

IMPACTO, EXCELÊNCIA E PRODUTIVIDADE DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS NO BRASIL 4

JÚLIO CÉSAR RIBEIRO
(ORGANIZADOR)



Atena
Editora
Ano 2020

IMPACTO, EXCELÊNCIA E PRODUTIVIDADE DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS NO BRASIL 4

JÚLIO CÉSAR RIBEIRO
(ORGANIZADOR)



Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof^a Dr^a Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof^a Dr^a Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
I34	<p>Impacto, excelência e produtividade das ciências agrárias no Brasil 4 [recurso eletrônico] / Organizador Júlio César Ribeiro. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-053-7 DOI 10.22533/at.ed.537202105</p> <p>1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária – Brasil. I. Ribeiro, Júlio César.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

As Ciências Agrárias possuem alguns dos campos mais promissores da atualidade, principalmente em termos de avanços científicos e tecnológicos.

Contudo, um dos grandes desafios, é a utilização dos recursos naturais de forma sustentável, maximizando a excelência e a produtividade no setor agropecuário e agroindustrial, atendendo a demanda cada vez mais exigente do mercado consumidor.

Neste contexto, a obra “Impacto, Excelência e Produtividade das Ciências Agrárias no Brasil” em seus volumes 3 e 4, compreendem respectivamente 22 e 22 capítulos, que possibilitam ao leitor ampliar o conhecimento sobre temas atuais e de expressiva importância nas Ciências Agrárias.

Ambos os volumes, apresentam trabalhos que contemplam questões agropecuárias, de tecnologia agrícola e segurança alimentar.

Na primeira parte, são apresentados estudos relacionados à fertilidade do solo, desempenho agrônômico de plantas, controle de pragas, processos agroindustriais, e bem estar animal, entre outros assuntos.

Na segunda parte, são abordados trabalhos envolvendo análise de imagens aéreas e de satélite para mapeamentos ambientais e gerenciamento de dados agrícolas e territoriais.

Na terceira e última parte, são apresentados estudos acerca da produção, caracterização físico-química e microbiológica de alimentos, conservação pós-colheita, e controle da qualidade de produtos alimentares.

O organizador e a Atena Editora agradecem aos autores e instituições envolvidas nos trabalhos que compõe a presente obra.

Por fim, desejamos que este livro possa favorecer reflexões significativas acerca dos avanços científicos nas Ciências Agrárias, contribuindo para novas pesquisas no âmbito da sustentabilidade que possam solucionar os mais diversos problemas que envolvem esta grande área.

Júlio César Ribeiro

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO EM DIFERENTES MANEJOS SOB PLANTIO DIRETO NO OESTE DO ESTADO DO PARÁ

Data de aceite: 12/05/2020

Data de submissão: 20/03/2020

Bárbara Maia Miranda

Universidade do Estado do Pará – UEPA, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia - CCNT, Belém – PA.

<http://lattes.cnpq.br/0348299988101527>

Arystides Resende Silva

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA Amazônia Oriental, Belém – PA.

<http://lattes.cnpq.br/1530381776730739>

Eduardo Jorge Maklouf Carvalho

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA Amazônia Oriental, Belém – PA.

<http://lattes.cnpq.br/3218636712620472>

Carlos Alberto Costa Veloso

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA Amazônia Oriental, Belém – PA.

<http://lattes.cnpq.br/9716894627560125>

RESUMO: O uso intensivo de práticas inadequadas e não sustentáveis para cultivos agrícolas, como o modelo “sistema convencional” de preparo do solo adotado no Brasil, estão gerando alterações significativas

nas características do solo. Com intuito de prevenir problemas ambientais, vem sendo aplicado e estudado o sistema plantio direto (SPD), o qual tem alto potencial de utilização em muitas regiões do Brasil, como na Amazônia, porém ainda há necessidade de desenvolver mais conhecimentos sobre seus benefícios ao solo. Neste âmbito, o presente trabalho objetivou avaliar as alterações em processos físicos do solo sobre os diferentes arranjos produtivos utilizados no sistema de plantio direto no município de Belterra-PA. O estudo foi disposto em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos. Para análises físicas foram coletadas amostras de solo, sendo quatro amostras (uma deformada e três indeformadas), na profundidade de 0,0-0,50 m, variando de acordo com o parâmetro de análise. Para a análise da Resistência à Penetração foram coletadas amostras de solo a cada 0,05 m nas profundidades de 0,0 a 0,40 m com triplicatas. A aplicação de calcário superficial e subsolagem interferem de maneira positiva na Resistência à Penetração e na Densidade do solo, principalmente nas camadas superficiais do solo. Os sistemas não demonstraram diferenças significativas para compará-los, entretanto, observam-se qualidades realizadas no solo pelo uso do

plantio direto quando comparado ao sistema convencional. No geral, o sistema de plantio direto aliado a aplicação de calcário superficial melhorou as condições das características físicas destes solos no município de Belterra-PA.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade do solo, sistema conservacionista, manejo do solo.

EVALUATION OF SOIL PHYSICAL PROPERTIES UNDER NO-TILLAGE IN DIFERENT MANAGEMENT IN THE WEST OF THE STATE OF PARÁ

ABSTRACT: The intensive use of unsuitable and unsustainable practices for agricultural crops, such as the “conventional system” model of soil tillage adopted in Brazil, are generating significant changes in soil characteristics. In order to prevent these environmental problems, the no-tillage system (SPD) has been applied and studied, which has high potential for use in many regions of Brazil, such as in the Amazon, but there is still a need to develop more knowledge about its benefits to the soil. In this context, this work aimed to evaluate changes in soil physical processes on the different productive arrangements used in the no-tillage system in the municipality of Belterra-PA. The study was arranged in a completely randomized design with four treatments. For physical analyzes, soil samples were collected, four samples (one deformed and three undeformed), with a depth of 0,0 to 0,50 m, varying according to the analysis parameter. For an analysis of Penetration Resistance, soil samples were collected every 0,05 m at depths of 0,0 to 0,40 m with triplicates. The application of superficial limestone and subsoiling interferes positively in Penetration Resistance and Density of the soil, especially in the superficial layers of the soil. The systems did not show significant differences to compare them, however, it is observed qualities realized in the soil by the use of no tillage when compared to the conventional system. In general, the no-tillage system combined with the application of superficial limestone improved the conditions of physical characteristics of these soils in the municipality of Belterra-PA.

KEYWORDS: Soil quality, conservationist system, soil management.

1 | INTRODUÇÃO

O solo é um importante influenciador na saúde e qualidade de vida da humanidade, sendo mais expressiva sua interferência por meio da produção de alimentos, pelo contato com produtos químicos e patógenos (BREVIK e SAUER, 2015). Dessa maneira, importar-se com a qualidade dos solos é estar preocupado com a vida e sobrevivência do homem.

O uso intensivo de práticas inadequadas e não sustentáveis para cultivos, como o modelo agrícola adotado no Brasil baseado no “sistema convencional” de preparo do solo, estão gerando alterações significativas nas características do solo,

como na agregação das partículas, com o revolvimento das camadas superficiais, favorecendo a erosão, por incorporar corretivos e fertilizantes que poluem e degradam mananciais (MELLO e BRUM, 2013).

Com intuito de prevenir esses problemas ambientais, vem sendo aplicado e estudado o sistema plantio direto da palha (SPD), cujos princípios básicos são o não revolvimento da terra, manter a cobertura do solo com plantas em desenvolvimento ou resíduos vegetais e a rotação de culturas (SILVA et al., 2009). Essas técnicas em conjunto, vêm provocando mudanças nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, que geram vantagens, como a conservação do solo e da água e melhora o rendimento das culturas (COSTA et al., 2015; SILVA et al., 2012).

Entretanto, mesmo com resultados positivos do potencial de utilização do SPD em muitas regiões do Brasil, como na Amazônia, ainda não é o sistema mais aplicado nos cultivos, pois há necessidade de desenvolver mais conhecimentos sobre seus benefícios ao solo e características específicas acerca dos melhores manejos de acordo com o local ao qual será inserido, para alcançar produtividades satisfatórias para que se torne uma realidade na prática (SILVA et al., 2009; AMADO e MIELNICZUK, 2002).

Em vista disto, é primordial monitorar a qualidade do solo quando submetida a esse sistema, sendo habitual a determinação por meio de características físicas. Essas são indicadoras do efeito do manejo aplicado, pois de acordo com o uso do solo estão suscetíveis a modificações na densidade, agregação, capacidade de penetração, sendo assim fatores determinantes para alta produtividade e sucesso dos sistemas (FREITAS et al., 2017; NEVES et al., 2007; SILVA et al., 2005).

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar os processos físicos de um Latossolo Amarelo Distrófico sobre os diferentes arranjos produtivos utilizados em sistema de plantio direto no município de Belterra-PA.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em um sistema de produção Plantio Direto, no Campo Experimental de Belterra, localizado no município de Belterra-PA, região Oeste do estado do Pará, a uma altitude de 152 m a 2°38'11" S de latitude e 54°56'13" W de longitude. O clima é Am, segundo classificação de Koppen, com precipitação média de 1.743 mm e o solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico textura muito argilosa (SANTOS et al., 2018).

O experimento foi disposto em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) e composto por quatro tratamentos, referentes aos manejos aplicados ao solo em SPD que são: T1 - Sem aplicação de calcário e sem subsolagem; T2 – Com

aplicação de calcário superficial (dosagem recomendada) e sem subsolagem; T3 – Com calcário incorporado em plantio convencional e sem subsolagem e T4 – Com aplicação de calcário superficial e com a subsolagem, onde as doses de calcário aplicadas foram de 2 t ha⁻¹ (Tabela 1). Instalado no ano de 2015 onde foi adotada a sucessão das culturas de soja e milho em SPD, usando-se *Brachiaria ruziziensis* como planta de cobertura na entressafra.

Símbolo	Uso e manejo
T1	Preparo do solo sem aplicação de calcário e sem subsolagem.
T2	Preparo do solo com aplicação de calcário superficial (dosagem recomendada) e sem subsolagem.
T3	Preparo do solo com aplicação de calcário incorporado em plantio convencional e sem subsolagem.
T4	Preparo com aplicação de calcário superficial e com a subsolagem.

Tabela 1. Uso e manejo de um Latossolo Amarelo Distrófico no Campo Experimental de Belterra do estado do Pará, município de Belterra, PA.

Para análises físicas foram coletadas amostras de solo, sendo quatro amostras (uma deformada e três indeformadas) nas profundidades de 0 a 40 cm com intervalos de 0,05 cm para determinar a RP e de 0-10, 10-20, 20-30, 30-50 cm para os demais parâmetros físicos analisados com três repetições por profundidade. As amostras com estrutura deformada foram utilizadas para determinar a textura do solo, pelo método da pipeta, e a Dp, pelo método do balão volumétrico. Três amostras indeformadas, coletadas em cilindros, foram usadas para determinação da Ds, porosidade total, microporosidade, macroporosidade (EMBRAPA, 2017).

Determinou-se a resistência do solo à penetração vertical por meio do um penetrômetro de campo, modelo PNT 2000/motor, com haste de 50 cm de comprimento e cone tipo 2 (médio) com 129 milímetro quadrado de área, na profundidade de 0-40 cm, em quatro pontos nas entrelinhas das culturas, sendo 10 observações por área considerada. A umidade do solo foi determinada gravimetricamente, ao lado dos pontos de observação. Para determinação da umidade relativa também será realizado coleta de amostras deformadas de solo, aproximadamente 100 gramas (Tabela 2).

Tratamentos	Umidade Relativa do Solo (UR%)			
	0-0,10 m	0,10-0,20 m	0,20-0,30 m	0,30-0,50 m
T1	28,7	24,8	25,5	25,6
T2	28,7	26,6	25,5	25,4
T3	26,5	25,6	25,5	25,8
T4	31	26,2	25,7	28,2

Tabela 2. Valores médios da Umidade Relativa do Solo (UR%), Campo Experimental, Belterra – PA, 2018.

Os resultados das análises obtidas em cada manejo foram comparados entre as camadas consideradas e entre cada tratamento e submetidos à análise de variância e quando significativos as médias comparadas pelo teste de Tukey $p < 0,05$, no programa estatístico RStudio®.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados de Resistência à Penetração demonstraram diferença significativa nas profundidades, com os melhores resultados expressos em 0,0-0,05 e 0,10-0,15 m, para todos os tratamentos analisados (Tabela 3).

Tratamentos ⁽¹⁾	Resistência à Penetração (MPa)							
	0,0 -0,05 m	0,05 - 0,10 m	0,10 -0,15 m	0,15 - 0,20 m	0,20 -0,25 m	0,25 - 0,30 m	0,30 - 0,35 m	0,35 - 0,40 m
T1	1,277 ^{Aa}	1,98 ^{ABb}	2,414 ^{Bb}	2,608 ^{Ba}	2,182 ^{Ba}	2,290 ^{Ba}	2,360 ^{Ba}	2,602 ^{Ba}
T2	0,728 ^{Aa}	1,598 ^{Bb}	2,458 ^{Cb}	2,387 ^{Ca}	2,389 ^{Ca}	2,307 ^{BCa}	2,346 ^{Ca}	2,412 ^{Ca}
T3	1,094 ^{Aa}	1,631 ^{ABb}	2,030 ^{BCb}	2,496 ^{Ca}	2,574 ^{Ca}	2,476 ^{Ca}	2,440 ^{Ca}	2,290 ^{BCa}
T4	0,617 ^{ABa}	0,896 ^{Ba}	1,313 ^{BCa}	1,948 ^{CDa}	2,147 ^{Ca}	2,313 ^{Ca}	2,566 ^{Ca}	2,611 ^{Ca}
CV (%)	66,0	41,0	30,0	29,0	24,0	18,0	18,0	37,0

Tabela 3. Valores médios de Resistência à Penetração (RP) em MPa entre os tratamentos, em cada profundidade, Campo Experimental, Belterra – PA, 2019.

(1) T1 - Sem Calcário e sem subsolagem; T2 - Calcário superficial (dosagem recomendada) e sem subsolagem; T3 - Calcário incorporado em plantio convencional e sem subsolagem e T4 - Calcário superficial e com a subsolagem.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As menores taxas de RP identificadas nessas primeiras profundidades podem estar associadas à distribuição da matéria orgânica do solo e a umidade, pois de acordo com Martinelli et al. (2002) os efeitos da serrapilheira depositada nas camadas superficiais proporciona maior presença de matéria orgânica e mantém a umidade do solo reduzindo a taxa de RP do solo.

Os valores obtidos de RP foram inferiores a 2,60 MPa, sendo caracterizados entre as classes baixa e alta, conforme adaptação da classificação de Soil Survey Staff (2017) (Tabela 4), os resultados identificados abaixo de 2,0 MPa presentes

nas menores profundidades 0-0 a 0,15 m e mais expressivos no tratamento T4 são considerados sem restrição ao desenvolvimento e penetração radicular, pois estão abaixo do limite crítico para o sistema radicular que são de 2,0 até 3,0 MPa. Fato este pode ser justificado pela subsolagem e pela presença de alta umidade na camada superficial coletada, com valores de UR % entre 28 e 31%. Informações estas confirmadas por Brasil Neto et al. (2017) que obtiveram baixos valores de RP em todos os tratamentos em solos úmidos, devido a sua friabilidade.

Classe	Resistência à penetração (MPa)
Pequena	<0,1
Extremamente baixa	0,0 - 0,01
Muito baixa	0,01 - 0,1
Intermediária	0,1 - 2,0
Baixa	0,1 - 1,0
Moderada	1,0 - 2,0
Grande	>2,0
Alta	2,0 - 4, 0
Muito alta	4,0 - 8,0
Extremamente alta	>8,0

Tabela 4. Classes de Resistência à Penetração (RP). Adaptadas de Soil Survey Staff (2017).

Os dados identificados tiveram relação direta quanto à profundidade, sendo crescente com o aumento da profundidade, desta forma, a curva de Resistência a Penetração expressou um significativo incremento nas primeiras profundidades de 0,0-0,20 m até torna-se praticamente constante nas últimas profundidades entre 0,25-0,40 m, o que pode ser justificado pela maior presença de matéria orgânica nas camadas superficiais e aumento de compactação com a profundidade pelo uso do solo (Figura 1).

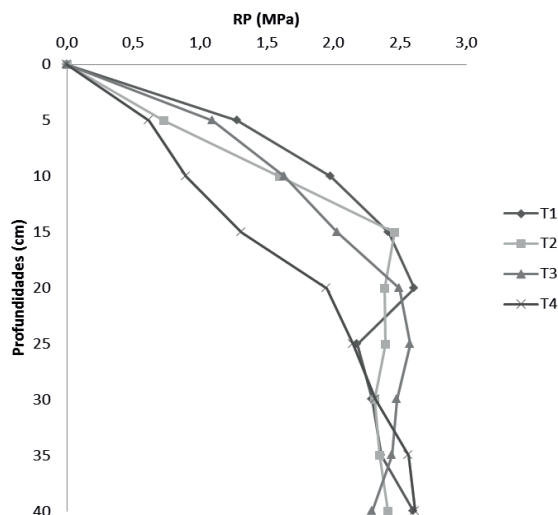


Figura 1. Resistência à Penetração (RP) em MPa em relação a cada profundidade no Campo Experimental, Belterra – PA, 2019. Fonte: Autores, 2019.

Resultados esses que corroboram com os obtidos por Beutler et al. (2001), que encontraram para o SPD com cultivo rotativo de milho com feijão e cultivo contínuo de milho o gradiente de RP crescente com aumento da profundidade, sendo maior nas últimas camadas de avaliação 0,20 a 0,40 m.

O tratamento 4 (T4), expressou as menores taxas de RP, com diferenças significativas aos demais tratamentos entre as profundidades 0,0-0,05 e 0,10-0,15 m, demonstrando maior porosidade nas camadas mais superficiais, posto que este tratamento passou por um processo de subsolagem com o revolvimento do solo na sua implantação e este intervalo determina o alcance do maquinário para romper a compactação. Conforme observado por Minatel et al. (2006) em área cultivada com citros comparando 4 tipos de tratamentos para avaliar as propriedades físicas do solo, a aplicação de subsolagem reduziu os valores de RP, o qual para ser bem sucedido bastou apenas uma passagem de máquina.

As diferenças significativas observadas entre os tratamentos indicam dependência da aplicação ou não de técnicas de preparo do solo, como a subsolagem e uso de calcário superficial, visto que seu uso reduziram os valores de RP no tratamento T4 e sua ausência elevaram discretamente os resultados expressos no T1 (tratamento testemunha), sendo assim, indicado a realização do preparo do solo antes da implantação das culturas para obter resultados finais positivos.

Observação esta que corrobora com Siqueira et al. (2017) em estudo da resistência à penetração com 3 diferentes sistemas, onde o sistema de mata nativa demonstrou alta RP em comparação ao demais, ficando abaixo apenas da pastagem, justificado pela homogeneidade do solo sem manejo, pois a presença do emaranhado de raízes evita alterações significativas no estado natural mantendo assim a agregação das partículas.

A densidade do solo (Ds) expressou diferença significativa entre os tratamentos a partir dos manejos estudados, entretanto o T3 demonstrou o maior resultado, sendo o sistema sob plantio convencional, devido os maiores valores de Ds estarem nas camadas mais profundas e os menores valores na profundidade superficial. Isto pode ser explicado pelo fato da aração ter ocorrido ocasionando o “pé de grade” nas camadas mais profundas acarretando uma maior Ds e aração favoreceu a camada subsuperficial. O Tratamento T4 não diferiu do T1 e T2, mas apresentou diferença do T3, demonstrando que a subsolagem apresenta uma melhoria da Ds. Entre as profundidades, houve diferenças significativas com melhores resultados na camada mais superficial do solo, sem diferença entre as demais (Tabela 5).

Tratamentos ⁽¹⁾	Ds	Mic	Pt
	kg dm ⁻³	(m ³ m ⁻³)	(m ³ m ⁻³)
T1	1,16 ^{AB}	0,42 ^B	0,51 ^A
T2	1,14 ^A	0,40 ^B	0,52 ^A
T3	1,19 ^B	0,42 ^B	0,53 ^A
T4	1,14 ^A	0,45 ^A	0,52 ^A
Profundidades (m)			
0,0-0,10	1,08 ^a	0,43 ^a	0,55 ^a
0,10-0,20	1,17 ^b	0,41 ^a	0,54 ^a
0,20-0,30	1,20 ^b	0,42 ^a	0,50 ^a
0,30-0,50	1,18 ^b	0,43 ^a	0,50 ^a
CV (%)	5,6	8,71	17,59

Tabela 5. Valores médios de Densidade (Ds), Microporosidade (Mic) e Porosidade total (Pt) entre os tratamentos e entre as profundidades, Campo Experimental, Belterra – PA, 2019.

(1)T1 - Sem Calcário e sem subsolagem; T2 - Calcário superficial (dosagem recomendada) e sem subsolagem; T3 - Calcário incorporado em plantio convencional e sem subsolagem e T4 - Calcário superficial e com a subsolagem.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nos tratamentos e minúscula nas profundidades não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados equivalente foram obtidos por Campos et al. (2018), que avaliaram os efeitos do manejo do solo em sistema de plantio direto e mata nativa sob as características físicas e químicas, constatando semelhança entre os valores de Ds obtidos dos solos expostos a esses tratamentos, manifestando proximidade entre o cultivo em plantio direto com áreas de mata nativa, sendo assim favoráveis ao desenvolvimento das raízes dos cultivos.

Fato este que pode ser explicado pela presença de matéria orgânica que a partir da sua incorporação junto ao solo que propicia melhor agregação da sua estrutura, influenciando os resultados de Ds que estiveram neste estudo entre os valores de 1,14 e 1,19 kg dm⁻³, sendo definidos abaixo do valor crítico de 1,30 a 1,40 kg m⁻³ para solos argilosos (REICHERT et al., 2009).

A análise de microporosidade do solo (Mic) entre os tratamentos demonstrou o T4 com a maior média em relação aos demais, expressando que o uso da subsolagem proporcionou uma maior Mic com isso uma dominância de poros menores responsáveis pela conservação de água no solo influenciando diretamente a produtividade e desenvolvimento das culturas. Comparando os outros tratamentos T1, T2 e T3 não houve diferença significativa. Ao comparar os tratamentos em cada profundidade, foi notado que não houve diferença significativa entre as camadas do solo (Tabela 5).

Resultados semelhantes foram identificados por Sales et al. (2016), que não identificou alteração em profundidade da Mic em sistemas de plantio direto, plantio convencional e mata nativa, se mantendo praticamente constante conforme também

foi expresso neste estudo.

Em estudo de Vendruscolo et al. (2011), evidenciaram que solos argilosos apresentam maior presença de microporos do que macroporos, podendo ser uma vantagem para retenção de água, entretanto com maior redução na circulação de gases e aeração, demonstra solos mais compactos e com perda de qualidade física.

A porosidade total do solo (Pt), não expressou diferença significativa entre os tratamentos e profundidades, porém os valores demonstram perda de porosidade em profundidade compatível ao leve aumento de Ds nas camadas mais subsuperficiais (Tabela 5).

Consoante com os autores Baver et al. (1972) e Kiehl (1979), em geral, os solos devem apresentar uma porosidade média total de 0,50 m³ m⁻³ para serem considerados adequados à agropecuária, com uma distribuição de 34% de macroporos e 66% de microporos, para que as raízes dos vegetais tenham um desenvolvimento satisfatório. Tendo neste trabalho, médias de Pt próximas ao ideal em todos os tratamentos, entretanto a distribuição percentual dos poros demonstrou arranjo médio de aproximadamente 19% de macroporos e 81% de microporos.

Os valores de macroporosidade do solo (Mac) quando comparados entre os tratamentos, somente na profundidade subsuperficial ocorreu diferença significativa, onde o T2 tratamento que foi feito a calagem apresentou uma maior Mac de 0,17 m³m⁻³ em comparação ao T1 onde não teve a calagem apresentou um Mac de 0,14 m³ m⁻³, O T3 e o T4 não apresentaram diferença entre si, mas foram diferentes estatisticamente em relação ao T1 e T2 (Tabela 6).

Propriedades	Profundidade (m)	Tratamentos ⁽¹⁾				CV(%)
		T1	T2	T3	T4	
Macroporosidade (m ³ m ⁻³)	0,0-0,10	0.14 ^{Ba}	0.17 ^{Aa}	0.09 ^{Ca}	0.09 ^{Ca}	28.22
	0,10-0,20	0.07 ^{Ab}	0.10 ^{Ab}	0.08 ^{Aa}	0.09 ^{Aa}	
	0,20-0,30	0.08 ^{Ab}	0.08 ^{Ab}	0.09 ^{Aa}	0.08 ^{Aa}	
	0,30-0,50	0.08 ^{Ab}	0.10 ^{Ab}	0.09 ^{Aa}	0.07 ^{Aa}	

Tabela 6. Valores médios de macroporosidade do solo (Mac) em m³ m⁻³ entre os tratamentos, em cada profundidade, Campo Experimental, Belterra – PA, 2019.

(1)T1 - Sem Calcário e sem subsolagem; T2 - Calcário superficial (dosagem recomendada) e sem subsolagem; T3 - Calcário incorporado em plantio convencional e sem subsolagem e T4 - Calcário superficial e com a subsolagem.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Os tratamentos T1 e T2 são os com maior conservação da estrutura física da superfície do solo, por não aplicar técnicas de subsolagem, com isso preservando a matéria orgânica na camada mais superficial. Sendo os macroporos mais sensíveis a sofrer perturbações em comparação aos microporos, a manutenção de um solo sem

grandes alterações de revolvimento na sua estrutura física proporciona preservação dessa porção do solo (BETIOLI JUNIOR et al., 2012). Já os tratamentos T3 e T4, convencionais e subsolagem, respectivamente, não apresentaram diferença significativa entre as profundidades uma vez que essas profundidades foram revolvidas pela ação do arado T3 e pela subsolagem T4.

A maioria dos valores obtidos em profundidade de T1 e T2 e em todas as profundidades de T3 e T4 foram classificados como baixos (Figura 2), sendo menores que o valor mínimo de $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ para proporcionar um ambiente adequado ao desenvolvimento das raízes dos vegetais e trocas gasosas e líquidas (REICHERT et al., 2007; BAVER et al., 1972).

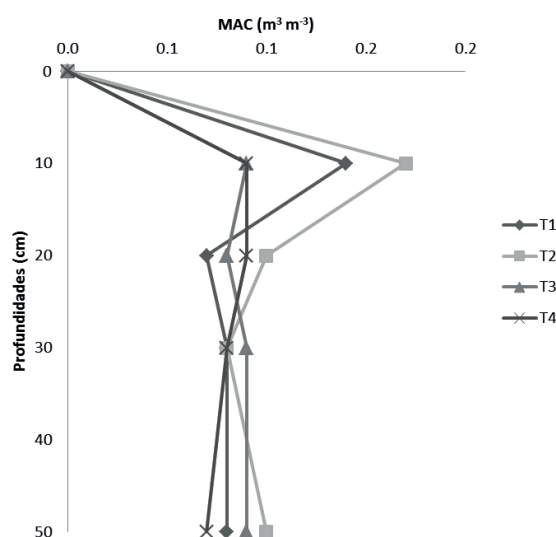


Figura 2. Macroporosidade do solo (MAC) em $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ em relação a cada profundidade no Campo Experimental Belterra – PA, 2019. Fonte: Autores, 2019.

Conforme também foi encontrado por Nogueira et al. (2016), em estudo que avaliou a influência do manejo, calcário e gesso agrícola sobre as propriedades físicas e matéria orgânica no solo em estrutura natural argilosa, a Mic está mais presente nestes solos em comparação a Mac, por conta do arranjo mais próximo entre as partículas, resultando em uma estrutura mais adensada de microporos.

4 | CONCLUSÃO

Em sistema de plantio direto em Latossolo Amarelo úmido do Oeste paraense na Amazônia, a aplicação de calcário superficial e subsolagem interferem de maneira positiva na Resistência à Penetração e na Densidade do solo, principalmente nas camadas superficiais do solo. Os sistemas não demonstraram diferenças significativas para compara-los, entretanto, observam-se qualidades realizadas no solo pelo uso do plantio direto quando comparado ao sistema convencional.

No geral, o sistema de plantio direto aliado a aplicação de calcário superficial conservou as condições das características físicas destes solos no município de Belterra-PA.

REFERÊNCIAS

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. **Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no Rio Grande do Sul e Santa Catarina adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema de plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 26, p. 241-248, 2002.

BAVER, L.D., GARDNER, W.H., GARDNER, W.R. **Física de suelos.** México, Hispano Americano, 1972. 529p.

BETIOLI JUNIOR, E.; MOREIRA, W. H.; TORMENA, C. A.; FERREIRA, C. J. B.; SILVA, Á. P.; GIAROLA, N. F. B. **Intervalo hídrico ótimo e grau de compactação de um latossolo vermelho após 30 anos sob plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 36, n. 3, 2012.

BEUTLER, A. N.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; FERREIRA, M. M.; PEREIRA FILHO I. A.; CRUZ J. C. **Agregação de latossolo vermelho distrófico típico, relacionada com o manejo na região dos cerrados no estado de Minas Gerais.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, v. 25, n. 1, p. 129-136, 2001.

BRASIL NETO, A. B.; SANTOS, C. R. dos; CARVALHO, E.J. M.; SILVA, A. R.; DALAGNOL, A. **Resistência à Penetração em latossolo amarelo sob sistemas agroflorestais e floresta secundária no nordeste paraense.** In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA; SEMANA OFICIAL DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 74., 2017, Belém - PA. A responsabilidade da Engenharia e da Agronomia para o desenvolvimento do País. [Brasília, DF]: Confea, 2017.

BREVIK, E. C., SAUER, T. J. **The past, present, and future of soils and human health studies.** SOIL, v. 1, p. 35 - 46, 2015.

CAMPOS, S. de A.; SOUZA, C. M. de; GALVÃO, J. C. C.; NEVES, J. C. L. **Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico sob plantio direto.** Revista Agrarian, v.11, n.41, p. 230-240, 2018.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; LOPES, K. S. M.; YOKOBATAKE, K. L.; FERREIRA, J. P.; PARIZ, C. M.; BONINI, C. dos S. B.; LOGHINI, V. Z. **Atributos do solo e acúmulo de carbono na Integração Lavoura-Pecuária em sistema plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 39, n. 3, p. 852-863, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo.** Embrapa, Brasília, 3º ed. 574p. 2017.

FREITAS, L.; OLIVEIRA, I. A.; SILVA, L. S.; FRARE, J. C. V.; FILLA, V. A.; GOMES, R. P. **Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo.** Revista Unimar Ciências, v. 26, n. 1-2, 2017.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: relações solo-planta.** São Paulo: Ceres, 1979. 262 p.

MARTINELLI, B. M.; DIAS, H. C. T.; PAIVA, H. N. de; SALIM NETO, S. C. **Resistência mecânica à penetração em solos com diferentes usos.** In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2002, Cuiabá-MT. Anais. Cuiabá: Editora da Universidade Federal de Mato Grosso, 2002. p. 1- 4.

MELLO, E. S. de; BRUM, A. L. **O direito ao desenvolvimento e a produção local: O plantio direto da soja como uma alternativa de desenvolvimento econômico.** Revista gestão e desenvolvimento em contexto - GEDECEN, v.1, n. 01, p. 133-154, 2013.

MINATEL, A. L. G.; ANDRIOL, I.; CENTURION, J. F.; NATALE, W. **Efeitos da subsolagem e da adubação verde nas propriedades físicas do solo em pomar de citros.** Engenharia Agrícola, v. 26, n. 1, p. 86-95, 2006.

NEVES, C. M. N.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; CARDOSO, E. L.; MACEDO, R. L. G.; FERREIRA, M. M.; SOUZA, F. S. de. **Atributos indicadores da qualidade do solo em sistema agrossilvopastoril no noroeste do estado de Minas Gerais.** Scientia Forestalis, v. 74, n. 02, p. 45-53, 2007.

NOGUEIRA, K. B.; ROQUE, C. G.; BORGES, M. C. R. Z.; TROLEIS, M. J. B.; BARRETO, R. F.; OLIVEIRA, M. P. **Atributos físicos do solo e matéria orgânica sob dois manejos e efeito residual da aplicação de calcário e gesso agrícola.** Revista de la Facultad de Agronomía, v. 115, n. 1, p. 45-54, 2016.

REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.J. **Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: Identificação, efeitos, limites críticos e mitigação.** In: CERETTA, C.A.; SILVA, L.S.; REICHERT, J.M. (Eds.) Tópicos em ciência do solo. 5. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, p.49-134.

REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.J.; HORNB, R.; HÅKANSSON, I. **Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop production in subtropical highly weathered soils.** Soil and Tillage Research, v.102, n.2, p.242-254, 2009.

SALES, R. P.; PORTUGUAL, A. F.; MOREIRA, J. A. A.; KONDO, M. K.; PEGORARO, R. F. **Qualidade física de um Latossolo sob plantio direto e preparo convencional no semiárido.** Revista Ciência Agronômica, v. 47, n. 3, p. 429-438, 2016.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 5. ed. Ver. e Ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p. il.

SIQUEIRA, K. N.; SANTOS, R. F. dos; SANTOS, J. M.; SANTOS, J. H.; OLIVEIRA, Q. C. de; FERREIRA, A. C. A. **Resistência à penetração e estabilidade de agregados sob solos de mata nativa do cerrado, plantio convencional e pastagem.** Tree Dimensional, ProFloresta, v. 2, n. 4, p. 51, 2017.

SILVA, A. A.; GALON, R.; GALON, L.; FERREIRA, F. A.; TIRLONI, S. P.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. F.; AGNES, E. L. **Sistema de plantio direto na palhada e seu impacto na agricultura brasileira.** Revista Ceres, v. 56, p. 496-506, 2009.

SILVA, R. R.; SILVA, M. L. N.; FERREIRA, M. M. **Atributos físicos indicadores da qualidade do solo sob sistemas de manejo na Bacia Alto do Rio Grande-MG.** Ciência e Agrotecnologia, v. 29, n. 4, p. 719-730, 2005.

SILVA, S. G. C.; SILVA, A. P.; GIAROLA, N. F. B.; TORMENA, C. A.; SÁ, J. C. M. **Temporary effect of chiseling on the compaction of a Rhodic Hapludox under no-tillage.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 36, n. 2, p. 547-555, 2012.

SOIL SCIENCE DIVISION STAFF. 2017. **Soil survey manual.** C. Ditzler, K. Scheffe, and H.C. Monger (eds.). USDA Handbook 18. Government Printing Office, Washington, D.C.

VENDRUSCOLO, J.; RIBEIRO, T. de S.; MESQUITA, F. de O.; ALVES, A. de S.; SANTOS, G. A. dos. **Propriedades físicas de um Latossolo e Argissolo comparados a quatro tipos de solos na Paraíba – Brasil.** Revista Verde, v. 6, n. 4, p. 204 - 212, 2011.