



## Grau de compactação em sistemas de manejo do solo e de semeadura da cultura da soja

**Zieglenstristen Karswegaard Pereira Calábria<sup>(1)</sup>; Osvaldo Guedes Filho<sup>(2)</sup>; Gean Luís Ramos<sup>(3)</sup>; Raul Ferro Alcântara<sup>(3)</sup>; Mayara Oliveira da Silva<sup>(3)</sup>; Analy Castilho Polizel<sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup> Estudante do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, MT; zcalabria@hotmail.com; <sup>(2)</sup> Professor; Universidade Federal do Paraná, Jandaia do Sul, PR; <sup>(3)</sup> Estudante de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, MT; <sup>(4)</sup> Professora, Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, MT.

**RESUMO:** A degradação da estrutura do solo decorrente da compactação tem provocado efeitos negativos em suas propriedades físicas, químicas e biológicas, com prejuízos ao desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, à produção agrícola. O objetivo do trabalho foi avaliar a densidade e o grau de compactação do solo em sistemas de manejo (convencional, reduzido e direto) e tipos de semeadura (convencional, cruzada e adensada) da cultura da soja em um Latossolo Vermelho do Cerrado. O experimento foi conduzido a campo na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Rondonópolis. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3x3, correspondentes aos sistemas de manejo do solo e tipos de semeadura da soja. Cada tratamento consistia de quatro repetições. As coletas de solo foram realizadas antes da semeadura e após a colheita da cultura da soja. A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico. As curvas de compactação foram determinadas para cada tratamento, com o intuito de identificar a densidade máxima do solo, para isso foram coletadas amostras de solos deformadas após a colheita da soja. Os sistemas de manejo do solo não apresentaram interação significativa para densidade e grau de compactação do solo. Porém, houve efeito isolado para os sistemas de semeadura. A soja cruzada resultou em maior grau de compactação que a adensada e convencional no preparo reduzido.

**Termos de indexação:** semeadura adensada, semeadura cruzada, plantio direto

### INTRODUÇÃO

O processo de compactação do solo pode ser atribuído à diminuição do espaço poroso com ruptura e destruição de agregados. Esses processos são diretamente afetados pelo conteúdo de água do solo e pelo sistema de manejo adotado (Silva & Cabeda, 2006).

De acordo com Reichert et al. (2007), no plantio convencional e reduzido, a camada compactada é rompida pelos implementos de preparo do solo, transferindo a compactação para camadas inferiores

pelo tráfego e contato dos implementos. No sistema plantio direto, como não há revolvimento, a compactação do solo fica mais restrita à camada superficial.

A mobilização do solo no plantio direto restringe-se às linhas de semeadura, ao contrário do preparo convencional e reduzido. Em plantio direto, os efeitos da abertura do sulco e do crescimento preferencial das raízes das plantas próximo às linhas resultam em um ambiente físico mais favorável nas linhas de semeadura do que nas entrelinhas da cultura. Por sua vez, condições físicas mais favoráveis na linha podem induzir a formação de manchas de qualidade física (Veiga et al., 2007).

Além do sistema de manejo, a escolha do tipo de semeadura interfere na produtividade da soja. Esta cultura se caracteriza pela sua ampla plasticidade quanto à resposta ao arranjo espacial de plantas. A recomendação para esta cultura de espaçamento entre fileiras é de 0,40 a 0,60 m, sendo 0,45 m a mais utilizada. Entretanto, as maiores produtividades têm sido encontradas em espaçamentos menores (Embrapa, 2010). Porém, cultivada em altas densidades de semeadura tende a crescer mais em altura, ramificar menos e produzir menores quantidades de vagens e sementes por planta do que aquela cultivada em baixas densidades (Potafos, 1997).

O grau de compactação tem sido utilizado como um indicador para quantificar os impactos do uso e manejo na qualidade física do solo (Suzuki et al., 2007). Elimina as influências da composição granulométrica, da mineralogia e da matéria orgânica do solo, facilitando a sua utilização no estudo e comparação de sistemas de uso e manejo dos solos (Klein, 2006).

De acordo com Dias Junior (1996), o grau de compactação é o resultado da razão entre a densidade do solo obtida no campo e a densidade máxima do solo resultante de um teste de compactação. Dentre os vários testes de laboratório para determinação de compactação do solo, o ensaio Proctor normal é um dos mais utilizados.

Carter (1990), verificou relação próxima do grau de compactação com a macroporosidade do solo e rendimento relativo das culturas. Lipiec et al. (1991)



observaram correlação entre o grau de compactação e resistência à penetração e porosidade de aeração do solo.

O objetivo do trabalho foi avaliar a densidade e o grau de compactação do solo em sistemas de manejo (convencional, reduzido e direto) e tipos de semeadura (convencional, cruzada e adensada) da cultura da soja em um Latossolo Vermelho do Cerrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Rondonópolis, em um Latossolo Vermelho (Embrapa, 2013). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3x3, correspondentes aos sistemas de manejo do solo (plantio direto, reduzido e convencional) e três tipos de semeadura da soja. Cada tratamento consistia de quatro repetições, perfazendo um total de 36 parcelas experimentais. A parcela foi composta de 4 metros de largura por 10 metros de comprimento, totalizando 40 m<sup>2</sup>.

Os sistemas de manejo do solo foram: preparo convencional, com duas gradagens intermediárias e duas gradagens leves; preparo reduzido, com subsolagem na profundidade de 0,30-0,40 m, e o plantio direto.

Foram utilizados os sistemas de semeadura de forma convencional (linhas paralelas, espaçadas a 0,45 m); semeadura cruzada (semeadora passou duas vezes na mesma área em sentidos perpendiculares) e a semeadura adensada (espaçamento de 0,22 m). Para a implantação do plantio direto e preparo reduzido, o milho (*Pennisetum americanum*), foi utilizado para formação de palhada.

As coletas de solo foram realizadas antes da semeadura e após a colheita da cultura da soja na safra 2013/2014. Foram coletadas 72 amostras indeformadas de solo com o auxílio do Trado Uhland, sendo 36 antes da semeadura e 36 após a colheita, na profundidade de 0-0,15 m. A densidade do solo (Ds) foi determinada pelo método do anel volumétrico e as amostras foram secas em estufa à 105°C por 24 h, segundo metodologia descrita por Grossman & Reinsch (2002).

O ensaio de Proctor seguiu o padrão normalizado pela ABNT (1986), onde a curva de compactação é obtida compactando-se o solo em três camadas com no mínimo cinco umidades estimadas, de forma que o terceiro ponto esteja o mais próximo da umidade crítica. As curvas de compactação foram determinadas para cada tratamento, com o intuito de identificar a densidade máxima do solo, para isso

foram coletadas amostras de solos deformadas após a colheita da soja.

Todos os dados foram analisados estatisticamente, por meio da análise de variância. Com as variáveis significativas foram feitas comparações entre médias, pelo teste Tukey, a 5 % de probabilidade, com auxílio do programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sistemas de manejo do solo e de semeadura da cultura da soja não apresentaram interação significativa para densidade e grau de compactação do solo antes da semeadura (**Tabela 1 e 2**). Porém, houve efeito isolado para os sistemas de semeadura. A densidade do solo foi significativamente maior no sistema de semeadura cruzada que no adensado no sistema de preparo reduzido (**Tabela 1**). O grau de compactação do solo, por sua vez, foi também maior para o sistema de semeadura cruzada em relação ao sistema adensado e convencional, sob o sistema de preparo reduzido (**Tabela 2**).

**Tabela 1** – Valores médios de densidade do solo (Mg m<sup>-3</sup>) nos sistemas de manejo e de semeadura da cultura da soja antes da semeadura

Manejo	SCR	SAD	SCO	Média
PC <sup>(1)</sup>	1,20Aa <sup>(2)</sup>	1,11Aa	1,08Aa	1,13A
PD	1,29Aa	1,14Aa	1,25Aa	1,23A
PR	1,26Aa	1,05Aa	1,24Aa	1,18A
Média	1,24a	1,10b	1,19ab	1,18

<sup>(1)</sup>PC: Preparo convencional; PD: Plantio direto; PR: Preparo reduzido; SCR: Semeadura cruzada; SAD: Semeadura adensada; SCO: Semeadura convencional. <sup>(2)</sup>Letras maiúsculas na coluna comparam os sistemas de manejo e letras minúsculas na linha comparam os sistemas de semeadura. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 2** – Valores médios de grau de compactação (%) nos sistemas de manejo e de semeadura da cultura da soja antes da semeadura

Manejo	SCR	SAD	SCO	Média
PC <sup>(1)</sup>	78,75Aa <sup>(2)</sup>	72,79A	69,82A	73,79A
PD	83,54Aa	75,19A	80,39A	79,71A
PR	83,34Aa	68,12A	79,34A	76,93A
Média	81,88a	72,03b	76,52ab	76,81

<sup>(1)</sup>PC: Preparo convencional; PD: Plantio direto; PR: Preparo reduzido; SCR: Semeadura cruzada; SAD: Semeadura adensada;



SCO: Semeadura convencional. <sup>(2)</sup>Letras maiúsculas na coluna comparam os sistemas de manejo e letras minúsculas na linha comparam os sistemas de semeadura. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para a avaliação feita após a colheita da soja, novamente não houve interação significativa entre os sistemas de manejo e de semeadura da soja. No entanto, houve efeito isolado para os sistemas de semeadura, tanto para densidade quanto para o grau de compactação (**Tabela 3 e 4**). A semeadura cruzada apresentou densidade e grau de compactação do solo significativamente maiores que a adensada e a cruzada sob o sistema de preparo reduzido.

A semeadura cruzada consiste na distribuição de sementes em linhas paralelas e na mesma área, novas linhas formando ângulos de 90° em relação às anteriores, ou seja, ocorre uma duplicação no uso da máquina (Lima et al., 2012). Com isso a semeadura cruzada apresentou maior densidade e grau de compactação comparado com os demais sistemas.

A ausência de significância para os sistemas de manejo pode ser atribuída ao pouco tempo de adoção dos mesmos, com início no ano de 2012. Desta forma, é necessário um maior tempo de adoção para que as diferenças sejam mais visíveis.

Os resultados da densidade do solo após a colheita da soja apresentaram valores com diferenças significativas. Porém não existe consenso entre os autores sobre o nível crítico da densidade do solo, ou seja, o valor acima do qual o solo é considerado compactado (Richart et al., 2005). Torres & Saraiva (1999) afirmam que a densidade varia de acordo com as características do solo, sendo que em solos argilosos varia de 1,0 a 1,45 Mg m<sup>-3</sup> para condições de mata e muito compactados, respectivamente, e para solos arenosos apresentam densidades variáveis entre 1,25 a 1,70 Mg m<sup>-3</sup>.

**Tabela 3** – Valores médios de densidade do solo (Mg m<sup>-3</sup>) nos sistemas de manejo e de semeadura da cultura da soja após a colheita.

Manejo	SCR	SAD	SCO	Média
PC <sup>(1)</sup>	1,22Aa <sup>(2)</sup>	1,23Aa	1,22Aa	1,22A
PD	1,24Aa	1,18Aa	1,16Aa	1,19A
PR	1,29Aa	1,17Ab	1,09Ab	1,18A
Média	1,25a	1,19ab	1,16b	1,20

<sup>(1)</sup>PC: Preparo convencional; PD: Plantio direto; PR: Preparo reduzido; SCR: Semeadura cruzada; SAD: Semeadura adensada; SCO: Semeadura convencional. <sup>(2)</sup>Letras maiúsculas na coluna comparam os sistemas de manejo e letras minúsculas na linha comparam os sistemas de semeadura. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 4** – Valores médios de grau de compactação (%) nos sistemas de manejo e de semeadura da cultura da soja após a colheita.

Manej	SCR	SAD	SCO	Média
PC <sup>(1)</sup>	80,18Aa <sup>(2)</sup>	80,16A	78,53A	79,62
PD	81,30Aa	77,41A	74,22A	77,64
PR	85,40Aa	75,96A	70,05A	77,14
Média	82,29a	77,84ab	74,27b	78,13

<sup>(1)</sup>PC: Preparo convencional; PD: Plantio direto; PR: Preparo reduzido; SCR: Semeadura cruzada; SAD: Semeadura adensada; SCO: Semeadura convencional. <sup>(2)</sup>Letras maiúsculas na coluna comparam os sistemas de manejo e letras minúsculas na linha comparam os sistemas de semeadura. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Suzuki et al. (2007) avaliaram o grau de compactação e rendimento de soja em Latossolo em plantio direto, e observaram que a maior produtividade da cultura foi com 86% de grau de compactação. Beutler et al. (2005) verificaram grau de compactação ótimo de 80% para a soja, medindo a densidade referência pelo teste de Proctor, em um Latossolo Vermelho de textura média. Embora a semeadura cruzada tenha apresentado maior grau de compactação, o mesmo não atingiu valores críticos que possam restringir o desenvolvimento da cultura, Mesmo assim, a adoção do sistema de semeadura cruzada deve ser vista com cautela, pois os resultados indicam que esse sistema pode levar a compactação do solo com o decorrer do tempo.

## CONCLUSÕES

Os sistemas de manejo estudados não afetaram a densidade do solo e o grau de compactação na cultura da soja.

A semeadura cruzada resultou em maior grau de compactação que a adensada e convencional no preparo reduzido.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto De Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus



Universitário de Rondonópolis, pelo auxílio nos trabalhos de campo e laboratório.

## REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7182: Solo. Ensaio de compactação - ABNT. 1986. NBR 3. Rio de Janeiro: ABNT, 1986. 11p.

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; ROQUE, C. G.; FERRAZ, M. V. Densidade relativa ótima de Latossolos Vermelhos para a produtividade de soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:843-849, 2005.

CARTER, M. R. Relative measures of soil bulk density to characterize compaction in tillage studies on fine sandy loams. *Canadian Journal of Soil Science*, 70:425-433, 1990.

DIAS JUNIOR, M. S. & PIERCE, J. F. Revisão de literatura. O processo de compactação do solo e sua modelagem. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 20:175-182, 1996.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil - 2010. Londrina: Embrapa Soja, 2010.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. 306 p.

GROSSMAN, R.B.; REINSCH, T.G. Bulk density and linear extensibility. In: DANE, J.H.; TOPP, G.C. (Ed.). *Methods of soil analysis. IV: Physical methods*. Madison: Soil Science Society of America, 2002. p. 201-225.

KLEIN, V. A. Densidade relativa: um indicador da qualidade física de um Latossolo Vermelho. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 5:26-32, 2006.

LIMA, S. F. D., ALVAREZ, R. D. C. F., THEODORO, G. D. F., BAVARESCO, M., & SILVA, K. S. Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e a severidade da ferrugem asiática da soja. *Bioscience Journal*, 28: 954-962, 2012.

LIPIEC, J.; HÅKANSSON, I. Influences of degree of compactness and matric water tension on some important plant growth factors. *Soil & Tillage Research*, 53:87-94, 2000.

POTAFOS – Associação Brasileira Para Pesquisa Da Potassa e do Fosfato. como a planta de soja se desenvolve. *Arquivo do Agrônomo*. v.11. 1997. 21p.

REINERT, D. J.; COLLARES, G. L; REICHERT, J. M. Penetrômetro de cone com taxa constante de penetração no solo: desenvolvimento e teste de funcionalidade. *Engenharia Agrícola*, 27:304-316, 2007.

RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O. R.; LLANILLO, R. F. & FERREIRA, R. Compactação do solo: Causas e efeitos. *Semina: Ciências Agrárias*, 26:321-344, 2005.

SAS INSTITUTE. SAS: user's guide: statistics. 9 ed. Cary, 2002. 943 p.

SILVA, A. J. N. & CABEDA, M. S. V. Compactação e compressibilidade do solo sob sistemas de manejo e níveis de umidade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30:921-930, 2006.

SUZUKI, L. E. A. S.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; LIMA, C. L. R. Grau de compactação, propriedades físicas e rendimento de culturas em Latossolo e Argissolo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42:1159-1167, 2007.

TORRES, E.; SARAIVA, O. F. Camadas de impedimento mecânico do solo em sistema agrícolas com soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSoja, 1999. 58p.

VEIGA, M.; HORN, R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J.M. Soil compressibility and penetrability of an Oxisol from southern Brazil, as affected by long-term tillage systems. *Soil Tillage Research*, 92:104-113, 2007.