

**RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM PASTO DE *Urochloa brizantha* SOB MANEJOS DE APLICAÇÃO DE CINZA VEGETAL NO CERRADO BRASILEIRO**

**LAYSLA RAYANE MARQUES DA SILVA<sup>1</sup>, ANDRÉ PEREIRA FREIRE FERRAZ<sup>2</sup>, EDNA MARIA BONFIM-SILVA<sup>3</sup>, BENCY G SIMEON<sup>4</sup>, TONNY JOSÉ ARAÚJO DA SILVA<sup>3</sup>, JEFFERSON VIEIRA JOSÉ<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Rondonópolis – UFR, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas - ICAT, Rondonópolis- MT. Fone: (66) 3410 4104, laymarques.ufimt@gmail.com

<sup>2</sup> Pós-doutorando/CAPES, UFR/ICAT. Fone: (66) 3410 4104

<sup>3</sup> Professor Dr., UFR/ICAT. Fone: (66) 3410 4104

<sup>4</sup> Mestrando em Engenharia Agrícola, UFR/ICAT. Fone: (66) 3410 4104

<sup>5</sup> Professor Dr., Universidade Federal do Acre, Campus Floresta, Cruzeiro do Sul. Fone: (68) 3311 2501

Apresentado no  
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020  
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a resistência mecânica do solo à penetração (RP) em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás sob manejos de aplicação de cinza vegetal no Cerrado mato-grossense. O experimento foi conduzido em campo em blocos casualizados, em faixa. Os tratamentos foram cinco doses de cinza (0, 8, 16, 24 e 32 t ha<sup>-1</sup>) e duas formas de aplicação (incorporada e não incorporada ao solo), com quatro repetições. A gramínea forrageira foi implantada por semeadura manual e a RP avaliada aos 90 e 150 dias após a aplicação da cinza vegetal (DACz), no período chuvoso de 2019. As leituras de RP foram realizadas a até 40 cm de profundidade. Aos 90 DACz houve efeito isolado da RP (MPa) para doses de cinza quando esta não foi incorporada ( $p < 0,01$ ), porém não houve efeito significativo entre as formas de aplicação (cinza incorporada:  $1,08 \pm 0,23$  e não incorporada:  $1,09 \pm 0,22$  MPa). De 90 para 150 DACz a RP variou de 1,78 a 4,98 MPa. Aos 150 DACz a RP decresceu linearmente com a aplicação da cinza, sendo que não houve efeito das formas de aplicação ( $p > 0,05$ ). A cinza vegetal apresenta potencial para reduzir a resistência mecânica do solo à penetração em pastagens de *Urochloa brizantha*.

**PALAVRAS-CHAVE:** compactação do solo, cv. paiaguás, resíduo sólido

**SOIL MECHANICAL RESISTANCE TO PENETRATION IN *Urochloa brizantha* PASTURE MANAGED BY WOOD ASH APPLICATION IN BRAZILIAN CERRADO**

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the mechanical resistance to soil penetration (RP) in *Urochloa brizantha* cv. 'Paiaguás' pasture under wood ash application management in Cerrado of Mato Grosso state. The experiment was carried out in field conditions in randomized blocks following a strip-plot design. The treatments were five wood ash doses (0, 8, 16, 24 and 32 t ha<sup>-1</sup>) and two application managements (incorporated and not incorporated into the soil), with four replications. The forage grass was implanted by manual seeding and the PR was evaluated at 90 and 150 days after wood ash application (DAWA), in

rainy season of 2019. The PR readings were taken up to 40 cm in soil depth. At 90 DAWA there was an isolated effect of RP (MPa) for wood ash doses when it was not incorporated ( $p < 0.01$ ), but there was no significant effect between application managements (incorporated ash:  $1.08 \pm 0.23$  and not incorporated:  $1.09 \pm 0.22$  MPa). From 90 to 150 DAWA RP ranged from 1.78 to 4.98 MPa. At 150 DAWA, PR decreased linearly with wood ash application, with no effect of application managements ( $p > 0.05$ ). Wood ash has potential to reduce mechanical resistance to soil penetration in *Urochloa brizantha* pastures.

**KEYWORDS:** soil compaction, cv. ‘paiaguás’, solid waste

**INTRODUÇÃO:** Os fatores físicos do solo possuem papel indispensável no desenvolvimento das plantas em um sistema agrícola e podem definir as características do sistema poroso conforme o arranjo das partículas do solo (Reichardt & Timm, 2012). Nesse contexto, a resistência mecânica do solo à penetração tem sido utilizada para identificar camadas compactadas e mudanças nas propriedades físicas do solo associadas aos seus horizontes (Lowery & Morrison Jr., 2002; Reichert et al., 2010). Essas mudanças podem afetar, por exemplo, a permeabilidade do solo à água, com consequentes efeitos sobre o desenvolvimento das culturas. O crescimento da parte aérea das plantas é reduzido quando as condições físicas do solo são adversas às raízes (Masters et al., 2004; Beckett et al., 2017). Resistências mecânicas em torno de 2 a 2,5 MPa (Megapascal) podem expressar efeitos negativos no crescimento de plantas (Materochera et al., 1991; Tormena et al., 1998; Silveira et al., 2010). Por isso, práticas de manejo devem ser adotadas visando evitar níveis elevados de compactação do solo (Ferreira, 2010; Flores Fernández et al., 2019). Portanto, RP's elevadas são um indicativo da existência de camadas compactadas, que podem impedir ou reduzir o aprofundamento do sistema radicular e o fluxo de água e ar no solo. Em adição, sistemas radiculares superficiais tornam as plantas mais susceptíveis a estiagens prolongadas, em condições não irrigadas. Nesse contexto, Arshad et al. (2012) mostraram que a cinza vegetal apresenta potencial para melhorar as características físicas do solo, no entanto, a literatura disponível ainda é escassa em pesquisas que demonstrem o efeito da cinza nas propriedades físicas do solo sob pastagem. Desse modo, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a RP em área cultivada com a gramínea forrageira *Urochloa brizantha* cv. “Paiaguás sob manejos de aplicação de cinza vegetal (incorporada ou não ao solo).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Rondonópolis, em campo, de novembro de 2018 a maio de 2019, em solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2018). Na camada de 0-0,20 m de profundidade a granulometria do solo apresentou 430, 175 e 395 g kg<sup>-1</sup> de argila, silte e areia total; e na camada de 0,20-0,40 m verificou-se 455, 150 e 395 g kg<sup>-1</sup> de argila, silte e areia total, respectivamente. De acordo com a classificação Köppen, o tipo climático de Rondonópolis é Aw, com precipitação média anual em torno de 1690 mm. A cultura forrageira avaliada foi a *Urochloa Brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) R.D. Webster cv. BRS Paiaguás. O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados, em faixa (*strip-plot design*), e os tratamentos corresponderam a cinco doses de cinza vegetal (0, 8, 16, 24 e 32 t ha<sup>-1</sup>) e duas formas de aplicação da cinza (incorporada ao solo, com gradagem leve; e não incorporada ao solo), com quatro repetições. Cada parcela experimental apresentou 72 m<sup>2</sup> (12 x 6 m) e as subparcelas, 36 m<sup>2</sup> (6 x 6 m). As parcelas foram compostas pelas doses de cinza e as formas de aplicação corresponderam às subparcelas, em faixa, visando facilitar a utilização do trator com grade leve, para incorporação da cinza. A cinza vegetal foi aplicada em novembro de

2018 e a implantação da cultura ocorreu por semeadura manual, a lanço, 30 dias após a aplicação da cinza (DACz). A quantidade de semente por unidade de área foi calculada com base na recomendação do fabricante. Foi utilizada adubação nitrogenada (ureia) na proporção de 100 kg de N ha<sup>-1</sup> em cada subparcela. A aplicação de N foi parcelada em três vezes e realizada devido ao baixo teor de N na cinza. Ao longo da condução do experimento foram realizados três cortes de forragem, com intervalos de 30 dias, no período chuvoso do ciclo de 2018-2019. As avaliações da resistência mecânica do solo à penetração (RP; MPa) ocorreram no primeiro corte, em fevereiro de 2019, aos 90 dias após a aplicação da cinza vegetal, e após o último dos três cortes realizados, 150 dias após a aplicação da cinza, em maio de 2019. Após cada ciclo de avaliação (corte) o pasto foi uniformizado, deixando-se um resíduo de 15 cm de altura, com roçadeira tratorizada. O material cortado pela roçadeira permaneceu sobre o solo por até três dias, para desidratação, e foi removido da área experimental utilizando-se rastelos. A RP foi avaliada com um penetrômetro eletrônico (penetroLOG PLG1020) na camada de 0-40 cm de profundidade do solo. Foram realizadas três leituras de RP por parcela, totalizando 120 pontos. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando os resultados foram significativos, à análise de regressão para o fator quantitativo (doses), através do *software* Sisvar v.5.6 (Ferreira, 2011). Gráficos foram confeccionados com o *software* SigmaPlot v.14.0. Os resultados foram considerados significativos quando  $p \leq 0,05$ .

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A RP variou de acordo com a profundidade do solo (Figuras 1A e 1B). Houve ainda efeito isolado para doses, para a cinza não incorporada ( $p=0,004$ ), e considerando todos os dados ( $p=0,013$ ) (Figura 1C). As formas de aplicação (Incorporada – I, e não incorporada – NI) não diferiram entre si ( $1,08 \pm 0,23$  e  $1,09 \pm 0,22$  MPa, respectivamente). A RP decresceu linearmente ( $p=0,004$ ), de  $1,31 \pm 0,23$  para  $0,95 \pm 0,23$  MPa, na dose 0 (zero) e de 32 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para a cinza não incorporada (Figura 1C). Considerando todos os dados, a variação também foi linear decrescente ( $p=0,0009$ ), de  $1,24 \pm 0,23$  (dose 0) para  $0,98 \pm 0,26$  MPa (32 t ha<sup>-1</sup>) (Figura 1D). A incorporação da cinza em função das doses não afetou significativamente a RP ( $1,08 \pm 0,23$  MPa). Quando considerada a RP em função da profundidade do solo (cm), de modo geral observou-se que a ausência de cinza vegetal (dose 0) resultou em maior RP, indicando um efeito positivo da aplicação da cinza na melhoria da condição física do solo para o crescimento das plantas. As doses que possibilitaram maior atenuação da RP foram as de 24 e 32 t ha<sup>-1</sup>. Adicionalmente, para o período experimental avaliado (90 dias após a aplicação da cinza - DACz), a RP do solo esteve abaixo de valores considerados críticos ao desenvolvimento das plantas (Figura 1) (Materchera et al., 1991; Tormena et al., 1998; Silveira et al., 2010). Em contrapartida, aos 150 dias após a aplicação da cinza, houve considerável aumento da RP (Figura 2).

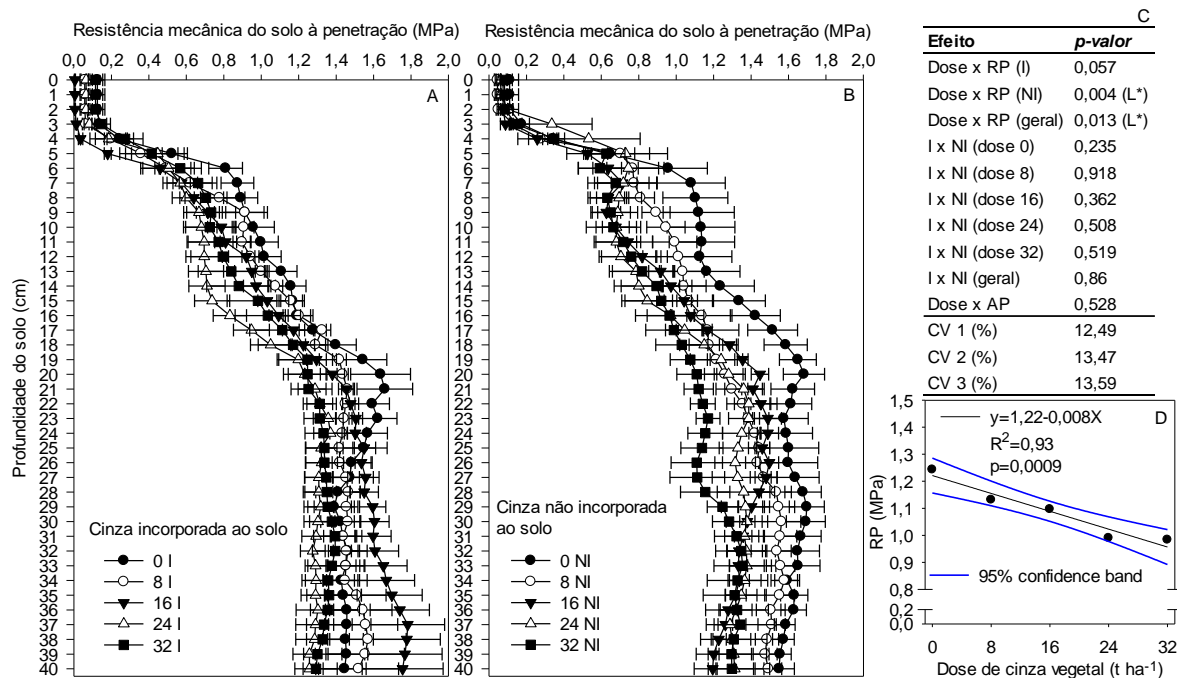


Figura 1. Resistência mecânica do solo à penetração (RP) em pasto de *Urochloa brizantha* cv Paiaaguás sob doses e formas de aplicação de cinza vegetal, incorporada (A) e não incorporada ao solo (B), de acordo com a profundidade do solo (A e B), com desdobramento dos efeitos das doses e formas de aplicação na RP, em que L\* = efeito linear (C); e regressão considerando todos os dados, em que cada ponto no gráfico corresponde à média de 24 leituras de RP (D). Rondonópolis, MT.

A RP (MPa) aumentou entre a primeira e a última avaliação (Figura 2). Na primeira avaliação (90 DACz) os valores de RP para ambas as formas de aplicação de cinza variaram de 0,71 a 1,78 MPa, com média de 1,09 MPa (Figura 1). Os valores de RP (MPa) para ambos os manejos, na segunda análise (150 DACz), variaram de 0,00 a 4,98 MPa, com média de 2,23 MPa (Figura 2). Dessa maneira, esse aumento na segunda avaliação deu-se em decorrência do solo encontrar-se menos úmido, ou seja, devido à redução da precipitação pluviométrica no período considerado. A primeira avaliação da RP ocorreu no período chuvoso do ciclo 2018-2019, em fevereiro de 2019, após 90 dias da aplicação da cinza. Quando o solo se encontra em condições de baixo conteúdo de água ou seco suas partículas ficam mais juntas, tornando-se dificultosa a sua separação por qualquer força externa, justificando os valores encontrados na segunda análise, já na primeira as chuvas influenciaram na diminuição dos valores de RP. A RP é vinculada a textura, estrutura e mineralogia do solo, mas também há um vínculo potencial com a umidade do solo (Busscher et al., 1997). Em circunstâncias onde verifica-se o declínio da umidade, torna-se maior a resistência à deformação ou à penetração de raízes. Quando há o acréscimo da proporção de água, reduz-se a ação das forças de coesão entre as partículas do solo e o atrito intrínseco, incidindo na redução da RP (Beltrame et al., 1981). Assim como na avaliação inicial, na segunda avaliação, a aplicação da cinza vegetal reduziu a RP (Figuras 2 e 3). Em termos de profundidade, as doses de 24 e 32 t ha<sup>-1</sup> foram mais efetivas na redução da RP (Figura 2). A baixa densidade da cinza vegetal (0,40 g cm<sup>-3</sup>; informação deste experimento) pode ser um dos fatores responsáveis por esse efeito na RP do solo.

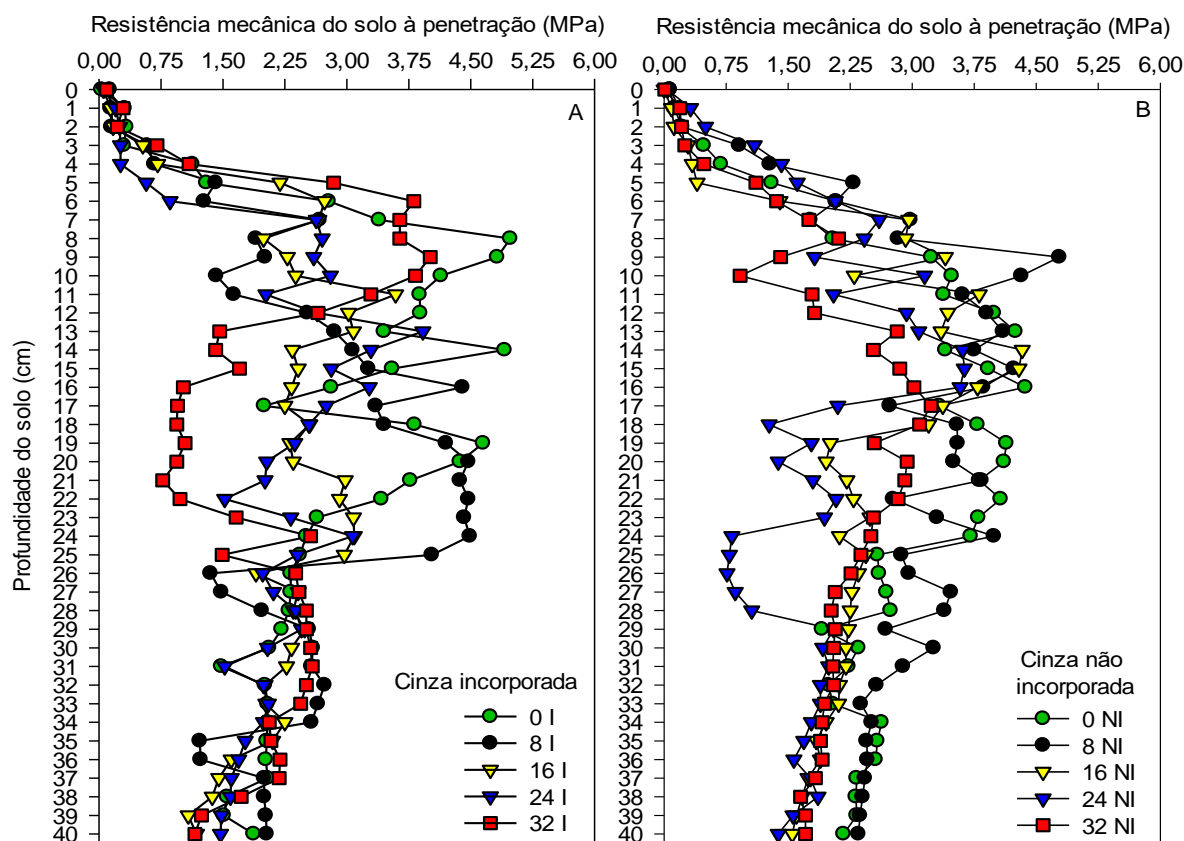


Figura 2. Resistência mecânica do solo à penetração (MPa) em pasto de *Urochloa brizantha* cv Paiaguás sob doses e formas de aplicação de cinza vegetal, incorporada (A) e não incorporada ao solo (B), aos 150 dias após a aplicação da cinza. Rondonópolis, MT. Pontos com cores distintas foram utilizados para melhor observação dos dados, tendo em vista a maior variação em relação à avaliação inicial (Figura 1).

A RP aos 150 dias após a aplicação da cinza ao solo apresentou comportamento linear de acordo com as doses de cinza vegetal (0, 8, 16, 24 e 32 t ha<sup>-1</sup>), para as duas formas de aplicação (Figura 3). Pode-se observar, mesmo que a RP tenha sido maior na segunda análise em função da diminuição da umidade do solo, que as doses de cinza vegetal que mais influenciaram a RP foram as de 24 e 32 t ha<sup>-1</sup>, tanto para a cinza incorporada como para a cinza não incorporada, com valores médios de 2,19 e 2,27 MPa, respectivamente. Desta forma, pode-se afirmar que o manejo de doses adequadas de cinza pode modificar as características físicas do solo positivamente e melhorar o ambiente radicular. A cinza vegetal, além de ter baixa densidade e expansividade, quando adicionada ao solo, ela forma pontos de aeração, que consistem em espaços vazios no solo que permitem a oxigenação e o desenvolvimento das raízes (Ekwue, 1990; Karmakar et al., 2009).

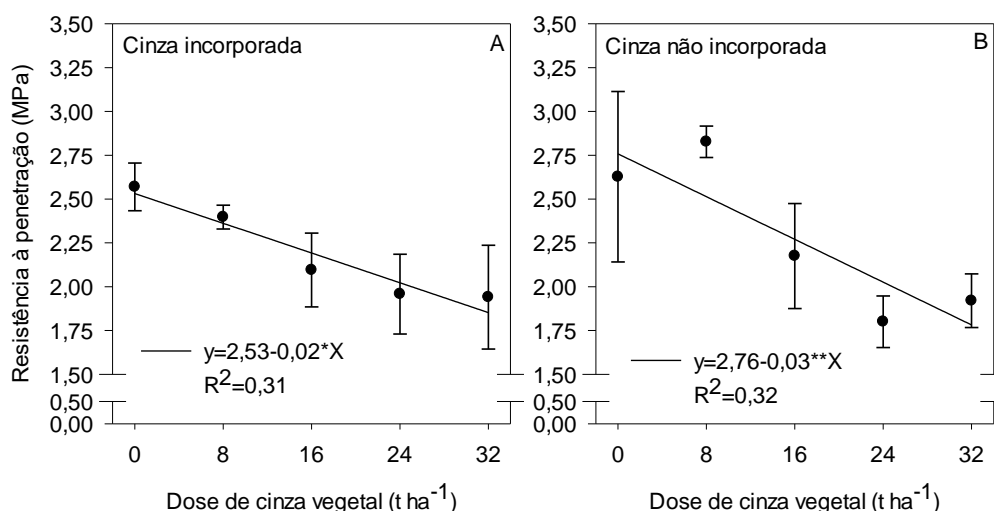


Figura 3. Resistência mecânica do solo à penetração (MPa) em área cultivada com *Urochloa brizantha* cv Paiaguás sob manejos de aplicação de cinza vegetal: incorporada (A) e não incorporada ao solo (B), 150 dias após a aplicação da cinza. Rondonópolis - MT, 2019.

**CONCLUSÕES:** A cinza vegetal interfere na resistência mecânica do solo à penetração (RP), a qual é relacionada à compactação. A resistência mecânica do solo aumentou com a profundidade do solo e aumentou da primeira para a última avaliação por conta da redução da precipitação pluviométrica, porém, em ambas as avaliações as doses de cinza vegetal entre 24 e 32 t ha<sup>-1</sup> proporcionaram maior redução da resistência mecânica, com potencial melhoria do ambiente radicular.

**AGRADECIMENTOS:** À CAPES pela bolsa de pós-doutorado ao segundo autor; à CAPES/FAPEMAT pela bolsa de mestrado ao quarto autor; ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa ao terceiro e quinto autores; a todos que contribuíram para a elaboração da pesquisa e ao GPAS (Grupo de Práticas em Água e Solo).

#### REFERÊNCIAS:

ARSHAD, M. A.; SOON, Y. K.; AZOOZ, R. H.; LUPWAYI, N. Z.; CHANG, S. X. Soil and crop response to wood ash and lime application in acidic soils. **Agronomy Journal**, v.104, n.3, 2012. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2011.0355>

BECKETT, C. T. S.; GLENN, D.; BRADLEY, K.; GUZZOMI, A. L.; MERRITT, D.; FOURIE, A. B. Compaction conditions greatly affect growth during early plant establishment. **Ecological Engineering**, v.106, Part A, p.471-481, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.04.053>

BELTRAME, L.F.S.; GONDIN, L.A.P. & TAYLOR, J.C. Estrutura e compactação na permeabilidade de solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 5:145-149, 1981.

BUSSCHER, W.J.; BAUER, P.J.; CAMP, C.R. & SOJKA, R.E. Correction of cone index for soil water content differences in a coastal plain soil. *Soil Till. Res.*, 43:205-217, 1997.

EKWUE, E. L; Organic-matter effects on soil strength properties. **Soil Tillage Research**, v.16, n.3, p. 289- 297, 1990.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. rev. ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. E-book. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1107206/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>

FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: van LIER, Q. J. (ed.). **Física do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p.1-27.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FLORES FERNÁNDEZ, J. L.; RUBIN, L.; HARTMANN, P.; PUHLMANN, H.; VON WILPERT, K. Initial recovery of soil structure of a compacted forest soil can be enhanced by technical treatments and planting. **Forest Ecology and Management**, v.431, p.54-62, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.04.045>

LOWERY, B.; MORRISON JR, J. E. Soil penetrometers and penetrability. In: DANE, J. H.; TOPP, C. G. (eds.). **Methods of Soil Analysis: Part 4. Physical Methods**. SSSA Book Series 5.4, Madison, WI, 2002. p.363-388. DOI: <https://doi.org/doi:10.2136/sssabookser5.4.c16>

MASTERS, R. A.; MISLEVY, P.; MOSER, L. E.; RIVAS-PANTOJA, F. Stand Establishment. In: MOSER, L.E.; BURSON, B. L.; SOLLENBERGER, L. E. (edsp.). **Warm-season (C4) grasses**. Agronomy Monograph, 45. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, 2004. p.145-177. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronmonogr45.c5>

MATERECHERA, S. A.; DEXTER, A. R.; ALSTON, A. M. Penetration of very strong soils by seedling roots of different plant species. **Plant and Soil**, v.135, p.31-41, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00014776>

REICHARDT, K; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. 2 ed. Barueri, SP: Manole, 2012. 500p.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; SUZUKI, L. E. A. S.; HORN, R. Mecânica do solo. In: van LIER, Q. J. (ed.). **Física do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p.29-102.

TORMENA, C. A.; SILVA, A. P.; LIBARDI, P. L. Caracterização e avaliação do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.22, p.573-581, 1998. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06831998000400002>

SILVEIRA, D. C.; MELO FILHO, J. F.; SACRAMENTO, J. A. A. S.; SILVEIRA, E. C. P. Relação umidade *versus* resistência à penetração para um argissolo amarelo distrocioso no Recôncavo da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.659-667, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000300007>

KARMAKAR, S., MITTRA, B. N., GHOSH, B. C. Enriched Coal Ash Utilization for Augmenting Production of Rice under Acid Lateritic Soil. **Coal Combustion and Gasification Products**, v. 2, p. 45-50, 2010.