

LUIZ GUILHERME SOUZA AMANTE, RENAN DE MELO SOARES

AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO ENTRE DIFERENTES
MANEJOS

Ji-Paraná
2023

LUIZ GUILHERME SOUZA AMANTE, RENAN MELO SOARES

AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO ENTRE DIFERENTES
MANEJOS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Universitário
São Lucas Ji-Paraná como requisito
parcial para obtenção de grau de
Engenheiro Agrônomo Prof. Orientador:
M. Alisson Nunes da Silva

Ji-Paraná
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

A484a Amante, Luiz Guilherme Souza.

Avaliação de atributos físicos do solo entre diferentes manejos. / Luiz Guilherme Souza Amante; Renan Melo Soares. – Ji-Paraná, 2023.
20 p.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Centro Universitário São Lucas Ji-Paraná, 2023.

Orientador: Prof. Msc. Alisson Nunes da Silva.

1. Manejo. 2. Solo. 3. Plantio. I. Soares, Renan Melo. II. Silva, Alisson Nunes da. III. Título.

CDU 631.4

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Bibliotecário Giordani Nunes da Silva CRB 11/1125

LUIZ GUILHERME SOUZA AMANTE, RENAN MELO SOARES

**AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO ENTRE DIFERENTES
MANEJOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro
Universitário São Lucas Ji-Paraná como requisito parcial para
obtenção de grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. M. Alisson Nunes da Silva

Ji-Paraná, 11 de dezembro de 2023.

Avaliação/ Nota:

BANCA EXAMINADORA

Resultado: _____

Orientador

Profº. M. Alisson Nunes da Silva

Centro Universitário São Lucas

Membro da Banca

Profº. M. Celso Pereira Oliveira

Centro Universitário São Lucas

Membro da Banca

Profº. Dr. Francisco Carlos da Silva

Centro Universitário São Lucas

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar ao Professor Orientador Alisson que foi muito paciente conosco, aos nossos familiares em que nos auxiliaram em nossa jornada até aqui nesta etapa de encerramento do curso e por último aos colegas e amigos que estiveram em nosso lado ao longo destes anos.

RESUMO

A avaliação dos atributos físicos do solo entre diferentes manejos em áreas de mata virgem é importante para compreender o impacto das práticas de manejo na estrutura do solo. Diversos atributos físicos do solo podem ser avaliados, como sua textura, densidade, porosidade, capacidade de retenção de água, entre outros. Esses atributos influenciam a capacidade do solo de armazenar água, nutrientes e suportar raízes de plantas. Em áreas de mata nativa, o solo geralmente apresenta uma estrutura bem desenvolvida, com boa porosidade e capacidade de retenção de água. No entanto, quando ocorre o manejo das áreas para agricultura, por exemplo, alguns atributos físicos do solo podem ser alterados. O objetivo deste estudo foi avaliar a densidade do solo e a porosidade total em diferentes áreas de cultivos e mata nativa. Os resultados mostraram que a mata nativa apresentou a menor densidade e porosidade total do solo em comparação as áreas coletadas.

Palavras - chaves. Manejo. Solo. Plantio.

SUMMARY

The assessment of soil physical attributes between different management practices in virgin forest areas is important to understand the impact of management practices on soil structure. Several physical attributes of the soil can be evaluated, such as its texture, density, porosity, water retention capacity, among others. These attributes influence the soil's ability to store water, nutrients and support plant roots. In native forest areas, the soil generally has a well-developed structure, with good porosity and water retention capacity. However, when areas are managed for agriculture, for example, some physical attributes of the soil can be altered. The objective of this study was to evaluate soil density and total porosity in different areas of cultivation and native forest. The results showed that the native forest had the lowest soil density and total porosity compared to the collected areas.

Keywords: Management. Ground. Planting.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 SISTEMA DE MANEJO	11
2.2 ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
4. DENSIDADE DO SOLO	14
4.1 POROSIDADE TOTAL	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
6. CONCLUSÃO	20
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

1 INTRODUÇÃO

A avaliação dos atributos físicos do solo é de extrema importância para compreender as alterações que diferentes práticas de manejo podem causar em seu sistema. Neste contexto, é interessante estudar a comparação entre o manejo de mata nativa e outros tipos de manejo, visando compreender os impactos dessas práticas sobre os atributos físicos do solo.

A mata nativa, por ser uma área naturalmente preservada, serve como uma referência importante para a avaliação dos efeitos do manejo do solo. Ao estudar as diferenças entre as propriedades físicas do solo de uma mata nativa e de áreas manejadas, é possível obter informações valiosas sobre as alterações promovidas pelo manejo, seja ele agrícola, florestal ou outro tipo de manejo. Alguns dos atributos físicos do solo que podem ser avaliados incluem a textura, a estrutura, a porosidade, a densidade do solo e a capacidade de retenção de água.

Ao comparar os diferentes manejos com a mata nativa, é possível identificar alterações nos atributos físicos do solo que podem ser atribuídas ao manejo realizado. Por exemplo, o uso intensivo de maquinaria agrícola pode compactar o solo, reduzindo a porosidade e a capacidade de retenção de água. Além disso, o uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos pode alterar a estrutura do solo e a sua capacidade de retenção de nutrientes.

Esses atributos influenciam diretamente a capacidade do solo em fornecer nutrientes e água às plantas, bem como a sua capacidade de resistir à erosão e manter a estabilidade do terreno Haynes, R.J. e Naidu, R 1998. É importante ressaltar que os resultados obtidos nesses estudos podem variar de acordo com o tipo de manejo realizado, a intensidade e a duração do manejo, bem como características regionais específicas. Portanto, é fundamental avaliar os atributos físicos do solo em diferentes manejos, a fim de fornecer informações precisas e relevantes para a tomada de decisões relacionadas ao manejo do solo.

A densidade do solo é um indicativo importante das condições de manejo do solo, pois essa propriedade reflete no arranjo das partículas do solo, definindo as características do sistema poroso. Além disso, o aumento da densidade do solo pode restringir o crescimento radicular, uma vez que a raiz encontra poros menores em menor número Fernandes 1992.

Segundo Ingaramo 2003, para avaliação da qualidade do solo, algumas das principais propriedades e fatores físicos considerados adequados para descrevê-la são: porosidade, distribuição do tamanho de poros, densidade do solo, resistência mecânica, condutividade hidráulica, distribuição do tamanho de partículas e profundidade no qual as raízes crescem.

A física do solo é de grande interesse na ciência agrônômica, uma vez que se dedica ao estudo dos processos físicos fundamentais que ocorrem no solo, incluindo o transporte de água, gases, solutos e calor Lier, 2010.

Contudo, às condições do solo, em alguns sistemas de manejo, podem promover mudanças na estrutura e densidade do solo, impactando o arranjo e o volume dos poros presentes. Essas alterações podem afetar propriedades físico-hídricas do solo, como a porosidade de aeração, a retenção de água no solo, a disponibilidade de água para as plantas e a resistência do solo à penetração Tormena et al., 1998. Dessa forma o objetivo deste trabalho é avaliar as condições físicas do solo sendo elas densidade do solo e porosidade total do solo, em diferentes áreas de cultivo e mata nativa em Ji-Paraná RO.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O Brasil, conforme o IBGE 1998 é o quinto maior país do globo em superfície terrestre, com uma área de 8.547.403,5 Km² sendo superado apenas pela Rússia, Canadá, República Popular da China e Estados Unidos da América. Por apresentar ampla diversidade edafoclimática, oferece excelentes condições para a produção de culturas tropicais e subtropicais.

Segundo levantamento da CONAB a área plantada, estimada em 73,8 milhões de hectares, é 5,8% ou 4 milhões de hectare superior à semeada em 2020/21. Os maiores incrementos são observados na soja, 1,76 milhão de hectares ou 4,5%; no milho, 1,64 milhão de hectares ou 8,2%; no algodão, 230,5 mil hectares ou 16,8%, e no trigo, 182,1 mil hectares ou 8%.

2.1 SISTEMA DE MANEJO

Blanco-Canqui, H. e Lal, R. 2009. discutem que o sistema de manejo conservacionista, como o plantio direto, pode melhorar os atributos físicos do solo, promovendo uma maior porosidade, menor compactação e maior capacidade de infiltração de água. Eles enfatizam a importância de práticas de manejo que visem à conservação do solo e dos recursos naturais.

Brady, N.C. e Weil, R.R. (2014) afirmam que o sistema de manejo do solo influencia diretamente os atributos físicos do solo, como sua estrutura, porosidade e capacidade de retenção de água. Eles destacam a importância de práticas de manejo sustentáveis, como rotação de culturas e adição de matéria orgânica, para promover uma boa saúde do solo e minimizar a erosão.

Lal, R. (2015) destaca que o manejo inadequado do solo pode levar à compactação, degradação da estrutura e perda de matéria orgânica. Ele ressalta que o sistema de manejo deve levar em consideração os atributos físicos do solo, buscando promover a sustentabilidade e a qualidade do solo.

2.2 ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO

O solo é um sistema dinâmico constituído por componentes sólidos, líquidos e gasosos de natureza mineral e orgânica. A presença excessiva de uma dessas fases pode prejudicar o desenvolvimento das plantas. Em solos muito compactados, a fase gasosa é reduzida, dificultando a respiração das raízes e a absorção de nutrientes. Já em solos excessivamente úmidos, a fase gasosa é reduzida, o que pode levar à asfixia radicular. Mendonça et al. 2015.

Haynes, R.J. e Naidu, R. 2019 mencionam que os atributos físicos do solo são influenciados tanto por componentes minerais quanto orgânicos. Eles destacam a importância de uma abordagem integrada para o manejo do solo, considerando tanto a adição de nutrientes minerais quanto a adição de matéria orgânica para melhorar a estrutura e a capacidade do solo de reter água.

Pires, L.F. e Curi, N. 2008 ressaltam que um sistema de manejo adequado é essencial para a conservação do solo e da água. Eles discutem a importância dos atributos físicos do solo na sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola, enfatizando a necessidade de práticas de manejo que promovam a porosidade, a capacidade de infiltração e a resistência à erosão.

O aumento da densidade do solo reduz a taxa de difusão do O₂ nos poros do solo e, conseqüentemente, a respiração das raízes. Em geral, concentrações de O₂ na atmosfera do solo menor do que 10% afetam severamente o crescimento das raízes segundo Novais 2007.

O sistema radicular das plantas pode causar desarranjos no solo quando penetra em camadas com alta resistência mecânica, o que pode ser benéfico para a melhoria da qualidade física do solo Bennie 1996. Ao penetrar nessas camadas, as raízes das plantas criam canais ou "bioporos" que permitem a infiltração de água e a difusão de gases, melhorando a porosidade e a permeabilidade do solo.

Roth et al. (1992), o desenvolvimento do sistema radicular das plantas pode aumentar a presença de matéria orgânica em todo o perfil do solo, contribuindo para a estabilização dos agregados e reduz a ação do solo à compactação. Pelo menos dois fatores (relacionados à resistência à penetração) devem ser considerados na

determinação do efeito de densidade do solo sobre a capacidade de penetração das raízes, sendo: A penetração no solo é influenciada pela densidade e teor de água.

A compactação do solo aumenta a resistência à penetração quando o solo está seco, tornando o efeito da densidade na penetração radicular mais significativo em solos com menor teor de umidade. Em solos úmidos, a densidade necessária para restringir a penetração radicular é maior. Por exemplo, uma camada compactada pelo tráfego com densidade de 1,6 g/cm³ pode restringir completamente a penetração radicular em solos muito secos, mas permitir a penetração em solos úmidos segundo Mazurana et al. 2013.

A presença de maior teor de argila no solo resulta em menor tamanho dos poros e maior resistência à penetração, em comparação a uma mesma densidade. Por isso, em um solo argiloso com a mesma densidade que um solo arenoso úmido, as raízes têm mais dificuldade em penetrar. Geralmente, o crescimento radicular em solos úmidos é limitado em densidades que variam de 1,45 Mg m⁻³ em solos argilosos a 1,85 Mg m⁻³ em areia franca Brady; Weil, 2013.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Ji-Paraná RO na feira de exposição Parque Vandeci Rack, localizada a 10°51'57.6" de latitude sul e a 61°56'59.6" de longitude oeste e no Centro de ensino faculdade São Lucas localizada a 10°51'48.3" de latitude sul e a 61°57'35.4 de longitude oeste.

O solo foi coletado no próprio local da feira em diversos pontos, sendo as amostragens coletadas com uma profundidade de 0-10 cm, utilizando um martelo e um suporte para não ter contato direto com o cilindro para não ser danificado. Antes do procedimento é realizado uma leve limpeza superficial no local da coleta, retirando sujeiras e afins. O solo definido como Franco Médio com a finalidade da análise de solo submetidas no laboratório de solos da faculdade São Lucas onde é realizado a pesagem em uma balança para pesagem do peso úmido da amostra depois levado a estufa e novamente pesado, com o intuito de ter amostras para as seguintes análises:

A densidade do solo visa medir a densidade média de um volume conhecido de solo, estando a densidade relacionada com a porosidade total e com a composição

orgânica e mineralógica média do solo. A porosidade total do solo é a fração do volume total em um determinado volume de solo passível de ser ocupada por água e/ou ar. O conhecimento da porosidade total é importante para se entender o movimento e a retenção de água, ar e solutos no solo, entre outros aspectos.

A resistência à penetração do solo associado à umidade são parâmetros estudados para indicar o grau de compactação em diferentes tipos e condição de solo. A mata nativa, por ser uma área naturalmente preservada, serve como uma referência importante para a avaliação dos efeitos do manejo do solo.

Ao estudar as diferenças entre as propriedades físicas do solo de uma mata nativa e de áreas manejadas, é possível obter informações valiosas sobre as alterações promovidas pelo manejo, seja ele agrícola, florestal ou outro tipo de manejo.

4. DENSIDADE DO SOLO

De acordo com Teixeira; Fontana, 2017 método que irá ser utilizado cilindro volumétrico tem como princípio. Obtenção da massa por pesagem e do volume pela coleta de amostras de solo com estrutura indeformada por meio de um cilindro de volume interno conhecido.

Material e Equipamentos
Cilindro (anel) volumétrico medindo 10,1 cm de comprimento, com 6,6 cm de diâmetro.
Lata de alumínio ou outro com no mínimo 150 cm ³ de volume.

Paquímetro.

Balança com capacidade para 200 g e com precisão de 0,01 g.
Estufa com ajuste de temperatura para 105 °C.

Procedimento: Coletar a amostra com o uso de cilindro metálico. A amostragem deve ser efetuada com cuidado, evitando-se a compactação do solo no interior do cilindro, por meio da escavação do solo ao redor do cilindro, enquanto ele é inserido no solo. Medir e anotar em triplicata as dimensões do cilindro que contém a amostra usando um paquímetro. Com esses dados, calcular o volume do cilindro. Remover a amostra do cilindro e transferir para o recipiente numerado e de massa conhecida. Secar em estufa a 105 °C por 48 horas, retirar, deixar esfriar em dessecador e pesar.

Cálculo

Em que:

$$D_s = \frac{m_a}{V}$$

D_s – densidade do solo, em kg dm⁻³ (equivalente a g cm⁻³).

m_a – massa da amostra de solo seco a 105 °C até peso constante, em g.

V – Volume do cilindro, em cm³

4.1 POROSIDADE TOTAL

Para o cálculo da porosidade total foi usada expressão $P = (1 - D_s/D_p)$,

$$P = \frac{1 - D_s}{D_p}$$

onde D_s é a densidade do solo obtida pelo método do anel volumétrico e D_p é a densidade de partículas obtida pelo método do balão volumétrico, conforme a EMBRAPA 1997.

Em que:

$$Pt = \left[\frac{(D_p - D_s)}{D_p} \right]$$

Pt – porosidade total, em m³ m⁻³.

D_p – densidade de partículas sólidas do solo, em kg dm⁻³

D_s – densidade do solo, em kg dm⁻³

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme podemos observar na tabela 1, a densidade do solo foi superior em áreas cultivadas em comparação com a região coberta por mata nativa. Esses achados são consistentes com os resultados obtidos por Islam e Weil 2000, que constataram um valor médio significativamente maior em áreas cultivadas em comparação com solos sob mata nativa.

Tabela 1 Densidade do Solo, submetidos a diferentes tipos de manejo e mata nativa.

Pontos de Coleta	Densidade
Mata Nativa	1,15 A
Floresta de Eucalipto	1.43 B
Café	1,49 B
Pastagem	1,53 B
Girassol	1,54 B
C. V (%)	10.14

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si através do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. C.V = coeficiente de variação.

De acordo com Matias et al. 2009 e Fontenele et al. 2009, que também encontraram menor densidade do solo em área sob mata nativa, isto ocorre devido à maior quantidade de matéria orgânica na área sob mata nativa, além do efeito do uso contínuo de máquinas e implementos agrícolas no sistema cultivado, onde ocorre em solos cultivados, tendo uma estabilidade menor da estrutura do solo, em virtude do revolvimento do solo e dos menores teores de carbono orgânico aportados pelo sistema. Góes et al., 2005.

Tabela 2 Porosidade do solo, submetidos a diferentes tipos de manejo e mata nativa.

Pontos de Coleta	Densidade
GIRASSOL	41.59 B
PASTAGEM	42.07 B
CAFÉ	43.58 B
FLORESTA DE EUCALIPTO	45.75 B
MATA NATIVA	56.28 A
C. V (%)	10.92

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si através do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. C.V = coeficiente de variação.

Além disso, a porosidade total do solo também foi reduzida na área cultivada em comparação com a região sob mata nativa. Isso pode ser explicado pelo fato de que a atividade biológica é reduzida no solo cultivado, o que leva a uma menor formação de poros e, conseqüentemente, a diminuição da porosidade total Novais, 2007.

Conforme Cubilla et al. 2002 sugere que a adoção de práticas de manejo como exemplo a rotação de cultura promove o aumento da matéria orgânica do solo reduzindo sua densidade. Isso ocorre porque a matéria orgânica age como um aglutinante, ajudando a formar agregados maiores e mais estáveis, reduzindo a compactação do solo. Além disso, a presença de raízes vivas e agressivas no solo também ajuda a reduzir a densidade ao criarem canais que permitem a aeração e a penetração da água e recuperar as características físicas do solo, essas práticas

podem ser especialmente úteis em sistemas de Plantio Direto, onde a compactação do solo pode ser um problema comum.

Resultados parecidos aos observados neste trabalho também foram constatados por outros autores ao compararem diferentes sistemas de manejo do solo De Maria et al., 1999; Stone e Silveira, 2001.

6. CONCLUSÃO

Com base nos dados coletados, é possível determinar que o manejo do solo influencia diretamente na densidade do solo. A área da mata nativa apresentou uma menor densidade, indicando uma maior porosidade e permeabilidade para a água e o ar. Já as áreas com manejo convencional apresentaram uma maior densidade do solo, o que pode dificultar a penetração das raízes, reduzindo a produtividade das culturas. Esses resultados reforçam a importância de práticas conservacionistas, como a cobertura do solo, rotação de culturas, plantio direto e adubação verde, para a preservação da qualidade do solo e para garantir a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3.ed. Porto Alegre, Bookman, 2013.

BONETTI, J. **Manejo e conservação da água e do solo**. 1. ed. Lavras: UFLA, 2020.
ILDEGARDIS BERTOL, I. C. D. M. E L. DA S. S. **Manejo e conservação do solo e da água**. 2. ed. Curitiba, Parana: [s.n.].

CARDOSO, E. L. et al. **Qualidade química e física do solo sib vegetação arbórea nativa e pastagens no pantanal**. n. 1, p. 10, 2011.

CONAB.GOV.BRr/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos.

CUBILLA, M.A.; REINERT, D.J.; AITA, C; JOSÉ MIGUEL REICHERT, J.M. & RANNO, S. K. **Plantas de cobertura do solo em sistema plantio direto: uma alternativa para aliviar a compactação**. XIV Reunião Brasileira de Manejo e conservação do solo e da água. Cuiabá, Mt, 2002.

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; BACALTCHUK, B.; SATTLER; FAGANELLO, A. & WIETHÖLTER, S. **Sistema plantio direto: fator de potencialidade da agricultura tropical brasileira**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

DONAGEMA, G.K., Campos, D.V.B., Calderano, S.B., Teixeira, W.G., Viana, J.H.M. (Orgs.). **Manual de métodos de análise de solos**. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2011.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997.

FERNANDES, M. R. **Alterações em propriedade de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, fase cerrado, decorrentes da modalidade de uso e manejo**. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 1982.

FONTENELE, W.; SALVIANO, A. A. C. & MOUSINHO, F. E. P. **Atributos físicos de um Latossolo Amarelo sob sistemas de manejo no cerrado piauiense**. Revista Ciência Agronômica, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Anuário estatístico do Brasil**. Brasília, v. 58, 1998.

INGARAMO, O. E. **Indicadores físicos de la degradación del suelo**. La Coruña, Universidade da Coruña, 2003. 298p. (Tese de Doutorado).

GÓES, Gilton Bezerra et al. **Efeito do cultivo da cana-de-açúcar na estabilidade de agregados e na condutividade hidráulica do solo**. Irriga, v. 10, n. 2, 2005.

HAYNES, R. J.; NAIDU, R. **Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review**. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 51, p. 137, 1998.

LEPESCH, I. F. **Fomação e Conservação Dos Solos** São Paulo Oficina do Texto, , 2010.

LUCAS GHION ZORZAN¹ Cleyton Stresser¹ Luana Dias¹ PROPRIEDADES E ÍNDICES FÍSICOS DE SOLOS ufpr vl 1, pag 50, 2019

MENDONÇA. **Solo: substrato da vida**. 1. ed. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006.

MACHADO, P. L. O. **Compactação do solo e crescimento de plantas: como identificar, evitar e remediar**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003.

Mazurana, M., Fink, J. R., Silveira, V. H. da., Levien, R., Zulpo, L., & Brezolin, D. **Propriedades físicas do solo e crescimento de raízes de milho em um argissolo vermelho sob tráfego controlado de máquinas**. *Revista Brasileira De Ciência Do Solo*, 2013.

MENDONÇA, Eduardo de Sá et al. **Introdução à ciência do solo**. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2017.

NOVAIS, R. F. **SBCS Fertilidade do solo - Novais**. 22. ed. Viçosa, Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Ciencia do Solo, 2007.

ROQUE, A. A. de O., Souza, Z. M. de. Barbosa, R. S., & Souza, G. S. de. **Controle de tráfego agrícola e atributos físicos do solo em área cultivada com cana-de-açúcar**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2010.

SILVA, A. P. DA. **Escola Superior de Agricultura FÍSICA DO SOLO**. 13. ed. Piracicaba: Prentice Hall, 2010.

SILVEIRA, Pedro Marques da; STONE, Luís Fernando. **Emprego do manejo do solo na alteração da densidade e porosidade de um latossolo sob plantio direto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, 2009.

TEIXEIRA, P. C., Donagemma, G. K., Fontana, A., Teixeira, W. G., & Tomé Jr., J. P. (Eds). **Manual de métodos de análise de solo**. 3a ed. Embrapa, 2017.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G.; SÁ, J. C. M. **Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.22, 1998.

VIANA, J. H. M. **Determinação da densidade de solos e de horizontes cascalhentos**. Comunicado Técnico, 154. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009.