

INFLUÊNCIA NA COMPACTAÇÃO DE SOLO SOBRE EFEITO DA AUSENCIA OU DIFERENTES COBERTURAS DE SOLO

JOAO VINICIUS CARDOSO ¹; LAIS GABRIELA NAEGELER SPERAFICO ²;
THEODORO VINICIUS JENSEN ³; MARCOS FELIPE MOREIRA ⁴; LUIS MIGUEL
SCHIEBELBEIN ⁵

RESUMO: A compactação do solo é um processo em que se caracteriza uma perda de volume dos solos que não estão saturados, a permanência ou não de coberturas no solo pode interferir nesse processo. O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes coberturas de solo ou ausência dela na compactação do solo. O estudo foi realizado na Unidade Fazenda Escola Cescage, localizada no município de Ponta Grossa, PR. O experimento foi implantado em fevereiro de 2020 e o delineamento experimental é o de blocos aleatorizados, com 4 tratamentos: I Solo com palhada, II Solo gramado, III Solo com sistema de plantio direto e IV Solo com ausência de cobertura, com 4 repetições. Concluiu-se que a penetração mecânica apresenta diferentes resistências em função das profundidades avaliadas e a cobertura sobre o solo. A cobertura gramada apresenta resistência à penetração mecânica nas primeiras camadas; O solo descoberto apresenta resistência nas camadas mais profundas; O SPD apresenta resistência nas camadas médias e; O solo com palhada uniformiza a baixa resistência a penetração mecânica.

PALAVRAS-CHAVE: Compactação, Palhada, Sistema de Plantio Direto, Penetrometria.

INFLUENCE ON SOIL COMPACTION ON THE EFFECT OF THE ABSENCE OR DIFFERENT SOIL COVERAGES

ABSTRACT: Soil compaction is a process in which there is a loss of volume in soils that are not saturated, the permanence or not of coverings in the soil can interfere with this process. The objective of this work was to evaluate the effects of different soil cover or absence on soil compaction. The study was carried out at the Farm School Cescage Unit, located in the city of Ponta Grossa, PR. The experiment was implemented in February 2020 and the experimental design is randomized blocks, with 4 treatments: I Soil with straw, II Soil with grass, III Soil with no-tillage system and IV Soil with cover, with 4 replications. It was concluded that the mechanical penetration has different resistance depending on the depths evaluated and the ground cover. The grass cover is resistant to mechanical penetration in the first layers; Bare soil has resistance in the deeper layers; SPD presents resistance in the middle layers and; Strawed soil evens out the low resistance to mechanical penetration.

KEYWORDS: Compression, Straw, No-till system, Penetrometry.

^{1 2 3 4} Acadêmicos do Curso de Agronomia. Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais CESCAGE. Ponta Grossa – PR, Brasil.

⁵ Docente do Curso de Agronomia. Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais CESCAGE. Ponta Grossa – PR, Brasil.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE

25ª Ed./ JAN – JUL /2022

ISSN 2178 – 3608

1 INTRODUÇÃO

O solo mostra-se como um recurso natural de grande importância durante a fase de produção de alimentos, matérias primas, sendo ele também o principal responsável por sustentar e abrigar organismos terrestres, os quais se fazem necessários para a conservação e equilíbrio deste.

Por ser parte de um sistema trifásico no qual é composto por sólidos, líquidos e gases e de modo a incrementar a qualidade física, química e biológica do solo, torna-se essencial o uso de técnicas conservacionistas no mesmo.

Dentre os fatores responsáveis por prejudicar o desenvolvimento e estabelecimento de culturas no solo, pode-se citar a compactação e a erosão hídrica, sendo este segundo, considerado o mais prejudicial aos solos.

Algumas práticas de manejo do solo e das culturas provocam alterações nas propriedades físicas do solo, as quais podem ser permanentes ou temporárias. A erosão hídrica baseia-se no desprendimento, transporte e deposição das partículas e dos nutrientes que ficam nas camadas superficiais e ocorre em razão da ação do escoamento superficial das águas decorrentes de chuvas.

Diante de tal cenário, adotam-se práticas para proteger os solos, como, manter os resíduos culturais na superfície do solo, os quais trazem benefícios ao meio ambiente. Estas práticas contribuem para proteger a estrutura dos solos da ação direta de chuvas, contribui nas propriedades químicas e biológicas, através da liberação dos nutrientes durante o processo de decomposição.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito na compactação de solo sob diferentes tipos de coberturas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar as os parâmetros de estruturas do solo em diferentes tipos de manejo, sistema de plantio direto, solo gramado, solo sem cobertura e solo com palhada.

Averiguar a densidade do solo quando submetido a diferentes tipos de cobertura e a resistência mecânica do mesmo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 COMPACTAÇÃO DO SOLO

A compactação é o processo em que se caracteriza uma perda de volume dos solos que não estão saturados, quando uma pressão é aplicada ao mesmo, o que pode ser ocasionado por diversos fatores. (LIMA, 2004).

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE

25ª Ed./ JAN – JUL /2022

ISSN 2178 – 3608

Já para (CAMARGO E ALLEONI, 1997), a compactação do solo é caracterizada como a alteração dos arranjos de partículas que caracterizam um solo.

As cargas que operam no solo causam a compactação do solo, ou seja, essas cargas fazem com que ocorra um aumento da densidade do solo em comparação a redução de sua e a alteração da estrutura de um solo.

A compactação do solo é tida como uma das mais importantes causas de degradação física do solo, estimulado pela atenuação dos volumes do solo quando se é aplicada uma pressão superficial no solo. (KELLER, 2013).

Em estudos efetuados por GIRANDELLO, V. C (2014) apontaram que o desenvolvimento de plantas em solos compactados foi menor, pois esse fator está integrado ao impedimento do crescimento radicular causado mecanicamente, o qual tem resultado em um menor volume de solo analisado, uma menor absorção de nutriente, água e em decorrência disso uma diminuição na produção das culturas.

3.2 MESA DE TENSÃO

A mesa de tensão é usada para determinar vários conteúdos de umidade das amostras de solo pelo método de deficiência de pressão, a amostra previamente saturada, pela aplicação de tensões correspondentes a coluna d'água de 20 até 100 centímetros de altura.

Segundo Leamer Shaw (1941), a mesa de tensão é um método simples, fácil e rápido de execução para determinar a macro e micro porosidade das amostras de solo.

Já segundo Arena (1945), a determinação da porosidade tem uma significação edafológica, diante de seus conhecimentos de grandeza pode-se chegar a importantes conclusões sobre os estados físicos dos perfis de solo. Desde interpretar a evolução natural até determinar as propriedades mecânicas. Acrescentou ainda que a soma da porosidade capilar denominada micro porosidade e a porosidade não capilar denominada macro porosidade constitui-se a porosidade total,

3.3 CURVAS DE RETENÇÃO DE ÁGUA

A curva de retenção de água (CRA) é representada através de gráficos feitos em laboratórios que expressa uma descrição com conteúdo de água, que tem em base a massa ou volume, e com o potencial matricial da água no solo, ou seja, tudo aquilo que tem força de ligamento entre as moléculas de água e as partículas de um solo.

A retenção de água no solo é afetada por uma série de elementos, dentro desses elementos se destaca a divisão relativa do tamanho, que é denominada granulometria.

A curva de retenção de água é de suma importância para a atividade agrícola, pois através dela se pode ter uma estimativa da quantidade de água disponível para as plantas em determinados talhões.

Segundo Dexter (2004), quando o solo se encontra em constante equilíbrio e saturado, uma força de sucção é representada e uma quantidade significativa de água será drenada e os locais em que se continha água, serão substituídos por oxigênio. Com o aumento progressivo de ar os poros menores não conseguem segurar a água, ou seja, a consistência da película que

envolve as partículas irá diminuir e a adsorção irá aumentar junto com a sucção para retirar a água.

3.4 SISTEMA DE PLANTIO DIRETO (SPD)

O Sistema de Plantio Direto é um sistema de manejo de solo que contém técnicas indicadas para elevar a produtividade, mantendo e melhorando constantemente o ambiente de cultivo.

As principais técnicas de manejo que são usadas nesse sistema são: Rotação de cultura, cobertura do solo com palhada e ausência de revolvimento do solo.

Existem diversas vantagens na utilização desse sistema, mas destacam-se algumas, como: Diminuição da erosão do solo, na qual se aumenta a conservação do solo e da água presente no mesmo; Maior teor de matéria orgânica e carbono no solo reduz significativamente a compactação do solo; proporciona um aumento de produtividade e de renda.

Esse sistema está entre os métodos que promovem a diminuição de emissão de CO₂ e de outros gases de efeito estufa.

3.5 SOLOS COM PALHADA

A palhada quando usada no sistema de plantio direto é tida como insumo agrícola, uma vez que empregada ao solo passa a ajudar na sustentabilidade das atividades agrícolas. Tendo também várias funções que são denominadas de efeitos mecânicos que são: Diminuição da penetração de água no solo, diminuindo a erosão;

Diminuição da evaporação da água e a importância da variação de temperatura do solo, em virtude desse efeito todos os outros processos biológicos são mais favorecidos.

Ocorre a diminuição do aparecimento de plantas daninhas, diminuindo assim o uso de herbicidas na lavoura.

Ainda segundo Alvarenga (2005), outra função da palha que se destaca é que ela fornece nutrientes provenientes de sua decomposição durante o desenvolvimento da planta e aos micro-organismos já presentes no solo.

3.6 SOLO SEM COBERTURA

O solo nu fica diretamente exposto a raios solares, e sofre diretamente o impacto da chuva, onde favorece a desestruturação e a desagregação do solo, onde acaba provocando a erosão do solo. Causando também um agravamento resultante de atividades agrícolas na área.

Segundo Oliveira & Borrozzino (2018), dessa maneira a água proveniente da chuva deixa de ser absorvida pela vegetação e pelo solo. O solo também apresenta temperaturas extremas devido ao contato direto de raios solares.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE

25ª Ed./ JAN – JUL /2022

ISSN 2178 – 3608

3.7 SOLO GRAMADO

Culturas perenes são protegidas da erosão e oferecem proteção permanente contra ações erosivas do solo, causadas pelas chuvas. Não há prática de controle mais eficiente do que a cobertura permanente.

O solo coberto só pode sofrer danos e evoluir para grandes voçorocas se associados com drenagens malfeitas em estradas e em dimensionamento errado de terraços.

Segundo Ali Harivandi, (2002), a principal causa de danos em solos gramados é o pisoteio e tráfego intenso, onde as consequências são os desgastes do gramado e a compactação do solo, esse problema é extremamente danoso e de maior duração, porém, é o menos visível.

3.8 PENETROMETRIA

Embora não seja possível evitar o aparecimento de camadas adensadas tanto em sistemas convencionais quanto em sistemas conservacionistas (DOMSCH et al., 2006), pesquisas tem demonstrado relações lineares inversas entre produtividade e resistência do solo a penetração (BUSSCHER; BAUER, 2003), esse tributo é muito utilizado como parâmetro de avaliação do solo, como por exemplo, na criação de mapas de compactação.

Devido a isso vários aparelhos foram desenvolvidos para acelerar e facilitar a obtenção de resultados, que é o caso do penetrômetro, equipamento simples que infere a resistência a penetração.

Segundo (Stolf et al., 1985), o penetrômetro de impacto Stolf é um aparelho que mede a resistência mecânica do solo, de uma maneira mais prática, onde a penetração no solo acontece por meio de impacto. Esse aparelho foi lançado em 1892, onde se tornou popular entre vários agricultores através de diversas publicações que apresentavam aspectos práticos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E HISTÓRICO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado em campo da Unidade fazenda Escola do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, que se encontra no município de Ponta Grossa no estado do Paraná próximo à rodovia BR – 376 km 503, com latitude de 25° 10' 39" Sul e longitude 50° 06' 53" Oeste e altitude de 975 metros ao nível do mar.

Região caracterizada como Cfb – Clima Subtropical Úmido, com as estações do ano bem definidas e sem estação seca, com temperatura média de 18° C e precipitação aproximada de 1500 mm ano, o solo onde foi implantado o experimento é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico.

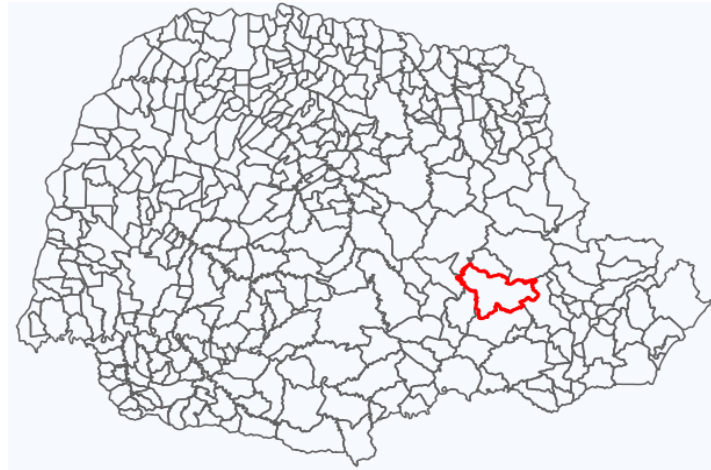
SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE

25ª Ed./ JAN – JUL /2022

ISSN 2178 – 3608

Figura 1 – Estado do Paraná, em destaque a localização do município de Ponta Grossa, onde se localiza a Unidade fazenda Escola do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE.



Fonte: (ITCG 2020).

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

A realização do experimento foi em uma área de gleba de 40m x 40m, sendo dividida em 4 blocos de 20m x 20m, cada bloco desse foi subdividido em 4 parcelas de 5m x 20m, sendo assim, foram 16 parcelas em que foram avaliadas as condições do solo em quatro diferentes tipos de manejo, sendo eles: sistema de plantio direto, solo gramado, solo sem cobertura e solo com palhada, e a sua influência nos resultados dos processos de alterações físicas sob regime hídrico vigente. O experimento foi implantado em campo entre os meses de agosto e setembro de 2020, à profundidade em que foi feita a avaliação é de 0,40 m que teve quatro repetições em cada parcela de cada bloco, a compactação do solo foi avaliada usando o penetrômetro de impacto.

Figura 2 – Local do experimento na Fazenda Escola do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE em Ponta Grossa - PR.



Fonte: Google Earth (2020).

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE

25ª Ed./ JAN – JUL /2022

ISSN 2178 – 3608

Para a realização da coleta das amostras no solo sem cobertura, foi realizada a capina total das parcelas que serão representadas por esse sistema.

A aferição da densidade do solo foi feita com o auxílio de anéis de tubos de PVC e aço inóx com medidas de 50mm de diâmetro x 50mm de altura, através desse material também foi feita a retirada de amostras indeformadas em mini trincheiras abertas nas parcelas em profundidades de 0,10m a qual foi realizada a coleta através dos anéis de ferro, 0,20m, 0,30m e 0,40m, onde foram coletadas através dos anéis de PVC, sendo 3 coletas por parcela; foram avaliados a resistência mecânica a penetração e velocidade de infiltração em três pontos distribuídos ao longo da parcela.

Tabela 1 – Identificação da sequência de parcelas do experimento.

TRATAMENTOS	BLOCO 1	BLOCO 2	BLOCO 3	BLOCO 4
Sistema de Plantio Direto	4	4	1	3
Solo sem cobertura	2	2	3	1
Solo gramado	1	3	2	4
Solo com palhada	3	1	4	2

Fonte: Os autores.

Figura 3 – Croqui da Área Experimental dos Sistemas implantados na Fazenda Escola do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE em Ponta Grossa - PR.

Bloco 1				Bloco 2			
Gramado 1	S/cobertura 2	Palhada 3	SPD 4		Palhada 1	S/cobertura 2	Gramado 3
SPD 1	Gramado 2	S/cobertura 3	Palhada 4		S/cobertura 1	Palhada 2	SPD 3
Bloco 3				Bloco 4			

Fonte: os autores.

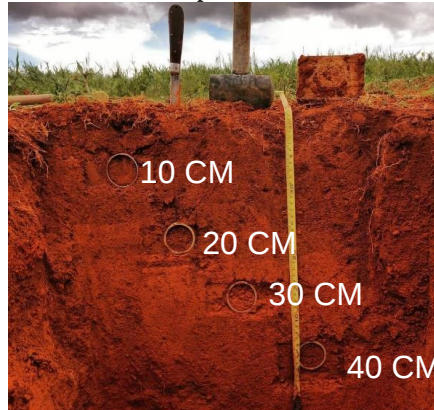
Cada repetição desse estudo contou com 16 parcelas com dimensão de 5m de largura por 10m de comprimento (40m²). O experimento foi composto por três tipos de cobertura de solo e ausência de cobertura.

4.3 METODOLOGIA DE COLETA DE SOLO PARA ANÁLISE LABORATORIAL

Foram abertas trincheiras de 60 cm de profundidade por 60 cm de largura em todas as parcelas. Os anéis foram introduzidos no solo em diagonal com o auxílio de uma tábua de 20 x 20 cm para que a entrada dos anéis fosse uniforme e as amostras de solo não quebrassem, uma

marreta de borracha para que o impacto na tábua não comprometesse a retirada das amostras e um canivete para retirar as amostras do perfil do solo.

Figura 4 –Trincheira aberta para coleta das amostras.



Fonte: Os autores (2021).

As amostras de solo coletadas foram armazenadas em anéis cilíndricos de aço para a profundidade de 0 a 10 cm e anéis cilíndricos de PVC para as profundidades de 20 cm, 30 cm e 0 cm com 4,08 cm de altura e 44 mm de diâmetro.

Após a coleta das amostras foi realizada a limpeza externa dos anéis com o auxílio de um canivete e em seguida foram armazenadas envoltas por uma folha de papel toalha umedecida para que não perdessem a umidade até serem levadas e armazenadas no laboratório.

4.4 METODOLOGIA DE ANÁLISE DAS AMOSTRAS

Foram fixadas telas de náilon da parte inferior dos cilindros com auxílio de elásticos. A tela fixada não pode ser muito fina para que o fluxo de água não fosse reduzido e nem muito grossa pois deve-se permitir a perda de partículas de solo durante o processo.

Figura 5- Demonstração da fixação das telas de náilon.



Fonte: Os autores (2021).

As amostras foram colocadas em bandejas, onde foi adicionado água em temperatura ambiente sobre a amostra até obter uma saturação por capilaridade.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
25^a Ed./ JAN – JUL /2022
ISSN 2178 – 3608

As amostras foram saturadas em lâmina constante (aproximadamente 3 cm) por um período não inferior a 48 horas. As amostras da profundidade de 0 a 10 cm foram submetidas a mesa de tensão com pressão de 0,1 bar e 0,3 bar até cessar a drenagem.

Figura 6 - Amostras postas sobre a bandeja.



Fonte: Os autores (2021).

Após a saturação, as amostras foram pesadas para se obter uma estimativa do conteúdo de água na saturação. Visto que, os dados são uma estimativa dado a impossibilidade de evitar perdas de água nesse manuseio.

Figura 7 - Pesagem das amostras.



Fonte: Os autores (2021).

Em seguida as amostras foram colocadas sobre a mesa de tensão, e as colunas de água foram ajustadas para o potencial desejado.

Após ser obtido o equilíbrio, observado pela ausência de saída de água as amostras foram pesadas e os resultados anotados.

4.5 ANÁLISE FÍSICA

As coletas e as análises feitas no laboratório foram realizadas de acordo com a metodologia padrão. Os dados que foram obtidos foram submetidos a avaliação de distribuição

normal e análise de variância (ANOVA) e as medias obtidas estão concatenados com o teste de SNK.

4.6 ANÁLISE DE RETENÇÃO DE ÁGUA

Para determinar se as médias dos grupos são diferentes utilizamos testes F (ANOVA) para testar os resultados iguais entre as médias. O teste SNK foi utilizado para ajustar o valor de t em concordância entre as médias ordenadas de todos os tratamentos.

4.7 RMP – ANÁLISE DE AGRUPAMENTO

Após todo o processo os dados foram separados em subconjuntos similares, onde através do programa Clouster Analysis foram determinados os números e as características de cada grupo, de maneira que os objetos que estão no mesmo grupo estejam mais similares entre si do que os que estavam em outro grupo definido.

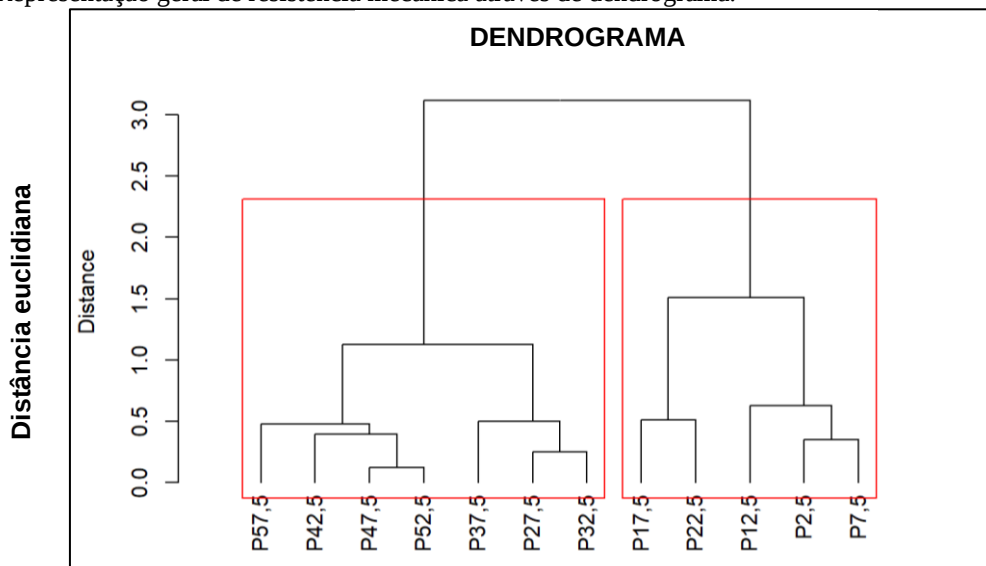
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos através de análises referentes a resistência mecânica do solo em uma representação geral, submetidos a diferentes tipos de cobertura de solo estão apresentados na (figura 8).

Para todas as variáveis verificou-se o atendimento aos pressupostos básicos da análise de variância, tendo sido realizado o teste de resistência mecânica e homogeneidade de variâncias. Utilizou-se os softwares R (R CORE TEAM, 2019) e Rstudio (RSTUDIO TEAM, 2020).

5.1 REPRESENTAÇÃO GERAL DOS RESULTADOS DE RESISTÊNCIA MECÂNICA.

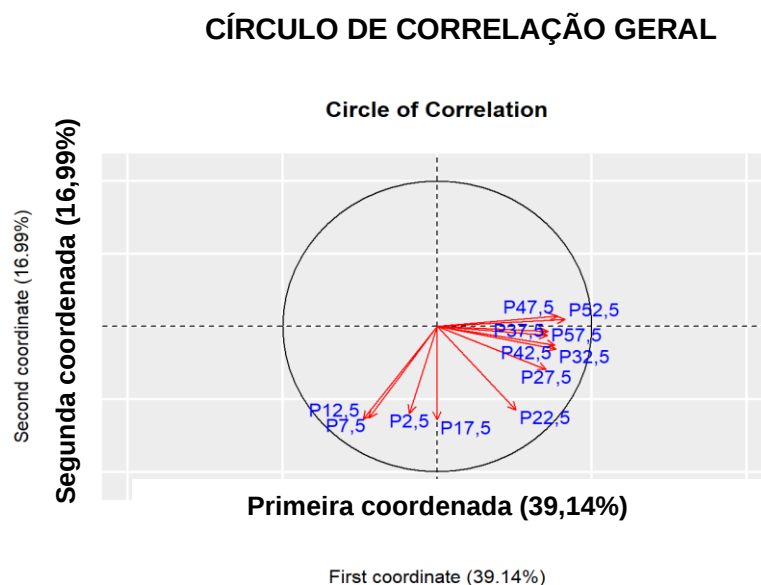
Figura 8- Representação geral de resistência mecânica através de dendrograma.



Fonte: Os autores (2021).

De acordo com o dendrograma de resistência mecânica geral, a penetração apresenta diferentes níveis de resistência em função as profundidades avaliadas, incidindo e comprovando a afirmação de Molinari (2004), onde demonstrou que a penetração recebe maior resistência nas camadas superficiais.

Figura 9- Círculo de correlação geral.

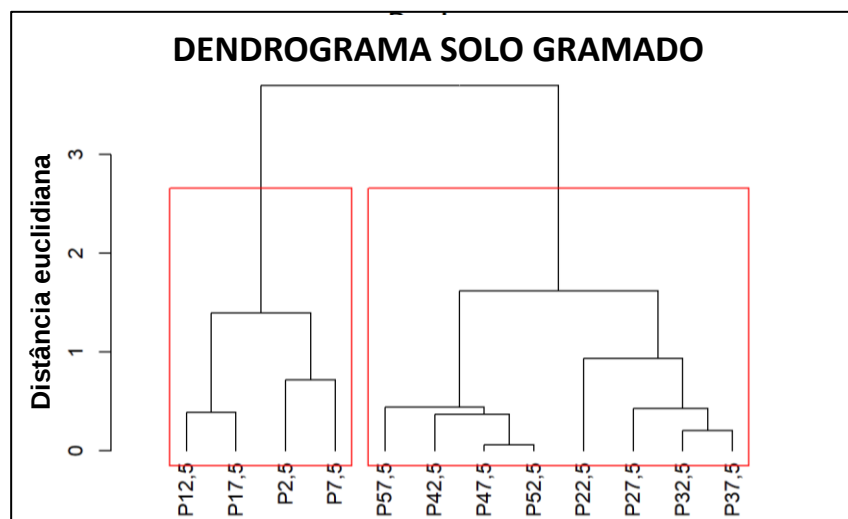


Fonte: Os autores (2021).

O círculo de correlação geral evidência que as profundidades P2,5, P7,5 e P12,5 estão presentes no mesmo quadrante, remetendo que o solo estudado detém maior compactação nessas profundidades, demonstra ainda que a profundidade de transição é de P17,5 e que as profundidades maiores apresentam menores índices de resistência ou compactação evidenciando a afirmação de Tavares Filho et al. (1999) de que a estrutura do solo é modificada em função da compactação e sua resistência é dada por ela.

5.2 REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DE RESISTÊNCIA MECÂNICA EM SOLO GRAMADO.

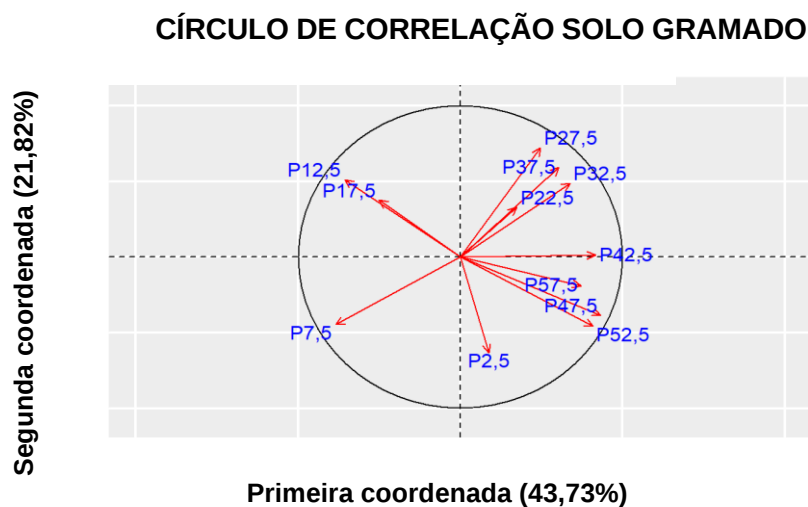
Figura 10- Representação de resistência mecânica através de dendrograma em solo gramado.



Fonte: os autores (2021).

Nos resultados obtidos sobre o solo gramado notou-se que as profundidades das duas primeiras camadas de P2,5 e P7,5 demonstraram maiores resistência ao ser penetradas quando comparadas às profundidades P12,5 e 17,5 indo de encontro com Beutler & Centurion (2003) que apontam dentre as principais consequências diretas da compactação do solo, o aumento da resistência mecânica do mesmo à penetração de raízes.

Figura 11- Círculo de correlação em solo gramado.



Primeira coordenada (43,73%)

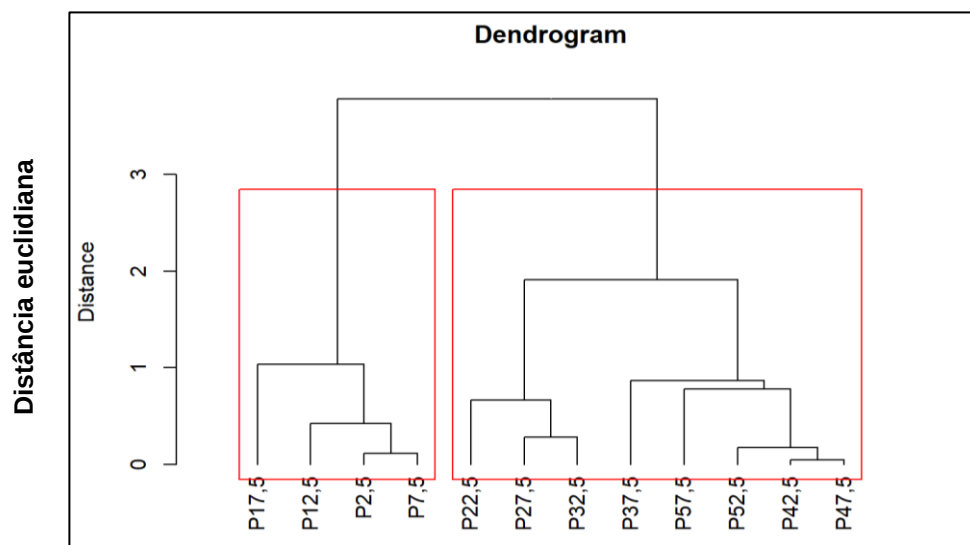
Fonte: Os autores (2021).

No gráfico de correlação em solo gramado observa-se que as profundidades iniciais estão presentes no mesmo quadrante, demonstrado assim resistência à penetração nessas profundidades, no entanto profundidades maiores apresentaram menores resistência à penetração ou menores níveis de compactação confirmado a abordagem presente no trabalho de Valicheski (2012) aonde defende que profundidades maiores tendem a ter menos resistência à penetração e possibilitam assim maior desenvolvimento radicular da culturas.

5.3 REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DE RESISTÊNCIA MECÂNICA EM SOLO SEM COBERTURA

Figura 12- Representação de resistência mecânica através de dendrograma em solo sem cobertura.

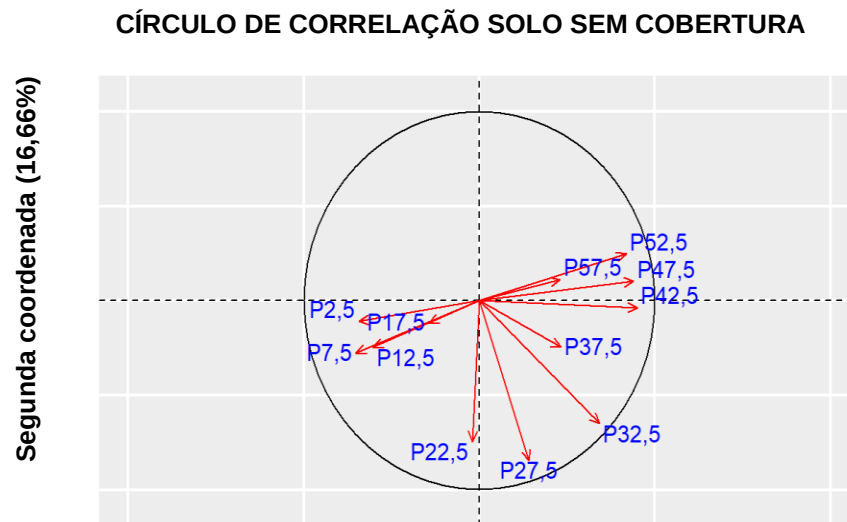
DENDROGRAMA SOLO SEM COBERTURA



Fonte: Os autores (2021).

Nos resultados obtidos sobre o solo sem cobertura notou-se que as profundidades das duas primeiras camadas de P2,5, P7,5 foram as que menos apresentaram resistência à penetração mecânica e que à medida que a profundidade foi aumentando a resistência passou a ser maior, seguindo a observação de Silva (2012) que verifica uma interação significativa entre o sistema de cultivo e a profundidade para a resistência à penetração mecânica.

Figura 13- Círculo de correlação em solo sem cobertura.



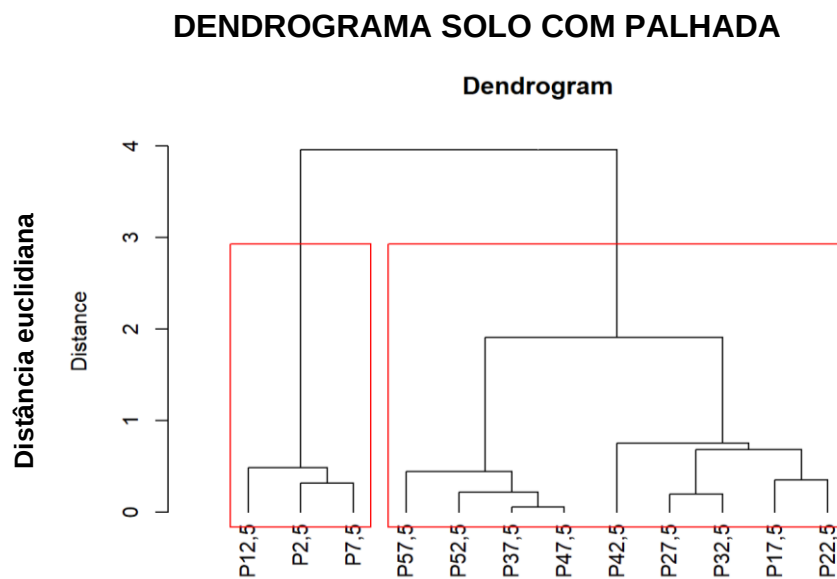
Fonte: Os autores (2021).

Segundo (Stolf et al., 1985), o penetrômetro de impacto Stolf é um aparelho que mede a resistência mecânica do solo, de uma maneira mais prática, onde a penetração no solo acontece por meio de impacto. Esse aparelho foi lançado em 1892, onde se tornou popular entre vários agricultores através de diversas publicações que apresentavam aspectos práticos.

No gráfico de correlação em solo sem cobertura observa-se que a resistência a penetração mecânica é diretamente relacionada com a profundidade, quanto maior a profundidade maior a resistência, somando à conclusão de Silva (2012) que defende que os efeitos das diferentes coberturas não explicam todas as variações encontradas na resistência a penetração mecânica do solo, havendo mais variáveis como teor de matéria orgânica e umidade.

5.4 REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DE RESISTÊNCIA MECÂNICA EM SOLO COM PALHADA

Figura 14- Representação de resistência mecânica através de dendrograma em solo com palhada.

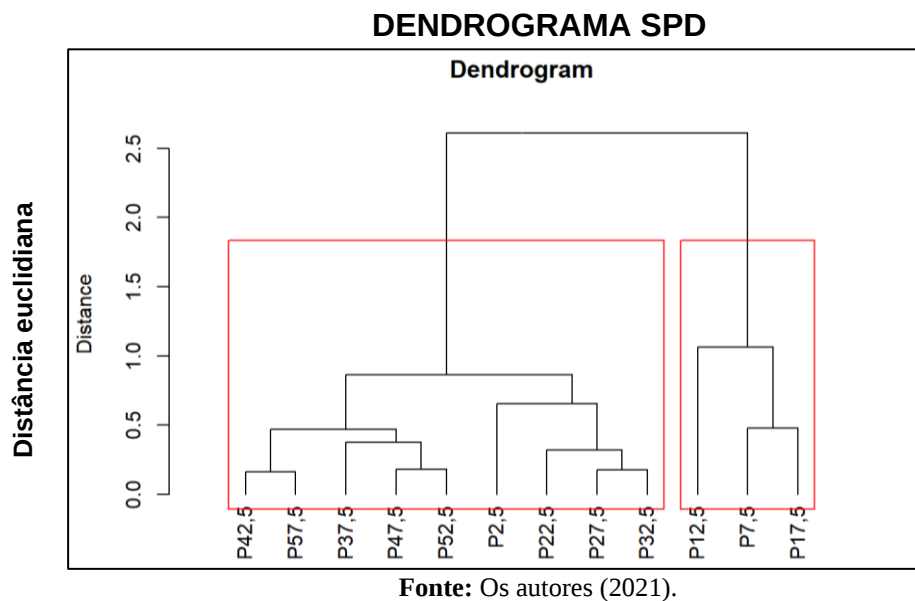


Fonte: Os autores (2021).

Dentre os tipos de coberturas avaliados, o solo com palhada foi o que menos demonstrou resistência a penetração mecânica, apresentando uma diferença ínfima entre as profundidades estudadas. Segundo Valente (2019) esse resultado pode ser atribuído à cobertura vegetal do solo que mantém o teor de água e a temperatura do solo mais uniforme nas camadas.

5.5 REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DE RESISTÊNCIA MECÂNICA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

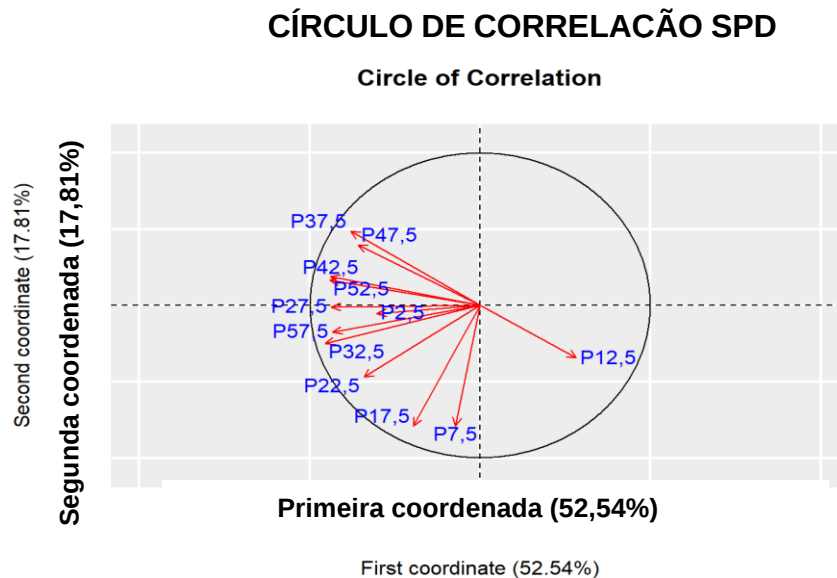
Figura 15- Representação de resistência mecânica através de dendrograma em Sistema de plantio direto.



Nos resultados obtidos sobre o solo em Sistema de plantio direto (SPD) notou-se inicialmente uma maior resistência a penetração mecânica na profundidade de P2,5, sofrendo menos resistência nas camadas seguintes, voltando a receber resistência a penetração mecânica na profundidade de P12,5. Rompendo a barreira da profundidade P12,5 a resistência foi diminuta nas demais profundidades.

Resultados semelhantes foram obtidos por Ortigara (2014) que verificou maiores valores de resistência a penetração mecânica no SPD na camada mais superficial.

Figura 16- Círculo de correlação de solo em Sistema de plantio direto.



Fonte: Os autores (2021).

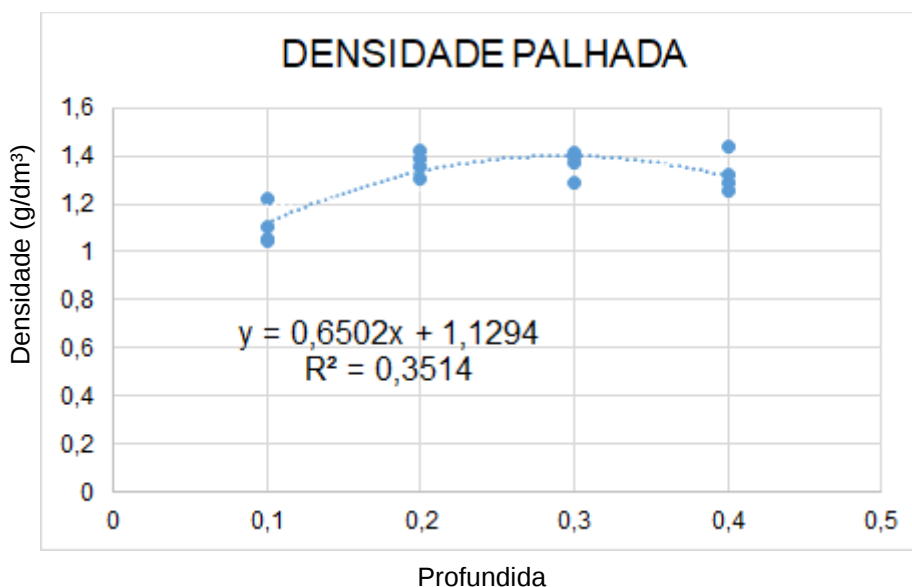
No gráfico de correlação de solo em Sistema de plantio direto observa-se que existe uma resistência a penetração mecânica inicial, em seguida a profundidade de P2,5 notamos uma menor resistência e na profundidade P12,5 temos a maior resistência nesse sistema.

Esse resultado difere dos encontrados por Valente (2019) onde foi observado maior resistência a penetração mecânica superficial no sistema de plantio direto, e subsuperficial no sistema de plantio convencional.

5.6 REPRESENTAÇÃO DA DENSIDADE DO SOLO COM PALHADA

Dentre os tipos de coberturas avaliados, no solo com palhada observou-se que conforme aumentou a profundidade também aumentou a sua densidade. Tal fato pode ser comprovado ao observar a figura 17 a seguir, onde a capacidade de densidade aumenta a partir da camada superficial e se estende até 30 cm de profundidade do solo.

Figura 17- Gráfico de análise de densidade para solo com palhada.



Fonte: Os autores (2021).

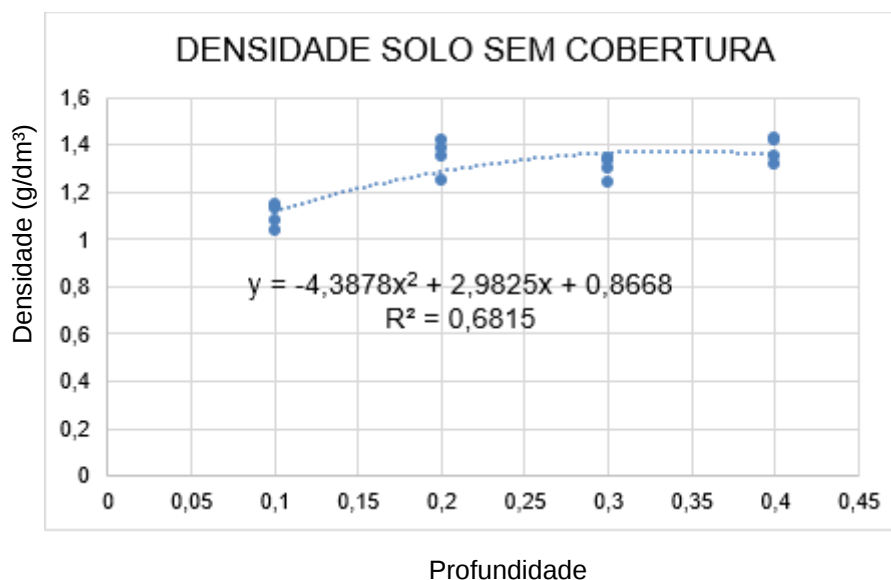
Segundo Stone e Silveira (2001), a densidade do solo sob cobertura pode ser minimizada com o tempo, pois o aumento do teor de matéria orgânica na camada mais superficial do solo pode melhorar a qualidade das estruturas do solo e aumentar o valor da porosidade, minimizando então o valor da densidade do solo.

Os autores Chioderoli et al, (2012) defende o sistema de plantio sob a palhada salientando que seu uso contínuo proporciona efeitos significativos na melhoria da conservação do solo e da água, podendo aproveitar recursos e insumos, como os fertilizantes, na redução de custos e estabilidade da produção.

5.7 REPRESENTAÇÃO DA DENSIDADE DO SOLO SEM COBERTURA

Ao analisarmos a densidade do solo sem cobertura, tem-se que, o nível de compactação é gradativamente maior conforme o nível de profundidade. O nível de compactação nos solos avaliados sem cobertura atingiu o ápice a partir de 0,3 cm e mantiveram-se constante até 0,45 cm de profundidade.

Figura 18- Gráfico de análise de densidade para solo sem cobertura.



Fonte: Os autores (2021).

Autores como Silveira et al (2008), salientam que de fato solos sem cobertura ficam mais sensíveis aos níveis de compactação, devido ao fato do atrito direto. Estes mesmos autores afirmam que os sistemas de manejos adotados são grandes intercessores, afetando diretamente as densidades pré-estabelecidas, micro porosidade, a macro porosidade e a porosidade total nas camadas.

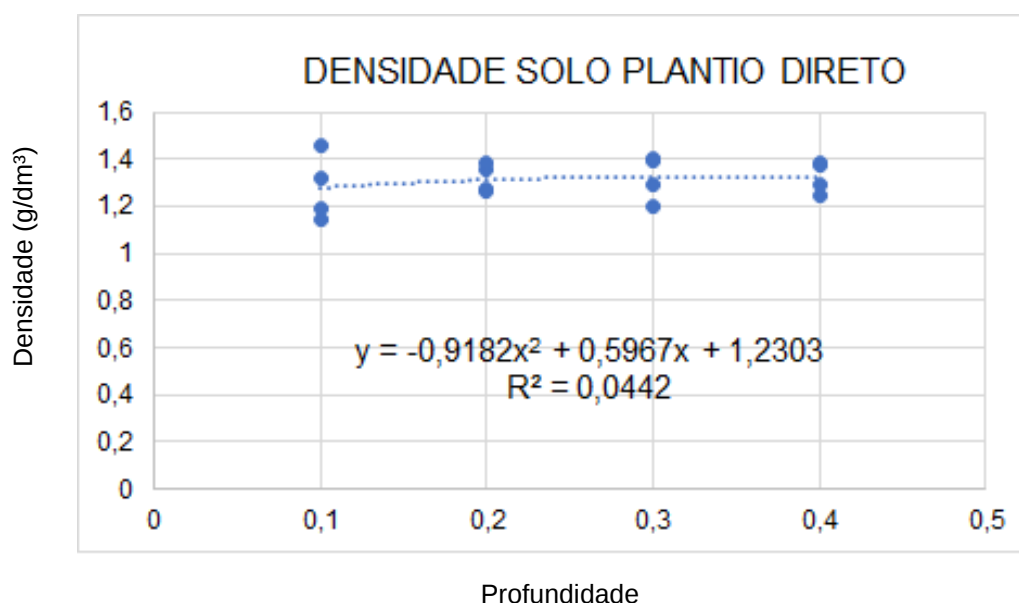
Outro fato a se observar com relação a densidade do solo sem cobertura é a capacidade de infiltração de água, uma vez tendo um solo compactado e descoberto, a infiltração ocorre de forma lenta, somente nas camadas superficiais.

Os autores PRANDO, Maryara Buriola et al. (2010), destacam em sua pesquisa que devido ao aumento da compactação do solo, ocorre consequentemente uma redução da porosidade total e aumento da densidade com relação a resistência do solo à penetração, esses fatores têm por consequência impedir o desenvolvimento radicular e restringir o movimento da água e do ar ao longo do perfil.

5.8 REPRESENTAÇÃO DA DENSIDADE DO SOLO PLANTIO DIRETO

Ao avaliar a densidade do solo sob o sistema de plantio direto, observa-se que não há diferença significativa da densidade do solo com relação a profundidade, sendo esta, praticamente constante ao longo das profundidades, como se pode observar na figura 19 a seguir.

Figura 19- Gráfico de análise de densidade para solo em sistema de plantio direto.



Fonte: Os autores (2021).

Porém as menores densidades do solo foram observadas na camada de 0 a 10 cm e as maiores densidades ocorreram nas camadas de 20-30 cm no sistema plantio direto.

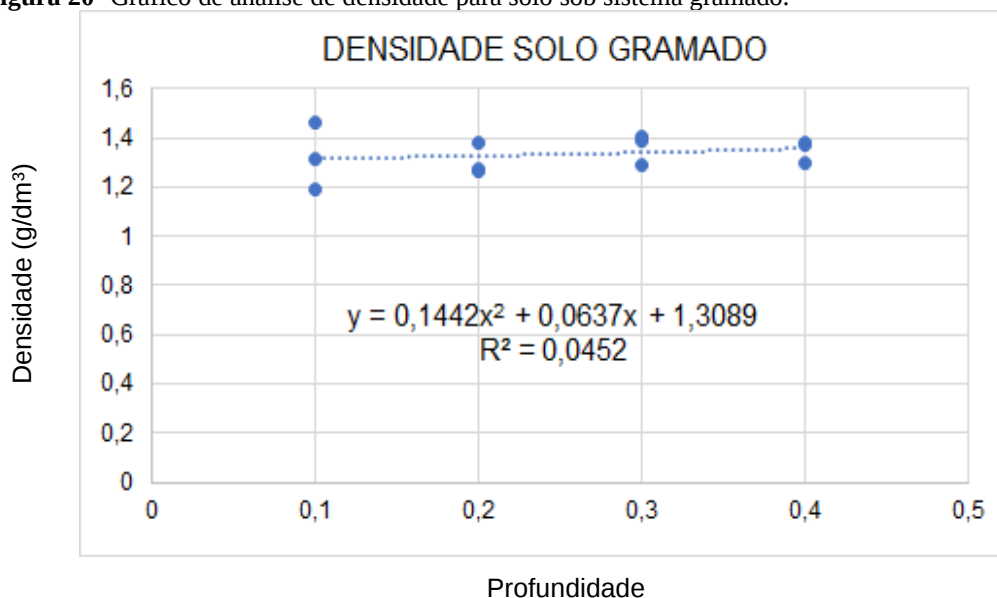
De acordo com Silva et al. (2017) as menores densidades observadas nas camadas superficiais estão relacionadas à maior densidade de raízes das culturas agrícolas utilizadas e ao maior teor de matéria orgânica. Diante disso, nota-se que para este parâmetro, que o tempo de utilização do plantio direto ainda não foi capaz de modificar consideravelmente as características da densidade do solo no horizonte superficial.

Para Martins e Santos (2017), o sistema de plantio direto apresentaram maiores valores de resistência de penetração nas camadas de 0,1-0,2 m, apresentando também baixa infiltração e alto escoamento superficial, fato este esclarecido pois, à compactação adquirida ao longo dos anos devido a pressões exercidas pelo tráfego de máquinas no solo impedem a circulação hídrica nas camadas subsuperficial dos solos.

5.9 REPRESENTAÇÃO DA DENSIDADE DO SOLO GRAMADO

Os valores obtidos ao avaliar a densidade do solo sob o sistema de cobertura com gramado, nos mostra que notoriamente, a capacidade de compactação não é significativamente visível, tendo somente nas camadas de 20-30 cm uma resistência a perfuração.

Figura 20- Gráfico de análise de densidade para solo sob sistema gramado.



Fonte: Os autores (2021).

Martins e Santos, (2017) ao avaliar a resistência a penetração sob o sistema de mata nativa, obtiveram valores inferiores a 1,0 Mpa, e justificam tal fato devido aos solos sujeitos a esse tipo de vegetação apresentar grandes quantidades de biopóros oriundos de atividades biológicas, correlacionado a manutenção das características estruturais do solo como alta porosidade e baixa densidade, favorecendo uma menor resistência a penetração.

Dados obtidos por Martins e Santos, (2017) corroboram com os dados observados ao longo do trabalho, onde atenuam que, a infiltração de água no solo, assim como a resistência a penetração (RP) são influenciadas pela forma de utilização e sistema de manejo do solo, enquanto a mata nativa apresentou maior infiltração e menor resistência a penetração, o sistema de plantio direto apresentou menor infiltração e maior resistência a penetração nas camadas 0,05-0,20 m.

6 CONCLUSÃO

Diante do exposto, notou-se que, levando em consideração a cobertura existente sobre o solo e os diferentes estágios de profundidades avaliados, a penetração mecânica sofreu variadas formas de resistência.

Isto porque, em relação a cobertura gramada, a mesma apresentou resistência à penetração mecânica nas primeiras camadas;

Por outro lado, o solo descoberto apresentou resistência nas camadas mais profundas.

E, a sua vez, o SPD apresentou resistência nas camadas médias.

Ainda, logrou-se, por fim, verificar que o solo com palhada uniformiza a baixa resistência à penetração.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE

25ª Ed./ JAN – JUL /2022

ISSN 2178 – 3608

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. **Efeito do conteúdo de água e da compactação do solo na produção de soja.** Pesquisa agropecuária Brasileira, v.38, p.849-856, 2003.

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas.** Piracicaba, SP: ESALQ, 1997. 132p

CHIODEROLI CA, Mello LMM, Holanda HV, Furlani CEA, Grigolli PJ, Silva JOR, Cesarin AL. **Consórcio de Urochloas com milho em sistema plantio direto.** Ci Rural. 2012a;42:1804-10.

CORTEZ, Jorge Wilson et al. **Manejo da palhada e adubação na produção da soja e cobertura do solo.** Nativa, v. 7, n. 5, p. 506-512, 2019.

DA SILVEIRA, Pedro Marques et al. **Efeitos do manejo do solo sob plantio direto e de culturas na densidade e porosidade de um Latossolo.** Bioscience Journal, v. 24, n. 3, 2008.

DETERMINAÇÃO DA CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO EM LABORATÓRIO. **Determinação da Curva de Retenção de Água no Solo em Laboratório,** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte, v. 1, ed. SN, 2007.

DERPSCH, R. et al. **Importância da rotação de culturas. Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo.** Eschborn: GTZ/IAPAR, 1991. p.147-164.

DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F. X. **Manejo do solo com coberturas verdes de inverno.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 20, p. 671-773, 1985

DEXTER, A. R. Soil physical quality. Part I. **Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth.** Geoderma, v. 120, p. 201-214, 2004a.

GIRARDELLO, V. C et al. **Resistência à penetração, eficiência de escarificadores mecânicos e produtividade da soja em Latossolo argiloso manejado sob plantio direto de longa duração.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 38, n. 5, p. 1234–1244, 2014.

KELLER, T. et al. Uma abordagem interdisciplinar para melhor compreensão da deformação do solo durante a compactação. **Pesquisa de solo e preparo do solo,** V.128, n.0, p.61- 80, 2013.

LEPSCH, I.F. et al. **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. 170p, 2015

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE

25ª Ed./ JAN – JUL /2022

ISSN 2178 – 3608

LIMA, C.L.R. **Compressibilidade de solos versus intensidade de tráfego em um pomar de laranja e pisoteio animal em pastagem irrigada.** 2004. 70p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

MACHADO, J.L.; TORMENA, C.A.; FIDALSKI, J. & SCAPIM, C.A. **Inter-relações entre as propriedades físicas e os coeficientes da curva de retenção da água de um latossolo sob diferentes sistemas de uso.** R. Bras. Ci. Solo, 32:495-502, 2008.

MARTINS, Fabio Pereira; DOS SANTOS, Esmael Lopes. **Taxa de infiltração da água e a resistência do solo a penetração sob sistemas de uso e manejo.** Acta Iguazu, v. 6, n. 4, p. 28-40, 2017.

MOLINARI, D. C.; VIEIRA, A. G. **CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES SOBRE A CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO NO DISTRITO INDUSTRIAL II,** V Simpósio Nacional de Geomorfologia, v. 1, n. s.n, ed. s.n, 2004.

ORTIGARA, C.; KOPPE, E.; LUZ, F. B.; BERTOLLO, A. M.; KAISER, D. R.; SILVA, V. R. **Uso do solo e propriedades físico-mecânicas de Latossolo Vermelho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 38, p. 619-626, 2014.

PRANDO, Maryara Buriola et al. **Infiltração de água no solo sob escarificação e rotação de culturas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, n. 3, p. 693-700, 2010.

ROSA, Felipe Alves. **Um estudo de procedimentos numéricos e experimentais para uso no Ensaio de Infiltração Monitorada.** 2017. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/33363/33363.PDF>.

SILVA, Paulo Roberto Arbex. **Plantio Direto: prática revolucionária da agricultura brasileira.** Boas Práticas Agronômicas, <https://boaspraticasagronomicas.com.br/boas-praticas/plantio-direto/>, ano SN, v. 1, n. SN, ed. SN, p. SN, 2020.

SILVA, Atila Reis; SILVA, Luziano Lopes; FRAZÃO, Joaquim José; SALGADO, Fabricio Henrique Moreira; SILVA, Marciana Cristina; CORRECHEL, Vladia. **RESISTÊNCIA MECÂNICA À PENETRAÇÃO DO SOLO COM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS SOB SISTEMA. RESISTÊNCIA MECÂNICA À PENETRAÇÃO DO SOLO COM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS SOB SISTEMA,** Revista Científica Eletrônica de Agronomia, v. 22, n. 2, 2012.

TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M. F.; MEDINA, C. C.; BALBINO, L. C.; NEVES, C. S. V. J. **Método do perfil cultural para avaliação do estado físico de solos em condições tropicais.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.23, p.393-399, 1999

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE

25ª Ed./ JAN – JUL /2022

ISSN 2178 – 3608

VALENTE, Gislayne Farias *et al.* Resistência mecânica à penetração em sistemas de manejo do solo. **Resistência mecânica à penetração em sistemas de manejo do solo**, Revista Verde, ed. 14:1, p. 140-145, 201.