sup>, EDUARDA YUMI AONO<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola, UFSM, Cachoeira do Sul/RS, [alicia.baumhardt@gmail.com](mailto:alicia.baumhardt@gmail.com)

<sup>2</sup> Eng. Agrícola, Prof. Dr. adjunto, Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas (LASERG), UFSM, Cachoeira do Sul/RS.

<sup>3</sup> Eng. Agrônoma, Dra. Pesquisadora, Estação Regional de Pesquisa IRGA, Cachoeira do Sul/RS.

<sup>4</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola, UFSM, Cachoeira do Sul/RS

Apresentado no  
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022  
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

**RESUMO:** Em solos de terras baixas existe a presença de camadas subsuperficiais compactadas, que restringem o desenvolvimento das raízes de culturas de sequeiro. Nesse sentido, o objetivo foi determinar o efeito da escarificação, associado a implantação de uma cobertura de solo na entressafra, sobre a resistência à penetração. O experimento foi conduzido na entressafra de 2021/22, composto pela interação de três fatores, sendo eles: preparo do solo, cobertura do solo e por diferentes camadas do solo. A escarificação foi realizada com um escarificador de cinco hastas parabólicas. A semeadura das plantas de cobertura foi em linha. Aos 41 dias após a dessecação da área, foi determinada a umidade gravimétrica, juntamente com a resistência à penetração do solo. Esta apresentou influência estatística dos fatores de forma isolada e nas interações múltiplas, não havendo significância na interação tripla. A escarificação juntamente com a cobertura do solo reduziram em 42,95 % os valores. Em todas as camadas estudadas, exceto na camada de 0,00 a 0,05 m, houve redução da resistência a penetração com o manejo da escarificação. No qual as culturas do azevém solteiro e em consórcio com trevo persa tiveram o melhor desempenho em reduzir essa variável.

**PALAVRAS-CHAVE:** descompactação, física do solo, planossolo.

## RELATIONSHIP OF MECHANICAL CHISELING WITH THE USE OF COVERAGE PLANTS ON THE RESISTANCE TO SOIL PENETRATION

**ABSTRACT:** In lowland soils there is the presence of compacted subsurface layers, which restrict the development of roots of rainfed crops. In this sense, the objective was to determine the effect of scarification, associated with the implantation of a ground cover in the off-season, on the penetration resistance. The experiment was conducted in the off-season of 2021/22, composed of the interaction of three factors, namely: soil preparation, soil cover and different soil layers. Scarification was performed with a five parabolic shank scarifier. The sowing of cover crops was in line. At 41 days after the desiccation of the area, the gravimetric moisture was determined, together with the resistance to soil penetration. This presented statistical influence of the factors in an isolated way and in the multiple interactions, with no significance in the triple interaction. Scarification together with ground cover reduced the values by 42.95%. In all studied layers, except for the 0.00 to 0.05 m layer, there was a reduction in penetration

resistance with the management of scarification. In which single ryegrass and intercropped with Persian clover had the best performance in reducing this variable.

**KEYWORDS:** decompaction, soil physics, flat soil

**INTRODUÇÃO:** De grande importância na base alimentar de bilhões de pessoas, o arroz (*Oryza sativa* L.) é o segundo cereal mais cultivado no mundo. O Brasil, na média de 2009/10, participa com 78% da produção do Mercosul e 70% da produção total nacional se concentra no estado do Rio Grande do Sul (RS) (SOSBAI, 2018), cultivado em quase toda sua totalidade no sistema inundado. Segundo Fin (2017), 5,4 milhões de hectares referem-se a terras baixas, em que 1,1 milhão é destinado ao monocultivo de arroz irrigado anualmente, em alguns casos, implementado pastagem com azevém no outono-inverno. E na busca por alternativas sustentáveis e eficientes de manejo da lavoura de arroz irrigado, têm se difundido a alternância com outras culturas, especialmente a soja (*Glycine max* (L.) Merri.). Porém, nesses solos de terras baixas, de forma intrínseca existe a presença de camadas subsuperficiais compactadas que restringem o desenvolvimento de algumas culturas, especialmente a soja, por dificultar a emergência das sementes e limitar o desenvolvimento das raízes, o que prejudica a exploração de nutrientes e água do solo. Tornando-se necessárias medidas para reduzir estes efeitos, sejam elas, realizadas no momento da semeadura, com a utilização de mecanismos que revolvam o solo, ou preparos anteriores à semeadura. Como resultado, a prática da escarificação vem ganhando adoção na maioria das propriedades, por romper a camada compactada e proporcionar produtividades de soja semelhantes às alcançadas em terras altas (GIACOMELI et al, 2016; MARCHESAN, 2016.). A cobertura vegetal tem como propósito proteger o solo, promover a ciclagem de nutrientes, aumentar o teor de matéria orgânica, melhorar a agregação e aeração do solo, proporcionando uma melhor condição química, física e biológica do solo (NICOLOSO et al., 2008). O uso de plantas de cobertura com raízes profundas, segundo Camargo e Alleni (1997), promove uma ruptura mais homogênea da camada compactada e é uma ótima ferramenta, uma vez que não seja suficiente a redução nas operações agrícolas e aplicação de métodos de descompactação mecânicos, para solucionar os problemas relacionados à estrutura do solo (JIMENEZ et al., 2008). Sendo assim, a utilização de mecanismos que proporcionem melhor estruturação do solo em consórcio com o cultivo de plantas de cobertura durante o período de inverno surge como uma alternativa para a estabilidade produtiva em terras baixas. Assim, o objetivo foi determinar o efeito da descompactação mecânica do solo, por meio da escarificação, associado a implantação de uma planta de cobertura na entressafra, sobre a resistência à penetração (índice de cone).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido na entressafra de 2021/22 na Estação Regional de Pesquisa do IRGA. O solo é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico Arênico (SANTOS et al., 2018). A caracterização textural do solo se deu através da coleta de amostras indeformadas a campo, com posterior análise no Laboratório do curso de Engenharia Agrícola, seguindo a metodologia proposta por EMBRAPA (2013). O solo foi classificado texturalmente como franco-siltoso, composto por 12,32% de argila, 55,17% de silte e 32,51% de areia. O experimento foi composto pela interação de três distintos fatores, sendo eles: manejo do solo (Fator 1, com dois níveis), plantas de cobertura (Fator 2, com seis níveis) e por diferentes camadas do solo (Fator 3, com quatro níveis) e o delineamento experimental foi de blocos ao acaso com parcela subdividida, com quatro repetições. O Fator 1, distribuído em oito faixas de 30 m de comprimento dentro da área experimental, parcela principal, o Fator 2, em cada faixa de forma casualizada, ocupando uma área útil de 25 m<sup>2</sup> (5 x 5 m) e o Fator 3, dentro de cada unidade experimental do Fator 2, sendo ambos uma subparcela da parcela principal. Na Tabela 1, são descritos os respectivos níveis de cada fator.

TABELA 1. Descrição dos fatores experimentais e seus respectivos

Níveis	Fatores		
	Preparo do solo	Cobertura do solo	Camadas (m)
1	Escarificação	Aveia preta (T1)	0,00-0,05
2	Não escarificação	Azevém (T2)	0,05-0,10
3	-	Azevém e Aveia preta (T3)	0,10-0,15
4	-	Azevém e Trevo (T4)	0,15-0,25
5	-	Pousio (T5)	-
6	-	Trevo-persa (T6)	-

A escarificação do solo foi realizada com um escarificador de cinco hastes parabólicas com ponteira estreita e espaçamento entre hastes de 0,25 m (Figura 4), regulado com uma profundidade de trabalho de 0,25 m, no dia 9/04/2021. Realizando juntamente a coleta de amostras de solo deformadas nas camadas, 0,00 a 0,05, 0,05 a 0,10, 0,10 a 0,15 e 0,15 a 0,25 m, em sete pontos distintos dentro da área experimental, a fim de determinar a umidade presente no solo durante a operação. Na Tabela 2, são apresentados os valores médios de umidade gravimétrica.

TABELA 2. Umidade gravimétrica média ( $U_g$ ) em função de diferentes camadas do solo

Camadas (m)	$U_g$ ( $g\ g^{-1}$ )
0,00 a 0,05	0,15
0,05 a 0,10	0,16
0,10 a 0,15	0,15
0,15 a 0,25	0,16

A semeadura das plantas de cobertura foi em linha, no sentido transversal a escarificação, realizada no dia 23/04/2021. A resistência mecânica do solo à penetração foi determinada utilizando um penetrômetro eletrônico da marca Falker, modelo PLG 1020, juntamente com a umidade gravimétrica ( $U_g$ ,  $g\ g^{-1}$ ), através da coleta deformada de solo. Após aquisição dos dados, os mesmos foram submetidos à análise estatística de variância e verificado a significância dos fatores através do teste F. Quando significativo o teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a nível de 5 % de probabilidade de erro.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A variável resistência à penetração apresentou influência estatística dos fatores de forma isolada e nas interações múltiplas, não havendo significância na interação tripla. A Figura 1, ilustra o comportamento da resistência à penetração (RP), juntamente com a umidade gravimétrica ( $U_g$ ) em função do preparo e cobertura do solo.

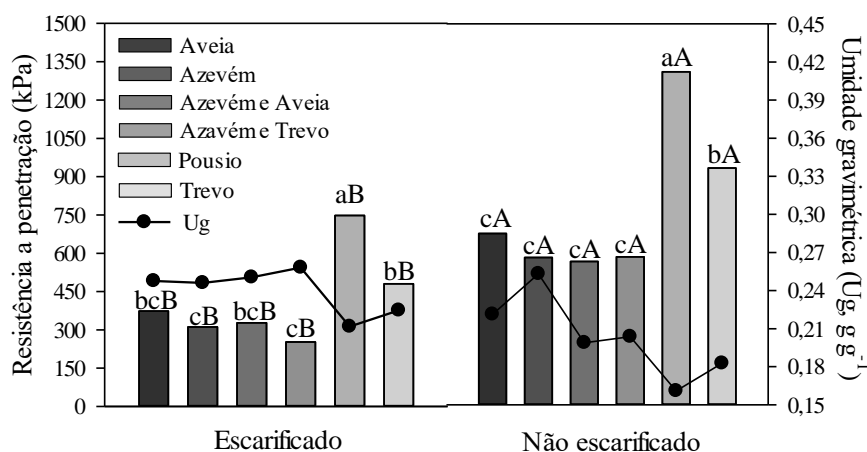


FIGURA 1. Resistência do solo à penetração (RP) e umidade gravimétrica (Ug) em função do preparo do solo e cobertura do solo. Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

A utilização da escarificação foi eficiente na redução da resistência à penetração, pois todos os tratamentos tiveram o valor de RP reduzido, em contrapartida, com os tratamentos que não obtiveram escarificação. Corroborando com os resultados encontrados por Giacomeli (2016), onde a escarificação do solo tem sido eficaz em reduzir a resistência mecânica à penetração, principalmente em Planossolos. Em relação à cobertura do solo, nos dois ambientes, escarificado e não escarificado, a maior média foi no tratamento sem cobertura (Pousio), evidenciando o efeito positivo das plantas de cobertura de reduzir a RP. Segundo Camargo e Alleni (1997), estas promovem uma ruptura mais homogênea da camada compactada e é uma ótima ferramenta, uma vez que não seja suficiente a redução nas operações agrícolas e aplicação de métodos de descompactação mecânicos, para solucionar os problemas relacionados à estrutura do solo (JIMENEZ et al., 2008). Ainda, Pedrotti et al (2001), em seu trabalho realizado com sucessão de culturas, azevém (outono-inverno) e arroz (verão), constatou uma diminuição nos valores de resistência mecânica à penetração ao longo do perfil do solo, devido a contribuição do azevém na estruturação do solo, seu denso sistema radicular fasciculados e vasta produção de matéria seca, que eleva a matéria orgânica e atividade biológica do solo. A RP e a Ug em função do preparo de diferentes camadas do solo, são apresentadas na Figura 2.

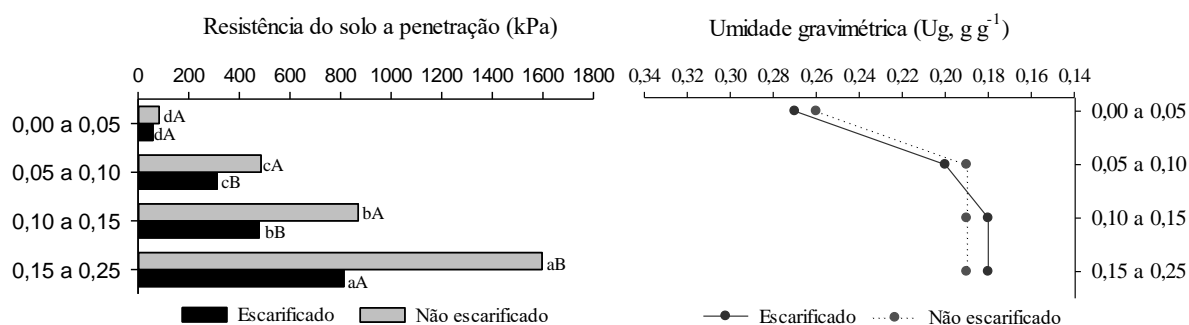


FIGURA 2. - Resistência do solo à penetração (RP) e umidade gravimétrica (Ug) em função do preparo do solo e diferentes camadas do solo. Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Em todas as camadas estudadas, exceto na camada de 0 a 5, apresentaram redução de RP com o manejo da escarificação. Fato, que pode estar associado a alteração das propriedades

mecânicas e físicas do solo após a escarificação, que tornam o solo nesta camada mais vulnerável à compactação pelo tráfego subsequente de máquinas, neste caso a semeadura, e à reconsolidação natural do solo como destacam Busscher et al. (2002). Em ambos ambientes, seja na área escarificada ou não escarificada, os maiores valores de RP estão na camada de 0,15 a 0,25 cm e os menores valores, na camada de 0,00 a 0,05 m. Giacomeli (2017), em seu trabalho realizado em um Planossolo, após a realização da escarificação, identificou menores valores de RP em todo o perfil do solo até a profundidade de trabalho regulado do equipamento que foi de 0,20 m, onde foi menor na superfície e maior em profundidade, corroborando com os resultados encontrados, visto, que no presente trabalho, a profundidade regulada foi de 0,25 m. Na Figura 3, é exibido a RP e Ug em função do uso de plantas de cobertura em diferentes camadas do solo.

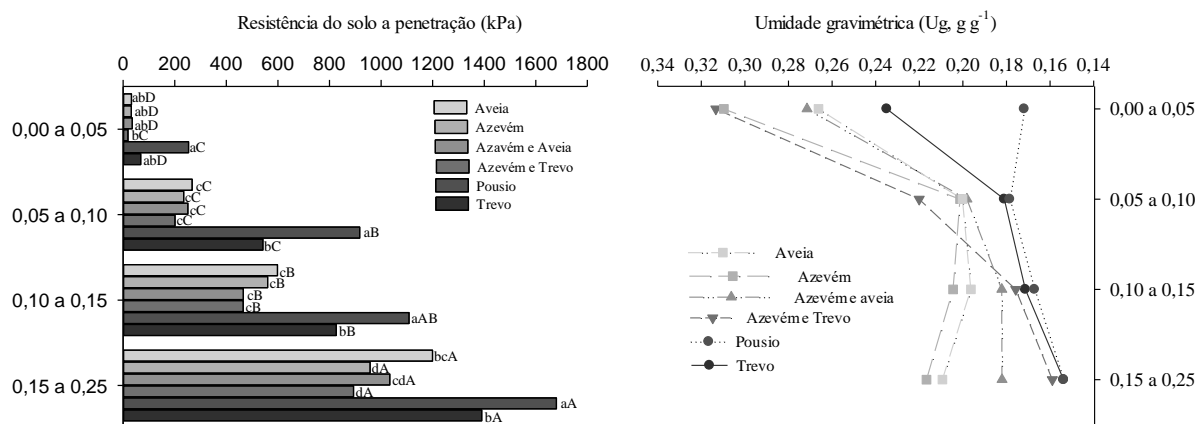


FIGURA 3. Resistência do solo à penetração (RP) e umidade gravimétrica (Ug) em função do uso de plantas de cobertura em diferentes camadas do solo. Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Em todos os tratamentos com plantas de cobertura foi aumentando o valor de RP da primeira camada para última, exceto no tratamento de pousio e consórcio azevém e trevo. Na camada de 0,00 a 0,05 m, a maior RP foi no tratamento pousio e a menor, no tratamento azevém e trevo. Na camada de 0,05 a 0,10 m e 0,10 a 0,15 m, o pousio novamente apresentou o maior valor de RP, seguido do tratamento trevo solteiro. Na última camada estudada, a RP foi maior no tratamento pousio, seguido do tratamento trevo. Anschau et al (2018) constatou no seu trabalho que a utilização de plantas de cobertura, foi eficiente em promover a redução da resistência à penetração do solo. Ainda, em relação a RP, independente do fator avaliado, ou seja, em todos os tratamentos, é possível perceber a intensa variação da RP com a mudança do teor de Ug no solo. Segundo Reichert et al. (2009), umidades próximas a 0,25 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> causam valores de RP inferiores a 1.500 kPa e umidades próximas a 0,15 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, podem alcançar valores de até 3.000 kPa, ou seja, quanto maior a umidade no momento das avaliações menores valores de RP. Outra condição importante de relatar, é que também não houve valores de RP maiores que 2000 kPa, valor considerado por Taylor et al. (1966), Corallares et al. (2011) e Júnior et al. (2020), como restritivo ao desenvolvimento radicular das plantas, em destaque a soja.

**CONCLUSÕES:** Nas condições desse trabalho, é perceptível, que independente do preparo do solo, as plantas de cobertura utilizadas, exceto o consórcio azevém e aveia, foram uma alternativa eficiente em reduzir a RP na camada superficial compactada (0,15 a 0,25 m), em relação ao ambiente sem cobertura do solo. A escarificação juntamente com a cobertura do solo, reduziram em 42,95 % os valores de resistência à penetração. Em todas as camadas estudadas, exceto na camada de 0,00 a 0,05 m, houve redução da RP com o manejo da escarificação. Sendo

as culturas do azevém solteiro e em consórcio com trevo persa, com melhor desempenho em reduzir essa variável.

**AGRADECIMENTOS:** Ao IRGA (Instituto Rio Grandense do Arroz) pela oportunidade de estágio e apoio financeiro durante a realização desse trabalho.

## **REFERÊNCIAS:**

ANSCHAU, Katiely Aline *et al.* Propriedades físicas do solo, características agronômicas e produtividade da soja em sucessão a plantas de cobertura. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 17, n. 3, p. 293-299, 2018.

BUSSCHER, W. J. *et al.* Recompaction of a coastal loamy sand after deep tillage as a function of subsequent cumulative rainfall. **Soil and Tillage Research**, v. 68, p. 49-57, 2002.

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, p. 132, 1997.

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997. 132p.

COLLARES, Gilberto. Compactação superficial de Latossolos sob integração lavoura-pecuária de leite no noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 41, n. 2, p. 246-250, 2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 2013.

FIN, Silvana Spaniol. **Manejo do solo e plantas de cobertura de inverno para o cultivo da soja em área de arroz irrigado**. 2017. 62 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2017.

GIACOMELI, R.; MARCHESAN, E.; SARTORI, G. M. S.; DONATO, G.; SILVA, P. R. F. da; KAISER, D. R.; ARAMBURU, B. B. Escarificação do solo e sulcadores em semeadora para cultivo de milho em Planossolos. **R. Pesq. agropec. bras**, v. 51, p 261-270, 2016.

GIACOMELI, R. Physical Properties and Crop Management for Corn in an Albaqualf. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 41, p. 1-14, 2017.

JIMENEZ, R. Crescimento de plantas de cobertura sob diferentes níveis de compactação em um Latossolo Vermelho. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.12, n.2, p.116–121, 2008.

JUNIOR, D.; BADINELLI, P.; MARCHEZAN, E. **Compactação do solo: um dos grandes desafios para o cultivo da soja em terras baixas**. Circular técnica n. 005, Instituto Rio Grandense do Arroz-IRGA, 2020.

MARCHESAN, E. Desenvolvimento de tecnologias para cultivo de soja em terras baixas. RECoDAF– **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 4-19, jan./jun. 2016.

NICOLOSO, R. da S.; AMADO, T. J. C.; SCHNEIDER, S.; LANZANOVA M. E.; GIRARDELLO V. C.; BRAGAGNOLO J. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1723- 1734, 2008.

PEDROTTI, A. *et al.* Resistência mecânica à penetração de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 3, p. 521-529, 2001.

REICHERT, José Miguel. Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop production in subtropical highly weathered soils. **Soil Tillage Res.**, v. 102, p. 242-254, 2009.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Porto Alegre, RS: SOSBAI, 2018; 192p.