

**Atributos físicos de um latossolo vermelho-amarelo distrófico sob diferentes sistemas****Physical attributes of a dystrophic red-yellow latosol under different systems**

DOI:10.34117/bjdv6n7-304

Recebimento dos originais: 03/06/2020

Aceitação para publicação: 14/07/2020

**Douglas William Batista Porto**

Mestrando em Produção Vegetal pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Rua Getúlio Vargas, 588- Vila Operária, Diamantina- MG, Brasil  
E-mail: douglasw1996@hotmail.com

**Eudes Neiva Júnior**

Doutorando em Produção Vegetal pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
- UFVJM  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Campus JK - Rodovia MGT 367 - Km 583, nº 5.000. Alto da Jacuba, Diamantina-MG, Brasil  
E-mail: eudesneiva@hotmail.com

**André Cabral França**

Doutorado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa UFV  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Rede Ferroviária Federal, 121, apto 101- Vale dos diamantes, Diamantina- MG, Brasil  
E-mail: cabralfranca@gmail.com

**Fausto Henrique Vieira Araújo**

Mestrando em Produção Vegetal pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Rua Engenheiro Alberto Giesbrecht, 22, Diamantina- MG, Brasil  
E-mail: faustonura@gmail.com

**Wellington Willian Rocha**

Doutorado em Física e Mecânica dos Solos pela Universidade Federal de Lavras UFLA  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Campus JK - Rodovia MGT 367 - Km 583, nº 5.000. Alto da Jacuba, Diamantina-MG, Brasil  
E-mail: wwillian@ufvjm.edu.br

**RESUMO**

A compactação, como uma das principais causas da degradação e um dos fatores limitantes da qualidade física das terras agrícolas tem se destacado a nível mundial. O aumento da densidade, reduzindo a aeração e a infiltração de água e conseqüentemente, aumentando a resistência à penetração das raízes são fatores causados pela compactação. Neste trabalho objetivou-se avaliar a resistência do solo à penetração, o grau de compactação e a umidade ótima de compactação de um Latossolo Vermelho-amarelo distrófico sob diferentes sistemas. Este estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, situada no

município de Curvelo-MG. Avaliou-se as áreas de milho em plantio convencional, milho em plantio direto, pastejo rotacionado de gado leiteiro e mata natural. Observou-se nos resultados que os sistemas de cultivo obtiveram diferença significativa quando comparado com a mata natural com relação à resistência à penetração, porém nenhum dos sistemas avaliados apresentou na capacidade de campo valores superiores a 2 Mpa, indicando a não compactação do solo. Os valores de resistência a penetração para todos os cultivos na umidade de 20%, estão abaixo do limite considerado crítico. Os sistemas de plantio convencional e plantio direto na segunda coleta, apresentaram maiores valores de resistência a penetração se comparados com a primeira coleta. Nenhum dos sistemas apresentam valores de grau de compactação superior ao limite de 88%. Os valores de umidade da capacidade de campo são próximos aos valores da umidade ótima de compactação para todos os sistemas.

**Palavras-chave:** Compactação, Resistencia do solo a penetração, Proctor Normal.

## **ABSTRACT**

Compaction, as one of the main causes of degradation and one of the limiting factors of the physical quality of agricultural land, has stood out worldwide. The increase in density, reducing aeration and water infiltration and, consequently, increasing resistance to root penetration are factors caused by compaction. This work aimed to evaluate the resistance of the soil to penetration, the degree of compaction and the optimum compaction humidity of a dystrophic Red-yellow Latosol under different systems. This study was carried out at the Experimental Farm of the Federal University of Vales do Jequitinhonha and Mucuri - UFVJM, located in the municipality of Curvelo-MG. The areas of corn under conventional tillage, corn under no-tillage, rotated grazing of dairy cattle and natural forest were evaluated. It was observed in the results that the cultivation systems obtained a significant difference when compared to the natural forest in relation to the resistance to penetration, however none of the evaluated systems presented values in the field capacity higher than 2 Mpa, indicating the non-compaction of the soil. The penetration resistance values for all crops at 20% humidity are below the limit considered critical. The systems of conventional tillage and no-tillage in the second collection, showed higher values of resistance to penetration compared to the first collection. None of the systems have values of degree of compaction above the limit of 88%. Field capacity humidity values are close to the optimum compaction humidity values for all systems.

**Keywords:** Compaction, Soil resistance to penetration, Normal Proctor.

## **1 INTRODUÇÃO**

O solo é um recurso natural renovável desde que conservado e utilizado da forma adequada. No entanto, a falta de investimentos e a falta de conhecimento por parte dos agricultores e pecuaristas têm ocasionado sua degradação, comprometendo a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (Oliveira et al., 2003; Lori et al., 2012).

Uma das principais causas da degradação do solo é a compactação, que é o aumento de sua densidade, provocada por práticas agrícolas inadequadas, sem respeitar suas características físicas (Neiva Júnior et al., 2015).

Buscando-se diminuir os impactos causados ao solo pelo processo de degradação, associado ao interesse em avaliar as suas qualidades físicas, torna-se necessário um monitoramento da qualidade do mesmo pelos atributos físicos.

A resistência à penetração tem se mostrado bastante eficiente na determinação da compactação do solo, sendo diretamente relacionada com o crescimento das plantas, devido ao efeito que exerce no metabolismo e nas funções vitais. Sendo a mesma dependente da textura, da densidade e, sobretudo, do teor de água do solo (Blainski et al., 2008), exigindo cuidados na sua utilização e interpretação (Silva et al., 2009). O valor de resistência à penetração crítico para o crescimento das plantas em diferentes sistemas de manejo é o de 2 MPa (Lapen et al., 2004).

Outro atributo que tem se mostrado eficiente para avaliar a compactação do solo em laboratório é o ensaio de proctor normal (Braidia et al., 2006). Através da curva gerada neste ensaio, determina-se o ponto ótimo para compactação do solo, ou seja, a umidade crítica em que não devemos tráfegar com máquinas agrícolas, ou realizar pisoteio animal na lavoura, a densidade máxima que este solo pode chegar sem que ocorra compactação adicional, e o grau de compactação que o mesmo se encontra.

Com isso, torna-se necessário relaciona-lo com outros ensaios para melhor entendimento da avaliação estrutural dos solos cultivados. Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a resistência do solo à penetração, o grau de compactação e a umidade ótima de compactação de um Latossolo Vermelho-amarelo distrófico sob diferentes sistemas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental do Moura da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, situada no município de Curvelo-MG. O solo (Tabela 1) dos sistemas avaliados é um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2006).

**Tabela 1:** Caracterização física do Latossolo vermelho-Amarelo (LVA), sob diferentes manejos, na profundidade de 0 – 5 cm.

Manejo	Areia	Silte	Argila	MO	UCC (6 Kpa)	DS
	..... % .....					g cm <sup>-3</sup>
<b>MT</b>	46	17	37	32	33	1,01
<b>PC</b>	13	41	46	29	31	1,11
<b>PD</b>	9	45	46	26	31	1,16
<b>P</b>	33	31	36	19	26	1,43

UCC = umidade da capacidade de campo; DS = densidade do solo; MT = mata; PC = plantio convencional; PD = plantio direto e P = Pastejo rotacionado bovino

As áreas avaliadas foram constituídas por: milho em plantio convencional, milho em plantio direto, pastejo rotacionado bovino e mata natural.

A área de pastejo rotacionado foi submetida a uma pressão de pastejo de 4 animais por hectare. A cobertura do solo do sistema de planto direto foi formada pela *Brachiaria ruziziensis* e a mata natural é resíduo da Mata Atlântica.

As coletas das amostras de solo foram realizadas nos anos de 2017 e 2018, sendo: nas áreas de milho as coletas foram realizadas 40 dias após a adubação de cobertura e após a colheita de cada safra, na mata a coleta foi realizada apenas uma vez, pois as propriedades físicas do solo não se alteram, e no pastejo rotacionado bovino a coleta foi realizada uma vez ao ano.

Com o auxílio de uma amostrador do tipo Uhland coletou-se amostras indeformadas de solo, utilizando-se anéis volumétricos de 6,40 cm de diâmetro por 2,54 cm de altura. Em cada sistema de manejo foram coletadas 10 amostras indeformadas aleatoriamente a partir da camada superficial de 0-5 cm (Pires et al., 2012).

As amostras indeformadas de solo foram levadas para o Laboratório de Mecânica e Física do Solo da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. No laboratório, as amostras foram preparadas para que seu volume coincidissem com o volume do anel facilitando assim o cálculo de densidade do solo e manuseio das mesmas. Depois de trabalhadas, as amostras foram saturadas com água destilada por 48 horas. Os ensaios de resistência à penetração tiveram início após a saturação das amostras e se consistiu em medir a resistência do solo dentro do anel utilizando-se um penetrômetro de molas da marca ELE International (penetrômetro portátil de avaliação de perfis de solos), pesando-se as amostras sempre após as medições. Os ensaios foram realizados na parte da manhã e na parte da tarde para que fossem geradas as médias diárias. Esse procedimento foi repetido até que o solo apresentasse valor de umidade que não permitisse mais a leitura da resistência à penetração, sendo então, as amostras levadas à estufa 105°C para secagem até atingirem peso constante. Com os valores das massas dos solos úmidos e secos, calcularam-se as umidades correspondentes aos valores das avaliações das resistências à penetração. De posse das informações de resistência à penetração versus umidade, obteve-se os valores máximos de resistência do solo à penetração. As equações foram comparadas estatisticamente pelo teste de Snedecor e Cochran (1989).

Com o solo residual dos anéis foi realizado a sua caracterização, que consistiu em análise granulométrica, pelo método da pipeta (Day, 1965; EMBRAPA, 1997); e teor de matéria orgânica (Raij & Quaggio, 1983) (Tabela 1). Para determinação da umidade da capacidade de campo também foi utilizado o solo residual dos anéis: amostras deformadas foram colocadas em anéis de PVC e foram saturadas em bandeja com água destilada por 48 horas. Posteriormente, com o auxílio do extrator de placas porosas de Richards, as amostras foram submetidas à sucção de -6 kPa, representando a tensão de retenção de água na capacidade de campo. Após a estabilização nesta

tensão, as amostras foram pesadas e levadas à estufa 105°C para secagem até atingirem peso constante, sendo então determinadas as umidades correspondentes à capacidade de campo.

Foram coletadas também amostras indeformadas de solo (aproximadamente 4 kg) para realização do ensaio de Proctor Normal, sendo coletadas quatro amostras por sistema. Posteriormente foram levadas ao laboratório da UFVJM, onde foram secas ao ar e passadas na peneira de 4,8 mm, para realização do ensaio.

Para a obtenção da curva de compactação do solo foram compactados pelo menos cinco corpos de prova com umidades crescentes. A compactação dos corpos de prova se deram em três camadas, as quais receberam 25 golpes do martelo usado no ensaio de Proctor normal (Stancati Nogueira; Villar, 1981), pesou-se o corpo de prova com volume conhecido. Em cada corpo de prova foi coletado uma amostra para a determinação da umidade. Com os valores da umidade e da densidade do solo, foram plotados os pontos, obtendo, através do software Excel for Windows, as regressões que melhor se ajustaram a esses pontos determinados no ponto de máximo da função, obtendo a densidade do solo máxima ( $DsMáx$ ) e a umidade ótima ( $UÓt$ ) de compactação através das expressões  $DsMáx = -B/2A$  e  $UÓt = -(B^2-4AC)/4a$ , em que A, B e C são os coeficientes de ajuste das equações, para a obtenção da densidade máxima e umidade ótima de compactação.

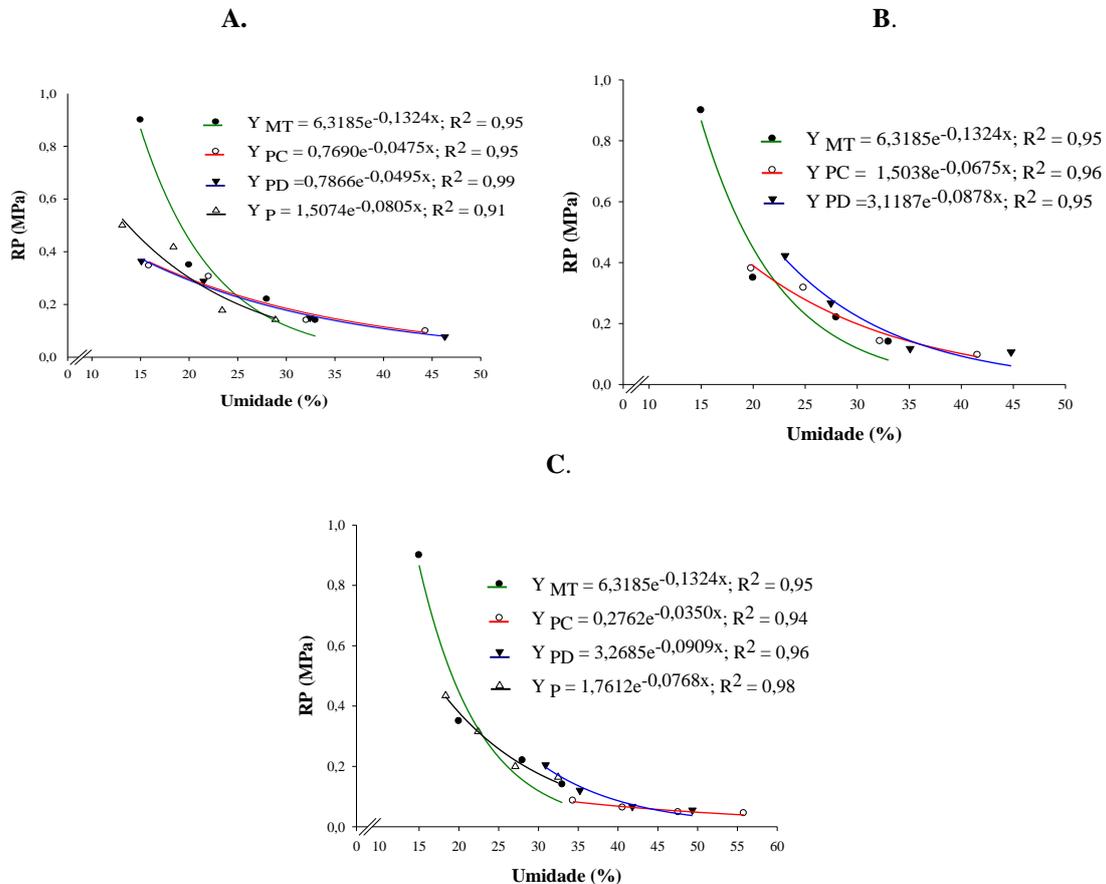
Além disso foi calculado o grau de compactação do solo que é a razão entre a densidade natural do solo e a densidade máxima obtida pelo ensaio de Proctor normal, multiplicada por 100, ou seja:

$$GC = (Densidade\ do\ solo\ no\ campo / Densidade\ máxima\ do\ proctor) \times 100$$

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta a modelagem da resistência do solo à penetração do solo sob mata natural, plantio convencional, plantio direto e pastejo rotacionado bovino em cada coleta das amostras de solo. Observa-se que quanto menor a umidade, maior a resistência à penetração (Figura 1). Em condição de baixa umidade, a água encontra-se num maior estado de tensão nos poros do solo. Além dessa tensão, somam-se as forças de coesão e de adesão já existentes entre os sólidos do solo, resultando em maior resistência à deformação ou à penetração de raízes numa condição de baixa umidade (Assis et al., 2009). Com o aumento do teor de água, decresce a atuação das forças de coesão entre as partículas do solo e o atrito interno, provocando, então, a diminuição da resistência à penetração (Cunha et al., 2002).

**Figura 1.** Modelagem da resistência do solo à penetração em diferentes umidades para o solo sob diferentes sistemas de manejo do solo na primeira (A), segunda (B) e terceira coleta das amostras de solo (C). MT = mata; PC = plantio convencional; PD = plantio direto e P = Pastejo rotacionado bovino



Na tabela de 2 encontra-se o resumo das análises estatísticas feitas entre as envoltórias modelagens da resistência do solo à penetração dos sistemas em cada coleta das amostras de solo.

Os modelos gerados para o plantio convencional, plantio direto, e pastejo rotacionado bovino apresentaram diferença estatística significativa em relação à mata em todas as coletas (Tabela 2). Tendo a mata natural como referência de um solo sem interferência, todos os manejos estudados se diferenciaram da mesma, mostrando que houve mudança na estrutura do solo, seja ele causado por tráfego de máquinas agrícolas ou pisoteio animal, o que influenciou os valores de resistência a penetração no solo. A mata além do seu maior teor de matéria orgânica (Tabela 1) que condiciona uma estrutura de solo mais solta, uma maior leveza e uma melhor fertilidade (Rocha et al., 2007), não sofreu tráfego de máquinas e pisoteio animal. Além disso, o teor de matéria orgânica também é caracterizado como um dos fatores responsáveis pela manutenção das condições físicas do solo, influenciando também a resposta dos solos à compactação, podendo amortecer o impacto causado por máquinas e pelo pisoteio animal (Assouline *et al.* 1997).

Pelo mesmo teste os modelos gerados para o plantio convencional e direto, apresentaram diferença significativa em relação ao pastejo rotacionado bovino na primeira e segunda coleta. Além disso, não houve diferença significativa entre os manejos plantio convencional e direto nas mesmas coletas (Tabela 2).

O plantio direto e convencional estão situados na mesma área, e o plantio direto está no seu primeiro ano de cultivo, sendo assim o mesmo sofreu uma aração e uma gradagem, como o plantio convencional, justificando os valores próximos entre os dois sistemas. Já a diferença observada entre o plantio direto e convencional em relação ao pastejo bovino, pode ser explicada pelo fato desses dois sistemas terem recebido aração e gradagem, o que confere ao solo uma estrutura mais solta e conseqüentemente, menores valores de resistência à penetração (Tabela 3).

Na terceira coleta das amostras de solo houve diferença significativa entre os sistemas de plantio convencional e direto e entre o plantio convencional e o pastejo bovino. Para o sistema de plantio direto e pastejo bovino não apresentaram entre si diferença significativa. Na terceira coleta das amostras, o sistema de plantio direto estava em seu segundo ano de cultivo, não sendo necessária a realização da aração e gradagem na área, diferentemente do plantio convencional, o que proporcionou ao mesmo, maiores valores de resistência à penetração (Tabela 3).

**Tabela 2.** Teste de significância de acordo com Snedecor & Cochran (1989) entre as curvas resistência à penetração de um Latossolo Vermelho-Amarelo dos sistemas em cada coleta das amostras de solo.

Manejos	1ª Coleta das amostras		2ª Coleta das amostras		3ª Coleta das amostras	
	Coefficiente angular, b	Coefficiente linear, a	Coefficiente angular, b	Coefficiente linear, a	Coefficiente angular, b	Coefficiente linear, a
MT vs PD	*	*	*	*	*	*
MT vs P	*	*	*	*	*	*
MT vs PC	*	*	*	*	*	*
PD vs P	*	*	*	*	ns	ns
PD vs PC	ns	ns	ns	ns	*	*
PC vs P	*	*	*	*	*	*

MT = mata; PC = plantio convencional; PD = plantio direto; P = pastejo rotacionado bovino; ns: não significativo; \* significativo a 5% de probabilidade

Com base nos modelos gerados, os valores de resistência do solo à penetração na capacidade de campo foram obtidos (Tabela 3) para cada coleta. A resistência do solo à penetração por ser uma medida direta do estado estrutural do solo, indica ou não a presença de compactação.

Observa-se que nenhum dos manejos apresentou resistência do solo à penetração superior ao valor considerado crítico de 2 MPa (Taylor et al., 1966; Silva et al., 1994 & Lapen et al., 2004) na capacidade de campo, permitindo um bom desenvolvimento radicular das plantas (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resistência à penetração do solo sob diferentes sistemas de manejo do solo, na umidade correspondente à capacidade de campo (-6 KPa) nas diferentes coletas das amostras de solo.

Manejo	RP1 (MPa)	RP2 (MPa)	RP3 (MPa)
MT	0,08	0,08	0,08
PC	0,17	0,19	0,09
PD	0,16	0,21	0,20
P	0,19	-	0,24

MT = mata; PC = plantio convencional; PD = plantio direto; P = Pastejo rotacionado bovino; RP1 = Resistência a penetração na primeira coleta; RP2 = Resistência a penetração na segunda coleta; RP3 = Resistência a penetração na terceira coleta

Estes valores de resistência à penetração, de acordo com Merotto Jr. & Mundstock (1999), não indicam problemas de compactação do solo, porém, como as áreas não são irrigadas e na maioria das vezes sua umidade é menor, simula-se uma umidade comum no campo de 20% (Tabela 4).

Pode-se verificar que o solo sob mata, plantio direto, plantio convencional e pastejo bovino não apresentaram valores próximos ao crítico (2 Mpa) (Tabela 4). O sistema de pastejo bovino, apesar de ser submetido ao pisoteio animal, não apresentou compactação, devido ao seu maior teor de areia. Em solos mais arenosos, o aumento da resistência do solo em função da compactação é menos acentuado.

Apesar dos sistemas não apresentarem valores de resistência à penetração maiores que 2 Mpa, deve-se realizar um monitoramento constante dos mesmos, pois observando-se a tabela 4, nota-se que os valores de resistência a penetração aumentaram com o passar do tempo.

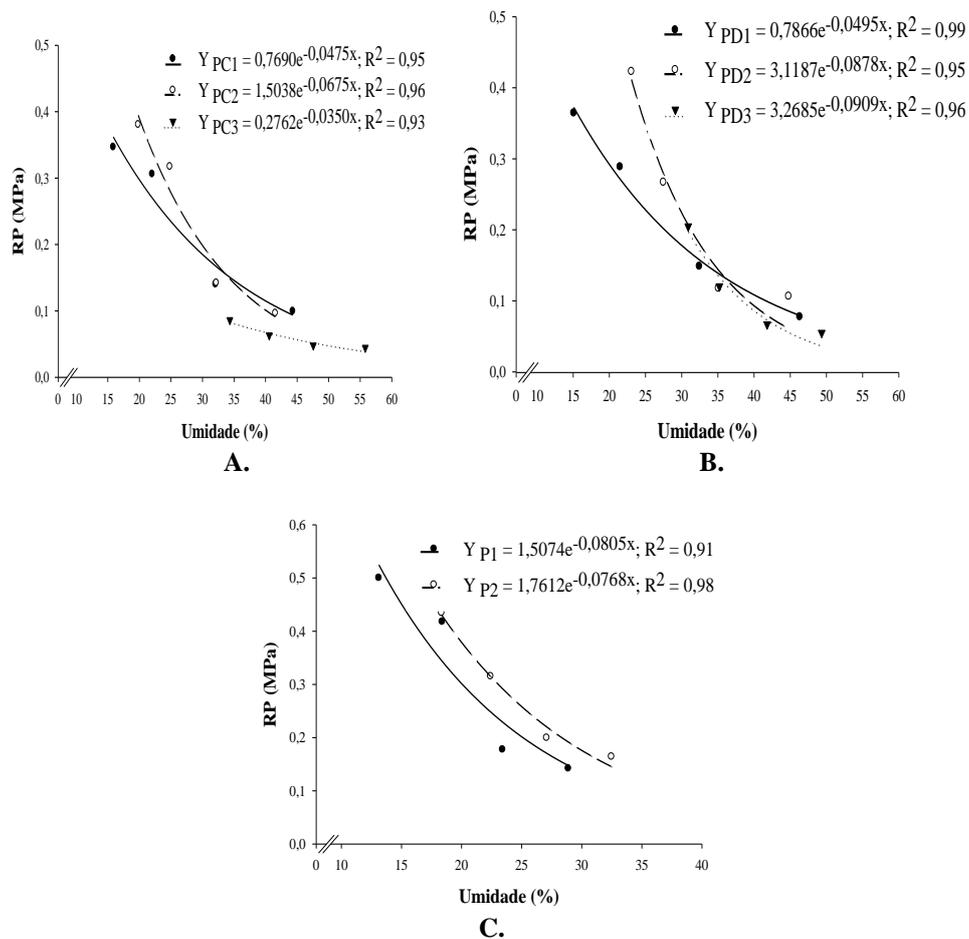
**Tabela 4:** Resistência à penetração do solo sob diferentes sistemas na umidade de 20%, nas diferentes coletas das amostras de solo.

Manejo	RP1 (MPa)	RP2 (MPa)	RP3 (MPa)
MT	0,44	0,44	0,44
PC	0,30	0,39	0,14
PD	0,29	0,54	0,53
P	0,30	-	0,38

MT = mata; PC = plantio convencional; PD = plantio direto; P = Pastejo rotacionado bovino; RP1 = Resistência a penetração na primeira coleta; RP2 = Resistência a penetração na segunda coleta; RP3 = Resistência a penetração na terceira coleta.

Na figura 2 observa-se a modelagem da resistência do solo à penetração do solo sob plantio convencional, plantio direto e pastejo bovino em cada coleta das amostras de solo. Em todas as coletas e sistemas de manejo, observa-se o mesmo comportamento apresentado na Figura 1; quanto menor a umidade, maior a resistência à penetração.

**Figura 2:** Modelagem da resistência do solo à penetração em diferentes umidades, para o solo sob plantio convencional (A), plantio direto (B) e pastejo bovino (C) em cada coleta das amostras de solo.



PC1 = plantio convencional primeira coleta; PC2 = plantio convencional segunda coleta; PC3 = plantio convencional terceira coleta; PD1 = plantio direto primeira coleta; PD2 = plantio direto segunda coleta; PD3 = plantio direto terceira coleta; P1 = pastejo rotacionado bovino primeira coleta; P2 = pastejo rotacionado bovino segunda coleta.

Na tabela 5, encontra-se o resumo da análise estatística feita entre as envoltórias modelagens da resistência do solo à penetração sob plantio convencional, plantio direto e pastejo bovino em cada coleta das amostras de solo.

Pelo teste de Snedecor & Crochan (1989), os modelos gerados para plantio convencional nas diferentes coletas apresentaram diferença estatística significativa entre si. Esse fato é de ocorrência devido a entrada de máquinas e implementos na área, segundo Combine & Tillage (2000) o efeito do tráfego aumenta a compactação do solo e consequentemente a resistência mecânica do solo à penetração. Visto que as coletas nas áreas de milho foram realizadas 40 dias após a adubação de cobertura e após a colheita de cada safra, o aumento do valor da RP pode ser justificado pela entrada das máquinas tanto para preparo do solo quanto para a realização de plantio, colheita e outros tratamentos culturais.

Pelo mesmo teste, os modelos gerados para o pastejo rotacionado bovino nas diferentes coletas e os modelos gerados para o plantio direto na segunda e terceira coleta, não apresentaram diferença significativa entre si. O sistema de pastejo bovino e o sistema de plantio direto a partir da segunda coleta não recebeu preparo do solo, nem teve seu manejo alterado, o que proporciono ao mesmo valores muito próximos de resistência à penetração.

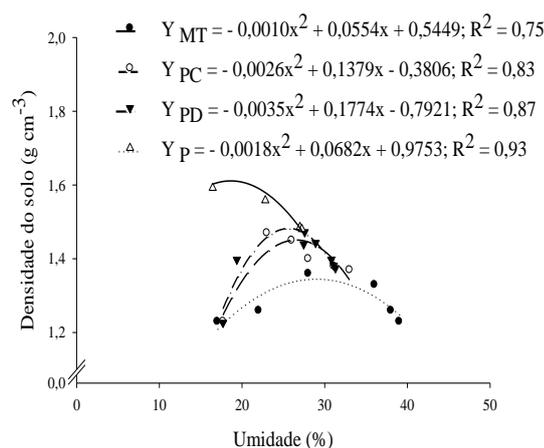
**Tabela 5.** Teste de significância de acordo com Snedecor & Cochran (1989) entre as curvas resistência à penetração de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob plantio convencional, plantio direto e pastejo rotacionado bovino em cada coleta.

Manejo	Coefficiente angular, b	Coefficiente linear, a
PD1 vs PD2	*	*
PD1 vs PD3	*	*
PD2 vs PD3	ns	ns
PC1 vs PC2	*	*
PC1 vs PC3	*	*
PC2 vs PC3	*	*
P1 vs P2	ns	ns

PC1 = plantio convencional primeira coleta; PC2 = plantio convencional segunda coleta; PC3 = plantio convencional terceira coleta; PD1 = plantio direto primeira coleta; PD2 = plantio direto segunda coleta; PD3 = plantio direto terceira coleta; P1 = pastejo rotacionado bovino primeira coleta; P2 = pastejo rotacionado bovino segunda coleta; ns: não significativo; \* significativo a 5% de probabilidade.

Para este estudo foram consideradas também as curvas de compactação obtidas pelo ensaio de Proctor Normal para o solo nos sistemas: Milho em plantio convencional, Milho em plantio direto, Pastejo rotacionado bovino e mata natural (Figuras 5). As curvas de compactação seguiram um comportamento polinomial quadrático.

**Figura 3.** Curva de compactação do Latossolo sob diferentes sistemas. MT = mata; PC= plantio convencional; PD = plantio direto e P = Pastejo rotacionado bovino



De posse das curvas de compactação dos sistemas, calculou-se a densidade máxima e a umidade ótima de compactação ( $U_{ótím.}$ ) dos mesmos (Tabela 7), e de posse da densidade máxima e da densidade natural (Tabela 1), calculou-se o grau de compactação dos mesmos (Tabela 7).

Nenhum dos sistemas apresentou valores de grau de compactação superior ao limite crítico de 88% (Tabela 7), mostrando que os sistemas não apresentam compactação do solo. Todos os sistemas apresentaram valores de GC maiores que o da mata, o que significa que alterações estruturais ocorreram em função do manejo. De acordo com Denardin e Kochhann (1997), as mobilizações intensivas do solo, principalmente no sistema convencional, sob condições inadequadas de umidade e de cobertura vegetal, modificam significativamente a estrutura do solo, afetando basicamente as relações entre as fases sólida, líquida e gasosa, podendo causar compactação deste solo.

**Tabela 7:** Densidade máxima e umidade ótima do Latossolo sob diferentes sistemas.

<b>Manejo</b>	<b>Densidade máxima</b>	<b>Uótím.</b>	<b>GC</b>
	<b>g cm<sup>-3</sup></b>	<b>.....%.....</b>	
<b>MT</b>	1,31	27,70	77
<b>PC</b>	1,45	26,54	81
<b>PD</b>	1,46	25,34	79
<b>P</b>	1,62	18,94	87

Uótím. = umidade ótima de compactação; MT = mata; PC = plantio convencional; PD = plantio direto e P = pastejo bovino

Outro aspecto a ser observado é a relação da umidade da capacidade de campo de cada sistema de manejo do solo versus a umidade ótima de compactação dos mesmos (Tabela 8).

Em todos os sistemas de manejo do solo, os valores de umidade da capacidade estão bem próximos aos valores da umidade ótima de compactação (Tabela 8). Isso demonstra a importância de trabalhar esses solos em valores de umidade menores que a umidade ótima de compactação, evitando-se passar pela umidade ótima de compactação, mesmo esses sistemas não serem irrigados. Além disso, torna-se necessário o estudo do desenvolvimento das culturas agrícolas sob as umidades ótimas de compactação dos solos, sendo que na maioria das vezes se apresentam menores valores em relação à umidade da capacidade de campo.

**Tabela 8.** Umidade da capacidade de campo e umidade ótima de compactação do Latossolo sob diferentes sistemas.

<b>Manejo</b>	<b>UCC (-6 Kpa)</b>	<b>U ótima</b>
	<b>.....%.....</b>	
<b>MT</b>	33	27,52
<b>PC</b>	31	26,31
<b>PD</b>	31	25,34
<b>P</b>	26	18,94

UCC = umidade da capacidade de campo; U ótima. = umidade ótima de compactação; MT = mata; PC = plantio convencional; PD = plantio direto e P = pastejo rotacionado bovino

**4 CONCLUSÕES**

Os valores de resistência à penetração nas diferentes coletas para todos os cultivos na umidade correspondente à capacidade de campo e umidade de 20%, estão abaixo do limite crítico de 2 Mpa.

Nenhum dos sistemas apresenta valores de grau de compactação superior ao limite de 88%. Os valores de umidade da capacidade de campo são bem próximos aos valores da umidade ótima de compactação para todos os sistemas, o que mostra a importância de um monitoramento periódico no manejo deste solo.

**REFERÊNCIAS**

- ASSIS, R.L.; LAZARINI, G.D.; LANÇAS, K.P.; FILHO, A.C, Avaliação da resistência do solo à penetração em diferentes solos com a variação da do teor de água, Engenharia Agrícola. Jaboticabal, v.29, n.4, p.558-568, out/dez. 2009.
- ASSOULINE, S.; TESSIER, D.; TAVARES-FILHO, J. Effects of compaction on soil physical and hydraulic properties: experimental results modeling. Soil Science Society of America Journal, v.61, n.2, p.390-398, 1997
- BLAINSKI, É., TORMENA, C. A., FIDALSKI, J., & GUIMARÃES, R. M. L. Quantificação da degradação física do solo por meio da curva de resistência do solo à penetração. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2008, 32.3: 975-983.
- BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; VEIGA, M. DA; REINERT, D. J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.30, p.605-614, 2006.
- COMBINE, S. S. A. A. B., & TILLAGE, T. S. Resistência mecânica do solo à penetração influenciada pelo tráfego de uma colhedora em dois sistemas de manejo do solo. Ciência Rural, 30(5), 795-801. (2000).
- CUNHA, J.P.A.R. da; VIEIRA, L.B.; MAGALHÃES, A.C. Resistência mecânica do solo à penetração sob diferentes densidades e teores de água. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.10, n.1-4, p.1-7, 2002.
- DAY, P.R. Particle fractionation and particle-size analysis BLACK, C.A. (Ed.). Methods of soil analysis: physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. American Society of Agronomy, p.545-566, 1965.
- DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A. Pesquisa de desenvolvimento em sistema plantio 25 direto no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. Anais do Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Rio de Janeiro: 1997. CD ROM.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análises de solos. 2.ed, 212p. (Documentos 1), 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas do Solo. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2 ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.

LAPEN, D.R.; TOPP, G.C.; GREGORICH, E.G. & CURNOE, W.E. Least limiting water range indicators of soil quality and corn production, Eastern Ontario, Canada. *Soil Tillage Research*, 78:151-170, 2004.

MEROTTO JR., A.; MUNDSTOCK, C.M. Wheat root growth as affected by soil strength. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, n.2, p.197-202, 1999.

PIRES, B. S.; DIAS JUNIOR, M. S.; ROCHA, W. W.; ARAUJO JUNIOR, C. F. & CARVALHO, R. C. R. Modelos de capacidade de suporte de carga de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes usos e manejos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36:635-642, 2012.

RAIJ, B. Van; QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas: IAC, 31p., 1983 (IAC. Boletim técnico, 81).

ROCHA, W.W; DIAS JÚNIOR, M.S; LIMA, J.M. Shear strength as affected by soil mineralogy. In *Annual Meeting of society of agronomy in university*, 2001, North Caroline.

ROCHA, W.W.; BORGES, S.R.; VICTÓRIA, E.P.; NUNES, A.B. Resistência ao cisalhamento do solo do ponto de vista ambiental apud Mauro. Editora Ciência Ambiental 1ed. Belo Horizonte, MG. 2007.

SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. *Statistical methods*. 8.ed. Ames, Iowa State University Press, 1989. 503p.

SILVA, F. R.; ALBUQUERQUE, J. A.; COSTA, A. Crescimento inicial da cultura da soja em latossolo bruno com diferentes graus de compactação. *R. Bras. Ci. Solo*, 38:1731-1739, 2014.

SILVA, A.P.; TORMENA, C.A.; IMHOFF, S.; FIDALSKI, J. & NEVES JUNIOR, A.F. Intervalo hídrico ótimo e sua importância para as plantas. In: RIBEIRO, M.R.; NASCIMENTO, C.W.A.; RIBEIRO FILHO, M.R. & CANTALICE, J.R.B., eds. *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. v.6. p.1-30.

SILVA, V.R.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.2, p.399-406, 2004.

STANCATI, G.; NOGUEIRA, J.B. ; VILLAR, O.M. Compactação do solo. In: *Ensaio de laboratório em mecânica do solos*. São Paulo, USP, 1981. p. 81-93

TAYLOR, H.M.; ROBERTSON, G.M. & PARKER, J.J. Soil strength root penetration for medium to coarse textured soil materials. *Soil science society of America journal*, 102:18-22, 1966.