

# Indicadores físicos de um Latossolo Amarelo distrocoeso em sistemas de integração na região do cerrado

## Physical indicators of a dystrophic cohesive Yellow Latosol in systems integration in the cerrado region

Amanda Romeiro ALVES [1](#); Adriana Aparecida RIBON [2](#); Clarice BACKES [3](#); Kathleen Lourenço FERNANDES [4](#); Alessandro José Marques SANTOS [5](#); Leonardo Rodrigues BARROS [6](#)

Recibido: 08/10/16 • Aprobado: 08/11/2016

### Conteúdo

- [1. Introdução](#)
- [2. Materiais e métodos](#)
- [3. Resultados e discussão](#)
- [4. Conclusões](#)

[Literatura citada](#)

#### RESUMO:

Objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade física e a modelagem da curva de resistência a penetração de um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico sob diferentes manejos de pastagens e mata nativa. O estudo foi organizado em parcelas subdivididas avaliando-se cinco sistemas de manejos (Pastagem contínua, pastejo rotacionado, integração lavoura-pecuária, integração lavoura-pecuária-floresta/Fogo, área de preservação permanente- mata nativa) e quatro camadas (0-0,1; 0,1-0,2; 0,2-0,3; 0,3-0,4 m) em uma propriedade localizada na região do Cerrado. Todos os manejos de pastagens reduziram a qualidade física do solo quando comparados a área de preservação permanente. A melhor equação que estimou a resistência a penetração (RP) foi obtida no manejo área de preservação permanente, onde a RP estimada é dada por:  $RP = 8,02 - 45,53 \text{ Umidade Gravimétrica} + 3,15 \text{ Densidade do solo}$ ,  $R^2 = 0,97$ .  
**Palavras chave:** Compactação do solo, pastagens degradadas, sistema agrosilvopastoril

#### ABSTRACT:

The purpose of this study was to evaluate the physical quality and the modeling of penetration resistance curve of a dystrophic cohesive Yellow Latosol under different managements of pasture and native forest. The study was organized in split plot evaluating five managements systems (continuous grazing, rotational grazing, crop-livestock integration, integrated crop-livestock-forest / Fire, Permanent preservation area-native forest) and four layers (0-0.1; 0, 1 to 0.2; 0.2-0.3; 0.3-0.4 m) on a property located in the Cerrado region. All managements grazing reduced soil physical quality when compared to permanent preservation area-native forest. The best equation that estimated the soil resistance to penetration (RP) was achieved in the management permanent preservation area, where the estimated RP is given by  $RP = 8.02 - 45.53 \text{ Gravimetric moisture} + 3.15 \text{ Bulk density}$ ,  $R^2 = 0.97$ .

**Keywords:** Soil compaction, degraded pastures, agrosilvopasture system

# 1. Introdução

O manejo adequado do solo é uma das principais etapas que garantem a sustentabilidade e maximização da cadeia produtiva de alimentos (Torres e Saraiva 1999). Segundo Dias Filho (2011) a degradação de pastagens tem sido apontada como uma das causas efetivas que reduzem a produção do setor pecuário, além de resultar na perda da qualidade física do solo, ocasionando a formação de camadas compactadas.

Em sistemas de Integração Lavoura Pecuária (ILP) no Cerrado, Marchão et al. (2007) verificaram redução da porosidade do solo e o aumento da densidade em comparação ao Cerrado nativo. Assis et al. (2015) estudando sistemas de Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF), constataram melhor qualidade física do solo após a implantação do sistema ILPF, na recuperação de pastagens degradadas. Porém, ainda são poucos os estudos sobre os impactos da retirada da floresta neste sistema.

Os atributos físicos, como: densidade do solo ( $D_s$ ), e porosidade são muito utilizados na avaliação da qualidade física dos solos (Albuquerque et al. 2001; Flores et al. 2007; Spera et al. 2009). No entanto deve-se considerar a variação da  $D_s$  em função da textura do solo ao comparar valores limitantes (Silva et al. 2010). Desta forma a densidade relativa é uma alternativa para avaliação do grau de compactação, uma vez que apresenta pouca variação em relação a valores limitantes (Beutler et al. 2008).

Para a avaliação do impacto na qualidade estrutural do solo, a  $R_p$ , quando relacionada com o conteúdo de água,  $D_s$  (Imhoff et al. 2000) e Porosidade (Ribon e Tavares filho 2008) é considerada um indicador adequado, sendo importante nos estudos sobre o impacto que os sistemas de manejo podem causar.

Considerando-se a hipótese de que os sistemas de manejos de pastagem tecnificados e diversificados como a ILP, ILPF proporcionem ao solo melhor qualidade física, sendo alternativas para a recuperação de pastagens degradadas, objetivou-se avaliar a qualidade física do solo e a modelagem da curva de resistência a penetração de um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico sob diferentes manejos de pastagens e mata nativa.

## 2. Materiais e métodos

O experimento foi realizado na propriedade Luz da Vida, localizada no município de Campestre-GO (16 ° 46'39 " S latitude e 49 ° 44'38 " W longitude). O clima da região é classificado como Aw segundo Koppen, com temperatura média de 24°C e pluviosidade anual de 1457 mm. O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [EMBRAPA], 2013) de textura muito argilosa (Tabela 1).

Tabela 1. Análise granulométrica do solo em área experimental, para as camadas de 0-0,2 e 0,2-0,4m.

Camada	Areia	Silte g . kg <sup>-1</sup>	Argila
0 – 0,20m	400	80	520
0,20 – 0,40m	300	80	620

O delineamento experimental foi organizado em blocos inteiramente casualizados em parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas de cinco diferentes sistemas manejo de pastagens e área de preservação permanente (Cerrado), no terceiro ano de avaliação. As subparcelas foram quatro camadas de solo (0-0,1; 0,1-0,2; 0,2-0,3; 0,3-0,4 m). Os sistemas de manejo e histórico da área experimental encontra-se descrito abaixo:

- Pastejo rotacionado (PR) com capim Mombaça (*Panicum maximum*) destinado a pastoreio de

animais, implantado a 7 anos, com rotação de animais a cada dia.

- Área de pastagem contínua (PC) com capim *Urochloa decumbens* (Syn. *Brachiaria decumbens*), área de pasto para os animais, com 13 anos de uso.

- Área de integração lavoura pecuária (ILP) com semeadura da soja sob preparo convencional após dessecação da pastagem (*Urochloa decumbens* com 11 anos de implantação) e plantio de milho após colheita da soja, com posterior formação de pastagem novamente.

- Antiga área de integração lavoura pecuária floresta sob consórcio soja-braquiária no sistema barreirão, onde após 9 anos de implantação o eucalipto foi retirado e logo após realizado queimada da pastagem no local.

- Área de preservação permanente (AP) da propriedade Mata nativa (Cerrado),

Em cada manejo foram coletadas amostras indeformadas e deformadas em três pontos distribuídos na parcela, para determinação da Ds, densidade de partícula (Dp), microporosidade (Mip), conforme descrito por (EMBRAPA, 2011) e densidade máxima do solo (Dms) pelo ensaio de Proctor normal com reuso de material conforme descrito por Nogueira (1998). As variáveis Porosidade Total (PT) e Macroporosidade (Map) foram obtidas conforme descrito por (EMBRAPA, 2011). A densidade relativa (Dr) foi obtida da razão entre a Ds e a Dms.

Para modelagem da Rp, primeiramente foi avaliado a Rp em campo na camada de 0-0,4 m, mediante o uso de um penetrômetro de impacto modelo IAA/PALNALSUCAR, conforme descrito por Stolf (1983), com o total de 10 repetições. Os dados obtidos em impactos/m de solo foram transformados em resistência dinâmica (MPa) através da fórmula proposta por Stolf (1991). Foram coletadas também na camada de 0-0,4 m, para a obtenção dos modelos de estimativa da Rp, amostras para determinação da umidade gravimétrica (UG), Ds e PT, determinados de acordo com (EMBRAPA, 2011).

Foram aplicados testes de distribuição normal para seleção das variáveis participantes do modelo, sendo excluídas aquelas que não apresentaram uma distribuição normal dos valores. Em seguida, foram realizadas análises de correlação simples entre as variáveis e análise de regressão múltipla por STEPWISE utilizando o procedimento de preparo de modelos do software SISVAR, para modelar o efeito das propriedades nestas condições.

Foi utilizado o nível de significância do valor F da variável de 15% de probabilidade para a inclusão e de exclusão de variáveis no modelo, de acordo com Dias et al. (1999).

O atributos Ds, Dms, Dr, Pt, Map, Mip, foram avaliados pelo software estatístico SISVAR, pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

### 3. Resultados e discussão

Não houve interação significativa entre os sistemas de manejos e camadas avaliadas para todos os atributos físicos estudados, com exceção da microporosidade, (Tabela 2). Contudo para os tratamentos principais (sistemas de manejo) verifica-se teste F significativo em todos os atributos avaliados.

Tabela 2: Atributos físicos de um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico sob diferentes tipos de manejos de pastagens e mata nativa nas camadas de 0-0,1; 0,1-0,2; 0,2-0,3; 0,3-0,4 m.

Camadas (m)	Sistemas de manejo					Média Camadas
	PR	PC	ILP	ILPF/Fg	AP	
		Densidade do solo (Mg m <sup>-3</sup> )				
0-0,1	1,42	1,36	1,34	1,38	1,10	1,32
0,1-0,2	1,40	1,39	1,41	1,37	1,02	1,32
0,2-0,3	1,41	1,31	1,37	1,39	1,04	1,30
0,3-0,4	1,37	1,22	1,36	1,37	1,10	1,28
Média	1,40 a <sup>(1)</sup>	1,32 a	1,37 a	1,38 a	1,06 b	
Teste F	Manejos	Camadas	Interação M x C			

	21,41**	0,81 <sup>ns</sup>	1,07 <sup>ns</sup>			
CV %	7,99	5,47				
		Densidade máxima do solo (Mg m <sup>-3</sup> )				
0-0,1	1,59	1,64	1,82	1,76	1,64	1,69 A
0,1-0,2	1,58	1,49	1,75	1,70	1,57	1,62AB
0,2-0,3	1,56	1,63	1,68	1,61	1,50	1,60 B
0,3-0,4	1,55	1,47	1,65	1,73	1,52	1,58 B
Média	1,57 ab	1,56 b	1,72 a	1,70 ab	1,56 b	
Teste F	Manejos	Camadas	Interação M x C			
	6,22**	5,69**	1,27 <sup>ns</sup>			
CV %	7,8	4,81				
0-0,1	0,90	0,83	0,74	0,79	0,68	0,79
0,1-0,2	0,89	0,93	0,81	0,81	0,62	0,81
0,2-0,3	0,91	0,81	0,82	0,87	0,70	0,82
0,3-0,4	0,88	0,83	0,83	0,80	0,73	0,81
Média	0,89 a	0,85 a	0,80 ab	0,82 a	0,68 b	
Teste F	Manejos	Camadas	Interação M x C			
	8,94**	0,83 <sup>ns</sup>	1,39 <sup>ns</sup>			
CV %	11,46	7,80				
		Porosidade total (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )				
0-0,1	0,41	0,41	0,47	0,40	0,50	0,44
0,1-0,2	0,46	0,42	0,41	0,47	0,53	0,46
0,2-0,3	0,41	0,43	0,44	0,43	0,53	0,45
0,3-0,4	0,45	0,49	0,42	0,43	0,51	0,46
Média	0,43 b	0,44 b	0,44 b	0,43 b	0,52 a	
Teste F	Manejos	Camadas	Interação M x C			
	7,43**	1,17 <sup>ns</sup>	1,37 <sup>ns</sup>			
CV %	10,59	8,75				
		Macroporosidade (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )				
0-0,1	0,12	0,11	0,18	0,13	0,12	0,13
0,1-0,2	0,15	0,12	0,15	0,21	0,13	0,15
0,2-0,3	0,11	0,11	0,16	0,20	0,11	0,14
0,3-0,4	0,15	0,15	0,13	0,18	0,10	0,15
Média	0,13 ab	0,12 ab	0,16 ab	0,18 a	0,12 b	
Teste F	Manejos	Camadas	Interação M x C			
	7,23**	1,16 <sup>ns</sup>	1,37 <sup>ns</sup>			
CV %	32,57	27,87				
		Microporosidade (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )				
0-0,1	0,29 A bc	0,30 AB b	0,28 A bc	0,26 A c	0,38 B a	0,30
0,1-0,2	0,31 A b	0,29 B bc	0,26 A cd	0,25 AB d	0,40 ABa	0,30
0,2-0,3	0,30 A bc	0,32 AB b	0,27 A c	0,23 B d	0,42 A a	0,31
0,3-0,4	0,30 A c	0,33 A b	0,28 A c	0,24 AB d	0,41 ABa	0,31
Média	0,30 b	0,31 b	0,28 c	0,25 d	0,40 a	
Teste F	Manejos	Camadas	Interação M x C			
	161,02**	1,44 <sup>ns</sup>	3,12**			
CV %	5,9	4,48				

Os manejos de pastagens proporcionaram ao solo redução da qualidade física. Comparando-se os atributos físicos do solo obtidos na área de preservação permanente- mata nativa aos demais manejos, observam-se incrementos na Ds e Dr. Trabalhos de; Marchão et al (2007); Santos et al (2011) também evidenciam compactação do solo em sistemas de ILP, PC e PR.

Não houve diferenças no atributo Ds entre os manejos de pastagem (Tabela 2), somente a AP diferiu-se significativamente apresentando a menor Ds. Santos et al. (2011) em experimento

sistemas de PC, PR e ILP, também evidenciaram menor Ds e maior PT em mata nativa, porém, entre os manejos de pastagens estes verificaram em PC com *Brachiaria decumbens*, menor Ds em comparação ao pastejo rotacionado e ILP utilizando como forrageira o *Panicum maximum*.

As camadas e manejos avaliados atuaram de forma dependente influenciando a microporosidade do solo. Para todas as camadas avaliadas a AP apresentou maior microporosidade comparados aos demais manejos. (Tabela 2). O manejo ILPF/fg apresentou menor microporosidade em todas as camadas. Segundo Reichert et al. (2007) em sistemas agrossilvopastoris a compactação do solo pode ser causada por pisoteio animal e principalmente pelo intenso tráfego de máquinas no local.

A microporosidade não diferiu entre as camadas avaliadas para o manejo ILP, onde os valores foram menores em comparação aos manejos PC e PR. Este resultado pode estar relacionado com a compactação provocada pela movimentação de máquinas para o plantio e colheita no manejo ILP. Não houve diferenças significantes entre os manejos PC e PR.

Marchão et al. (2007) avaliando os impactos dos sistemas de integração lavoura pecuária nas propriedades físicas do solo verificaram redução do sistema poroso em todos os manejos de ILP. Os autores observaram ainda que nos manejos onde houve plantio convencional os valores de PT e Map foram menores em relação as áreas sob mata e plantio direto.

Os manejos e camadas atuaram de forma independente sobre a macroporosidade e PT (Tabela 2). A PT foi maior na AP, diferindo-se significativamente dos demais tratamentos. Os manejos de pastagens apresentaram PT semelhantes não havendo diferenças significativas entre os mesmos. Em relação à macroporosidade, a AP apresentou o menor valor. A ILPF/Fg apresentou maior macroporosidade seguida dos manejos PC, PR e ILP que não diferiram significativamente. Albuquerque et al (2001) estudando diferentes manejos de ILP verificaram maior macroporosidade na mata nativa em comparação a ILP.

A Dms foi o único atributo a apresentar diferenças significativas para as camadas avaliadas (Tabela 2), onde a mesma diminuiu em profundidade. A AP e o manejo PC apresentaram os menores valores de Dms, a matéria orgânica e a palha presente sob o solo pode ser associada a estes resultados, ressaltando assim a importância da manutenção da matéria orgânica no solo. Braida et al. (2006) afirma que independente da classe textural do solo, a matéria orgânica e a palha sobre reduz significativamente a Dms conferindo ao solo maior resistência a compactação.

O manejo ILP obteve o maior valor de Dms. Dentre os motivos para este resultado, esta a falta de manutenção de palhada sobre o solo nesse sistema, devido ao preparo convencional para o plantio de soja, e logo após milho.

Todos os tratamentos principais (manejos de pastagens e mata nativa) atuaram de forma independente sobre o solo, influenciando a Dr (Tabela 2). Os valores de Dr foram inferiores ao limite crítico (0,88) considerado por Klein (2006) em todos os tratamentos, com exceção do pastejo rotacionado. A AP se diferenciou significativamente dos manejos, apresentando a menor Dr, (Dr = 0,68).

Quanto ao manejo ILPF/fg, o mesmo não diferiu dos demais manejos de pastagens. Assis et al. (2015) avaliando as alterações nos atributos físicos do solo em consequência da implantação do sistema ILPF evidenciaram a eficiência deste sistema no aumento da qualidade física do solo. Porém, no caso do manejo ILPF/fg o intenso tráfego de máquinas para a retirada do eucalipto na área, pode ter influenciado no aumento da densidade relativa e diminuição da microporosidade em relação à mata nativa, Reichert et al. (2007) afirma que o impacto das máquinas na derrubada de árvores exerce grande pressão no solo podendo causar a compactação.

É importante observar ainda que neste manejo houve a queima da pastagem, o que também pode estar relacionado com este resultado. Redin et al. (2011) afirma que um dos impactos das queimadas sobre o solo é a redução da porosidade, e o aumento da Ds. Portanto, a retirada do componente floresta e a queima da pastagem na ILPF/ Fg pode ter ocasionado a compactação

do solo, de modo que este manejo não se diferiu dos manejos menos tecnificados, como a pastagem contínua.

No manejo PR a alta taxa de lotação animal pode estar relacionada à compactação do solo na área. Trein et al. (1991); Marchão et al. (2007) afirmam que taxas elevadas de lotação animal em curto período de tempo em pastejo rotacionado ocasiona aumento na densidade do solo e resistência a penetração, e redução do sistema poroso.

A ILP obteve Dr semelhante a AP. Todavia é necessário considerar que este tratamento apresentou elevada Dms, o que pode ter reduzido a densidade relativa. Uma das limitações deste estudo foi a reutilização de amostras no ensaio de proctor para a obtenção da Dms. Segundo Ramos et al. (2013) o reúso de amostras para o ensaio de proctor normal pode superestimar a Dms em razão da fragmentação dos agregados.

Em relação aos momentos estatísticos das variáveis selecionadas para a obtenção dos modelos de estimativa da resistência a penetração expressos na Tabela 4, para as variáveis, PT, UG e RP observam-se altos coeficientes de variação. Ribon e Tavares Filho (2008) também evidenciaram alto coeficiente de variação para o atributo Rp, atribuindo este resultado a alta variabilidade espacial da Rp.

Tabela 3: Momentos estatísticos para as variáveis submetidas, na camada de 0-0,4 m de um Latossolo Amarelo Distrocoeso sob diferentes sistemas de manejos de pastagens e mata nativa.

Momentos estatísticos					
Média	DP	CV %	Min	Max	
<b>Integração lavoura pecuária floresta/ fogo</b>					
3,10	0,63	20	1,93	4,69	
1,97	0,06	3	1,84	2,08	
0,14	0,03	22	0,10	0,24	
17,76	2,78	15	6,04	21,41	
<b>Integração lavoura pecuária</b>					
3,57	0,71	20	1,93	5,38	
1,92	0,10	5	1,69	2,08	
0,16	0,01	10	0,11	0,19	
18,79	4,52	24	11,62	28,83	
<b>Pastagem contínua</b>					
3,83	0,94	24	1,93	5,38	
1,87	0,13	7	1,53	2,13	
0,17	0,017	10	0,12	0,20	
20,74	5,20	25	10,20	35,47	
<b>Área de preservação permanente</b>					
5,71	1,86	32	1,93	10,89	
1,70	0,17	10	1,29	1,98	
0,16	0,02	16	0,08	0,21	
27,60	7,79	28	13,76	47,00	
<b>Pastejo rotacionado</b>					
10,06	2,81	27	4,00	15,71	
1,82	0,08	4	1,59	2,07	
0,11	0,01	14	0,07	0,19	
22,74	3,68	6	10,71	31,62	

Em todos os tratamentos principais verificam-se altos valores de Rp, variando de 3,05 MPa a

10,06 MPa na camada de 0-0,4 m (Tabela 3). Segundo Reichert et al. (2007) a  $R_p$  é dependente dos atributos textura, umidade do solo, e densidade do solo, sendo necessários cuidados na interpretação dos resultados.

Para Torres e Saraiva (1999) é complexo estabelecer limites fixos para valores de resistência a penetração prejudiciais ao desenvolvimento das plantas, visto que, os valores irão depender da textura do solo, da cultura estudada. De modo geral os autores indicam como limitantes para cultura da soja em um Latossolo roxo valores de resistência em torno de 3,5 a 6,5 MPa. Para Tavares Filho et al. (2001) valores próximos a 3,5 MPa na cultura do milho podem não restringir o desenvolvimento das raízes, mas causam modificações na morfologia das mesmas. Os altos valores de resistência a penetração obtidos nos tratamentos podem estar relacionados aos efeitos dos manejos e também as características pedogenéticas do solo estudado.

Os fatores que justificaram a  $R_p$  alteraram-se em função do manejo. Esses resultados demonstram a importante influência do manejo do solo sobre a resistência a penetração. Na ILPF/Fg a PT e Ds justificaram em 81% ( $R^2 = 0,81$ ) (Tabela 5) a variação da  $R_p$ .

Tabela 4. Modelos obtidos para a estimativa da resistência do solo à penetração ( $R_p$ ) em função da umidade gravimétrica ( $U_g$ ), densidade do solo ( $D_s$ ) e porosidade total (Pt), de um Latossolo Amarelo Distrocoeso sob diferentes sistemas de uso e manejo de pastagens na camada de 0,0- 0,4m.

Sistema de Manejo	Modelos	$R^2$	$U_g$ Mínima	$U_g$ Máxima
ILPF/Fg	$RP = -3,63 - 0,11PT + 4,42DS$	0,81	0,10	0,24
ILP	$RP = 7,89 - 0,097PT - 15,29UG$	0,91	0,11	0,19
PC	$RP = 7,44 - 0,17PT$	0,92	0,12	0,20
PR	$RP = - 64,07 + 37,99DS + 41,09UG$	0,88	0,07	0,19
AP	$RP = 8,02 - 45,53UG + 3,15DS$	0,97	0,08	0,21

Por outro lado na ILP os fatores que justificaram em 91% a variação da  $R_p$ , foram a PT e a UG. No manejo pastagem contínua somente PT foi incluída do modelo de estimativa da  $R_p$ , justificando em 92% sua variação (Tabela 4). O modelo de estimativa com maior representatividade da  $R_p$  foi obtido no tratamento mata nativa com maior coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,97$ ) (Tabela 5), onde a UG e a DS justificaram a  $R_p$ .

Tanto a PT como a UG e a  $D_s$  apresentaram participação semelhante nos modelos de estimativa. Entretanto Ribon e Tavares filho (2008) constataram maior participação da variável  $D_s$  nos modelos de estimativa da  $R_p$  de um Latossolo Vermelho.

A densidade do solo apresentou relação positiva com a  $R_p$  concordando com os trabalhos de Cavalieri et al. (2006); Ribon e Tavares Filho (2008), e relação negativa com a porosidade total e umidade gravimétrica na maioria dos modelos estimados.

## 4. Conclusões

A equação que melhor estimou a Resistência do solo a penetração foi:  $RP = 8,02 - 45,53U_{g} + 3,15D_{s}$  ( $R^2 = 0,97$ ), para a área de preservação permanente-mata nativa.

A mata nativa (área de preservação permanente) apresentou melhor qualidade física do solo

em comparação a todos os manejos de pastagens, indicando a degradação do solo após o manejo.

Os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária, Integração Lavoura-Pecuária-Floresta/ Fg e Pastejo Rotacionado não resultaram em melhorias significativas na qualidade física do solo em comparação ao manejo extensivo de Pastagem Contínua

---

## Literatura citada

- Albuquerque, J. A.; Sango, L.; Ender, M. (2001). Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25, 717-723.
- Assis, P. C. R.; Stone, L. F.; Medeiros, J. C.; Madari, B.; Oliveira, J. M.; Wruck, F. J. (2015). Atributos físicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, 19, 309-316.
- Beutler, A. N.; Freddi, O. S.; Leone, C. L.; Centurion, J. F. (2008). Densidade do solo relativa e parâmetro "S" como indicadores da qualidade física para culturas anuais. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 8, 27-36.
- Braida, J. A.; Reichert, J. M.; Veiga, M.; Reinert, D. J. (2006). 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*, 30, 605-614.
- Cavaleri, K. M. V.; Tormena, C. A.; Vidigal Filho, P. S.; Gonçalves, A. C. A.; Costa, A. C. S. (2006) Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30, 137-147.
- Dias, F. L. F.; Mazza, J. A.; Matsuoka, S.; Perecin, D.; Maule, R. F. (1999). Relação entre produtividade, clima, solos e variedades de cana-de-açúcar na região noroeste do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23, 627-634.
- Dias Filho, M. B. (2011). *Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação*. (4 ed.) Belém – PA: Embrapa.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA. (2011). *Manual de Métodos de Análise de Solo*. (2 ed.). Rio de Janeiro: SNLCS. .
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA. (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. (3ed). Brasília: EMBRAPA.
- Flores, J. P. C.; Anghinoni, I.; Cassol, L. C.; Carvalho, P. C. F. de; Leite, J. G. D.; Fraga, T. I. (2007). Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31, 771-780.
- Klein, V. A. (2006). Densidade relativa: Um indicador da qualidade física de um Latossolo Vermelho. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 5, 26-32.
- Marchão, R. L.; Balbino, L. C.; Silva, E. M. da; Santos Junior, J. de D. G. dos; Sá, M. A. C.; Vilela, L.; Becquer, T. (2007). Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42, 873-882.
- Nogueira, J. B. (1998). *Mecânica dos solos: ensaios de laboratório*. São Carlos: EESC-USP.
- Ramos, F. T.; Ramos, D. T.; Maia, J. C. de S.; Serafim, M. E.; Azevedo, E. C. de; Roque, M. W. (2013). Curvas de compactação de um Latossolo Vermelho-Amarelo: com e sem reúso de amostras. *Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17, 129-136.
- Redin, M.; Santos, G. F.; Miguel, P.; Denega, G. L.; Lupatine, M.; Doneda, A.; Souza, E. L. Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. *Ciência Florestal*, v. 21, p. 381-392, 2011.
- Reichert, J. M.; Suzuki, L. E. A. S.; Reinert, D. J. (2007) Compactação do solo em sistemas



agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: Ceretta, C. A.; Silva, L. S. da; Reichert, J. M. (Ed.). *Tópicos em ciência do solo* (p.49-134). Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

Ribon, A. A. e Tavares Filho, J. (2008). Estimativa da Resistência Mecânica à Penetração de um LATOSSOLO VERMELHO sob Cultura Perene no Norte do estado do Paraná. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32, 1817-1825.

Santos, G. G.; Marchão, R. L.; Silva, E. M.; Silveira, P. M. Becquer, T. (2011). Qualidade física do solo sob sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46, 1339-1348.

Silva A. P.; Tormena C. A.; Dias Junior M.; Imhoff S.; Klein V. A. (2010). Indicadores da qualidade física do solo. In: Lier Q. J. V., editor. *Física do solo* (p.241-281). Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

Spera, S. T.; Santos, H. P.; Fontaneli, R. S.; Tomm, G. O. (2009) Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33, 29-136.

Stolf, R. (1991). Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 15 (2), 229-35.

Stolf, R.; Fernandes, J.; Furlani Neto, V. L. (1983). Penetrômetro de impacto IAA/PLANALSUCAR-STOLF; recomendação para seu uso. STAB: *Açúcar, Álcool e Subprodutos*, 1, 18-23.

Torres, E. e Saraiva, O. F. (2001). *Camadas de impedimento mecânico do solo em sistemas agrícolas com soja*. Londrina: EMBRAPA-CNPQ.

Trein, C. R.; Cogo, N. P.; Levien, R. (1991). Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo, na rotação aveia + trevo/milho, após pastejo intensivo., 15, 105-111.

- 
1. Universidade Estadual de Goiás, Palmeiras de Goiás, Brasil – [romeiroalves@gmail.com](mailto:romeiroalves@gmail.com)
  2. Universidade Estadual de Goiás, Palmeiras de Goiás, Brasil – [adriana.ribon@gmail.com](mailto:adriana.ribon@gmail.com)
  3. Universidade Estadual de Goiás, São Luís de Montes Belos, Brasil – [clarice.backes@ueg.br](mailto:clarice.backes@ueg.br)
  4. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Jaboticabal, Brasil- [kathleen\\_agro@hotmail.com](mailto:kathleen_agro@hotmail.com)
  5. Universidade Estadual de Goiás, São Luís de Montes Belos, Brasil – [alessandro.santos@ueg.br](mailto:alessandro.santos@ueg.br)
  6. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil – [Barros.solos@gmail.com](mailto:Barros.solos@gmail.com)
- 

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 38 (Nº 16) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](mailto:webmaster)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados