



**ANÁLISE DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM SOLO COM DIFERENTES  
MANEJOS DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO CAFÉ**

*Analysis of the physical attributes of a soil with different weed management in coffee culture*

Maria Eduarda Valias de Melo<sup>1</sup>

Matheus da Costa Lima<sup>2</sup>

Vitória da Cruz Damasceno<sup>3</sup>

André Moraes Reis<sup>4</sup>

**Resumo:** O presente trabalho avalia as diferenças nas propriedades físicas do solo, encontradas em um ensaio de controle de plantas daninhas nas entrelinhas de uma lavoura de cafeeiro. Tal abordagem se justifica pela importância de compreender as diferentes características físicas que o solo apresenta. O experimento foi realizado na fazenda experimental de Varginha, Minas Gerais, tendo sido conduzido em DBC, contendo quatro tratamentos e cinco repetições, em um total de 20 parcelas. Onde os tratamentos foram: a testemunha sem capina; cobertura de braquiária, cobertura utilizando leguminosa crotalária, e outra utilizando o pós emergente. Não houveram efeitos significativos para as variáveis, densidade do solo, porosidade total, microporosidade e macroporosidade. Sendo que a chuva foi um contribuinte negativo para o desenvolvimento das plantas invasoras, o que acarretou em solos descobertos na maior parte das parcelas avaliadas.

**Palavras-chave:** Solo. Física. Experimento. Área. Plantação.

<sup>1</sup> André Moraes Reis, Centro Universitário do Sul de Minas.

<sup>2</sup> Maria Eduarda Valias de Melo, Centro Universitário do Sul de Minas.

<sup>3</sup> Matheus da Costa Lima, Centro Universitário do Sul de Minas.

<sup>4</sup> Vitória Cruz Damasceno, Centro Universitário do Sul de Minas.

*ABSTRACT: The present work evaluates the differences in soil physical properties, found in a weed control trial between the rows of a coffee plantation. Such an approach is justified by the importance of understanding the different physical characteristics that the soil presents. The experiment was carried out at the experimental farm in Varginha, Minas Gerais, having been carried out in DBC, with four treatments and five replications, in a total of 20 plots. Where the treatments were: the control without weeding; brachiaria coverage, coverage using crotalaria legume, and another using emergent post. There were no significant effects for the variables, soil density, total porosity, microporosity and macroporosity. Since the rain was a negative contributor to the development of invasive plants, which resulted in uncovered soils in most of the evaluated plots.*

**Keywords:** Soil. Physics. Experiment. Area. Plantation.

## 1. INTRODUÇÃO

O solo é considerado de acordo com a literatura como uma estrutura distinta constituída de partículas interligadas que formam agregados, de tamanhos e formas diferentes. Ou seja, entende-se que ele pode ser definido como uma coleção de corpos naturais, dinâmicos, que são formados por materiais minerais e orgânicos. (SANTOS, 2016).

Existem diversos fatores que precisam estar disponíveis para garantir que o solo consiga servir como um meio favorável para o desenvolvimento das plantas, aspectos como a capacidade de armazenar e suprir água, realização de troca de íons, além de estar livre de elevadas concentrações de fatores tóxicos são imprescindíveis para a existência dessas condições. Sendo assim, esses fatores são amplamente discutidos hoje em dia na chamada Física do Solo, uma ciência que estuda as relações existentes entre o sistema solo-água-plantas, uma vez que um solo bem balanceado nessas questões garante um melhor aproveitamento para as culturas (COLLARES, 2006).

Para estudar sobre a qualidade do solo, hodiernamente, entende-se que o conceito de física do solo está diretamente ligado a ela, já que desempenha um papel central no que diz respeito a qualidade do solo observado, uma vez que exerce uma influência direta nos aspectos químicos e biológicos (STREAK, 2008).

Ainda segundo STREAK (2008, p.2), “A qualidade física do solo manifesta-se de várias maneiras: na infiltração, retenção e disponibilização de água para as plantas, na resposta ao manejo e na resistência à degradação, na ocorrência das trocas de calor e de gases com a atmosfera e com o crescimento das raízes das plantas.”

Considerando a importância do estudo acerca das propriedades físicas do solo, tal abordagem se justifica através da análise dessas, o que promoverá um maior entendimento sobre as suas características, tendo em vista que o manejo inadequado das plantas daninhas no solo poderá acarretar problemas como a erosão e a compactação do mesmo.

Dessa forma, o trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades físicas do solo de uma lavoura de cafeeiro com diferentes manejos de plantas invasoras nas entrelinhas do café, através de métodos para a determinação de suas densidades e porosidades.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1. Estrutura do solo**

Do ponto de vista agrícola uma das mais importantes propriedades é a estrutura do solo, pois os solos bem agregados possuem maior porosidade do que solo pobre em agregação, onde o solo bem agregada deriva em uma rápida penetração da água da chuva, além de favorecer a troca gasosa entre o solo e a atmosfera. Segundo (MARSHALL,1962) propõe uma definição que a estrutura do solo é o arranjo das partículas do solo e do espaço poroso entre elas; incluindo ainda o tamanho, forma e arranjo dos agregados formados quando partículas primárias se agrupam, em unidades separáveis.

Conforme HILLEL (1982) apresenta uma teoria que a estrutura do solo é afetada diretamente por mudanças no clima, atividade biológica e práticas de manejo do solo, sendo mais afetada por forças de natureza mecânica e físico-química. E ainda defende que não existe um método que seja universal aplicável para se avaliar a estrutura do solo, apresentando o termo um conceito qualitativo, ao contrário de uma propriedade diretamente quantificável.

Na maioria dos estudos da estruturação do solo, sejam agregados separados, a sua estabilidade é avaliada e a sua formação é estudada, MARCOS (1968) afirma que não há um conhecimento de uma lei ou princípio comandando a sua formação, tamanho e composição. Com isso EMERSON (1959) afirma que um dos modelos de agregação é que grãos de quartzo, “domínio argiloso” e matéria orgânica se arranjam de várias maneiras, assim formam um agregado de solo.

### **2.2. Compactação do solo**

O volume total de um solo pode ser definido como a soma dos volumes totais apresentados por todas as partículas minerais e orgânicas com o volume encontrado entre essas partículas que são conhecidos como poros. Esses poros, geralmente se encontram preenchidos

por água ou ar, e para um solo possuir a denominação de compactado, será considerada quando o máximo desenvolvimento de uma cultura ser considerado inadequado para a proporção do volume total de poros no solo. Sendo assim, a compactação do solo estará em relação à quantidade de poros presentes em um determinado solo, assim como a densidade dele para com a sua resistência a penetração das raízes (MONTAVANI, 1987).

Em relação às forças que podem acabar acarretando aos solos ficarem compactados, pode-se separá-los em externos e internos. De acordo com Camargo e Alleoni (1997), as forças consideradas externas são aquelas como o tráfego de pessoas, animais e máquinas bem como o crescimento das raízes que acabam adensando as partículas do solo enquanto crescem. Já as forças consideradas internas estão relacionadas com os ciclos de umedecimento e secagem do próprio solo, assim como o congelamento e degelo das partículas e a constante expansão e contração de massa.

Sendo assim, para a realização da identificação de um solo compactado, o método mais utilizado pode ser a realização da abertura de trincheiras no campo, para a posterior observação das raízes, uma vez que como a compactação irá limitar o desenvolvimento radicular, será possível se encontrar uma grande quantidade de raízes na camada superficial, já que essas não conseguem adentrar as camadas compactadas. Porém, apesar de muito utilizada, tal mecanismo não é completamente eficiente, uma vez que apesar de se conseguir identificar a camada compactada do solo, sua caracterização não é alcançada. Ou seja, não é possível saber o quão compactado está o solo e nem quanto isso está atrapalhando o desenvolvimento da cultura (DE SÁ, 2005).

## **2.3. MEIOS DE MELHORAR A ESTRUTURA DO SOLO**

### **2.3.1. Adição de matéria orgânica**

A matéria orgânica no solo cumpre um papel de extrema importância no desenvolvimento e qualidade do solo, ela pode modificar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Ela também é o alimento para a vida aeróbia do solo, que agrega o sistema poroso onde entram ar e água indispensável para a produção vegetal (COSTA, 2013).

O papel da matéria orgânica não é ser usado como fertilizante, mas sim para nutrir a vida na terra e renovar os resíduos (PRIMAVESI, 2009).

Segundo a Engenheira Agrônoma e Doutora em Cultura de Solos e Nutrição Vegetal, Ana Primavesi (2009), a matéria orgânica também cria condições para que o ar e a água entrem na terra por meio da diversificação e intensificação da vida. Em primeiro lugar, mencione o ar,

porque sem oxigênio a água não pode ser absorvida. Sem ar, as plantas perderão energia, seu metabolismo ficará enfraquecido e as plantas não serão capazes de "digerir" alimentos e formar matéria orgânica. No que diz respeito à água, não há vida sem ela.

### **2.3.2. Cobertura do solo: adubação verde**

A adubação verde em rotação de cultura ou em consórcio entre adubos verdes (gramíneas e leguminosas) são práticas ecológicas que podem ajudar nos problemas enfrentados pelas pequenas propriedades que precisam aumentar a capacidade produtiva do solo. Isso se deve ao fato de que o sistema radicular presente no adubo verde, é mais profundo, condicionando assim uma maior absorção e exploração de nutrientes e água do solo. Os adubos verdes que são gramíneas a exemplo do sorgo forrageiro e milheto, e dicotiledôneas, como o girassol, formam a palhada que cobrem o solo, e os que são leguminosas, caso da crotalária, guandu, feijão-de-porco, produzem biomassa e fornecem maior aporte de nitrogênio à cultura (BORGES et al., 2016, p.1).

Sendo assim, a prática de utilização de adubo verde promove uma integrada cobertura do solo, pois aumenta a umidade, promove a ciclagem de nutrientes e favorece a dinâmica dos microrganismos no solo, que por sua vez, ajudam a combater nematóides e doenças do solo (BORGES et al., 2016, p.1).

### **2.3.3. PREPARO DO SOLO**

O manejo do preparo do solo no Brasil é realizado pela triticultura em Latossolos, Neossolos e Argissolos. De acordo com (STRECK et al., 2008) no geral, Latossolos e Argissolos possuem uma característica de solos mais profundos, com boa drenagem e sendo distribuídos em relevos suave-ondulados a ondulação, o que não limita para a utilização de um manejo feito através das mecanizações agrícolas.

Um dos sistemas mais utilizados para a realização de um preparo do solo é o sistema convencional, que corresponde na realização do preparo primário do solo através de uma aração, tendo uma sequência de duas gradagens para destorroamento e nivelamento, sendo denominada de preparo periódico secundário (DERPSCH et al., 1991). Com isso (BAUDER et al., 1981) faz um alerta que realizando este mesmo manejo ao longo dos anos, pode ocorrer uma desestruturação da superfície dos solos, o que pode torná-los mais expostos ao processo de erosão.

## **2.4. MANEJO DE PLANTAS DANINHAS**

### **2.4.1. Controle cultural**

A rotação de cultura no manejo integrado de plantas daninhas em plantio direto é uma técnica que de acordo com (PAES; REZENDE, 2001), permite o controle de várias espécies de plantas daninhas que emergem em sincronia com as culturas.

Há uma grande relação entre as rotações de cultura e da respectiva combinação cronológica de cultivo, pois a dinâmica das plantas daninhas pode demonstrar várias mudanças sendo significativas ou menos significativas, podendo apresentar diferentes efeitos sobre a caracterização da comunidade infestante da área de cultivo (PEREIRA; VELINI, 2003).

### **2.4.2. Controle preventivo**

O controle preventivo sugere o impedimento da reprodução das plantas daninhas em áreas que foram infestadas e áreas que ainda não foram infestadas. Essa pratica é bastante importante em casos onde o foco é reduzir a planta resistente. SILVA et al., 1999 alerta que para colocar em prática o controle preventivo, o agricultor terá que usar sementes certificadas, evitar trânsito de animais de áreas infestadas para áreas livres de plantas daninhas, limpar os equipamentos após trabalho em áreas com plantas daninhas e controlar essas espécies em canais, margens da lavoura e caminhos.

### **2.4.3. Controle físico e mecânico**

O controle físico e mecânico das plantas daninhas podem ser representados pelo uso de fogo e através do arranquio manual, é o tipo de controle mais antigo utilizado pelo homem. Consiste no uso de equipamentos para eliminar as plantas daninhas, (SILVA et al., 1999) como o uso da enxada, visto que o uso desses equipamentos é muito comum, principalmente em pequenas propriedades. Já como se pode observar em grandes propriedades, o controle mecânico de plantas daninhas é pouco utilizado, em razão da praticidade e eficiência dos herbicidas.

Segundo FLECK (1992), os principais mecanismos responsáveis pelo controle das plantas daninhas por meio do método físico e mecânico são através da dessecação, exaustão, supressão entre outros.

Com isso, observa-se que as principais vantagens do método mecânico são: pela economia em relação ao químico; a eficiência em condições ambientais que inibi o uso de herbicidas; e também a ausência de uma possível contaminação ambiental pelo uso de

herbicidas e o controle de plantas daninhas que não foram controladas por herbicidas. As principais desvantagens são: o não controle das plantas daninhas na linha da cultura, o que pode acabar danificando alguma parte vegetal da cultura, e favorecer a erosão quando realizado de maneira irresponsável (FOSTER, 1991; FLECK, 1992; SILVA et al., 1999).

#### **2.4.4. Controle químico**

Os herbicidas são as principais e mais eficientes ferramentas usadas para controle de plantas daninhas principalmente na cultura do café. A utilização desses produtos em pré ou pós-emergência, combinados com as práticas discutidas anteriormente, são suficientes para garantir competitivas vantagens para a cultura do café nos estádios iniciais e de todos os ciclos. Entre as vantagens do controle químico, se destaca a eficiência, praticidade, rapidez na operação, evitando a competição das plantas daninhas desde a implantação. Além disso, permite controlar as plantas daninhas em época chuvosa, quando o controle físico e mecânico é impraticável. Entre as desvantagens estão o custo, pois exige equipamentos adequados para a proteção e por serem produtos tóxicos.

O uso de associações de herbicidas é importante para se aumentar o controle, além de baixar o custo e reduzir a pressão de seleção, minimizando assim a seleção de plantas daninhas resistentes a herbicidas, além de reduzir a quantidade de herbicida no ambiente. (EMBRAPA, 2006).

#### **2.4.5. Alteração da estrutura do solo**

As plantas de cobertura apresentam capacidade de crescer em solos que possuem uma alta resistência mecânica, criando canais ("bioporos") onde as raízes da cultura seguidas podem crescer (EHLERS et al., 1983; SILVA; ROSOLEM, 2001). Além desse efeito físico que pode facilitar o crescimento radicular em profundidade, esses canais apresentam, também, um microclima que pode ser até mesmo favorável ao crescimento das raízes, uma vez que há um maior número de substrato orgânico oriundo de exsudatos radiculares ou da decomposição das raízes mortas, que, além de complexar e reduzem seu efeito tóxico (CANELLAS et al., 1999).

E RUEDELL (1995) mostra que existe um ponto favorável que pode ser considerado é que quando se existe um controle das plantas daninhas por métodos manuais, mecânicos ou até mesmo químicos, onde a cobertura morta sobre o solo vai reduzir o aquecimento da superfície através da radiação solar e auxilia na retenção de umidade. Essa cobertura morta, quando entra no estado de decomposição aumenta também os teores de matéria orgânica e nutriente do solo.

Podendo ainda, reduzir a germinação de novas plantas daninhas, acontecendo através do efeito físico de sombreamento do solo quanto pela liberação de substâncias químicas, com efeito, alelopático.

### 3. Material e métodos

O experimento teve início no segundo semestre de 2021, realizado na Fazenda Experimental da Fundação Procafé situada no município de Varginha, Minas Gerais em altitude de 940 metros e temperatura média de 19°C, e precipitação média de 0,8 mm para o ano de 2021. Localizada em latitude 21°34'00"S e longitude 45°24'22"W (PAIVA, 2021). A planta utilizada para realização das aferições foi de *Coffea arabica*, da cultivar arara, plantada em 2019, com espaçamento de 3,5 metros entre ruas e 0,5 metros entre plantas, em um total de 20 plantas por parcela.

As amostras utilizadas para as aferições das propriedades físicas foram retiradas das entrelinhas da lavoura do cafeeiro, sendo que o solo em questão já estava sendo tratado com quatro tratamentos distintos para o controle das plantas daninhas, sendo eles: 1) o primeiro sendo a testemunha, ou seja sem nenhum manejo das plantas invasoras, onde essas tiveram livre o crescimento nas parcelas; 2) o segundo com a plantação de braquiária (*Bachiaria ruziziensis*) no meio da rua, para suprimir o crescimento de outras gramíneas infestantes; 3) o terceiro com a plantação de crotalária (*Crotalaria juncea*) e; 4) com a utilização de um controle químico com herbicida pós emergente, na dose de 20 litros de água para 250 ml de glifosato e 10 gramas de Clorimuron, compreendendo em 3 L/ha, com 3 aplicações anuais.

A área experimental foi de 560 metros quadrados, as amostras indeformadas do solo foram retiradas com o amostrador do tipo Uhland acima da linha do rodado do trator de cada uma das parcelas experimentais, sendo que as amostras foram cortadas, retiradas e acondicionadas visando provocar as menores alterações possíveis.

Para a análise foram determinadas as seguintes variáveis: Densidade do solo (DS), através do método do anel volumétrico em gramas por centímetro cúbico, onde as amostras indeformadas do solo foram separadas, pesadas e posteriormente secas em estufa com a temperatura de 70°C por 48 horas; Densidade de Partículas (DP) pelo método do balão volumétrico em gramas por centímetro cúbico, onde 20 gramas de solo seco foi separado e acondicionado em um balão volumétrico de 50 ml e seu volume foi completado com auxílio de uma bureta, para posteriormente determinar o volume dos sólidos usando a expressão:

(20/50-L); Porosidade Total (PT) pela expressão  $PT = (1 - (Ds / Dp)) * 100$ ; micro porosidade (MICROp) pela expressão  $MICROp = (VH_2O \text{ capacidade de campo} / V \text{ total da amostra}) * 100$ ; macro porosidade (MACROp) pela expressão  $MACROp = PT - MICROp$  (CLAESSEN, 1997).

Os resultados das análises físicas do solo foram avaliadas em laboratório e submetidas á análise de variância sob um delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro métodos de controle de plantas daninhas e cinco repetições no teste de Scott-Knott a 5%, através do programa sistema de análise de estatística SISVAR versão 5.6.

#### 4. Resultado e discussão

O valor da densidade de partículas na área foi de 2,56 g/cm<sup>3</sup>, valor esse que se aproxima do encontrado por GUBIANI; REINERT; REICHERT, (2006) para a determinação da DP pelo método do balão volumétrico, visto que os constituintes minerais dos solos, possuem o mesmo valor de densidade de partículas em torno de 2,65 g/cm<sup>3</sup> (DOS SANTOS, 2011).

Não se observaram resultados significativos para as variáveis analisadas, o que demonstra que os tratamentos não impactaram nas propriedades físicas do solo, como visto na Tabela 1.

Tabela 1: Densidade do solo (DS) em g/cm<sup>3</sup>, porosidade total (PT) em %, microporosidade (MICROp) em % e macroporosidade (MACROp) em % em diferentes controles de plantas daninhas na rua do cafeeiro

	DS (g/cm <sup>3</sup> )	PT (%)	MICROp (%)	MACROp (%)
1 Testemunha	1,18 a	54,14 a	31,55 a	22,47 a
2 Braquiária	1,12 a	56,10 a	30,74 a	25,34a
3 Leguminosa	1,18 a	53,64 a	31,86a	21,63a
4 Herbicida Pós Emergente	1,18 a	54,12 a	32,23a	21,89a
CV %	5,94	4,95	2,41	10,89
Média Geral	1,17	54,50	31,60	22,83

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação a disponibilidade de poros encontrados no solo, não houve diferença entre os tratamentos, o que difere do encontrado por BARTELEGA et al (2017) para essas variáveis, onde os tratamentos que continham presença de plantas daninhas apresentaram maiores valores de macroporos, ou seja, com a presença desses poros maiores se tornou possível a infiltração de um maior volume de água no solo, diminuindo assim a compactação e prevenindo erosão através da presença de uma barreira mecânica fornecida pelas plantas.

Porém os valores encontrados nesse trabalho para os tratamentos 1 e 2 foram menores que os encontrados por BARTELEGA et al (2017) com os mesmos tratamentos, o que se deve provavelmente ao longo período de seca na região e época de avaliação, onde não existiam presença de plantas daninhas nas parcelas. Essa constatação de seca tem por base valores encontrados de precipitação nessa área pela estação de aviso da fundação Procafé com ênfase nos meses de julho, agosto e setembro de 2021, onde houve um déficit hídrico (PAIVA, 2021).

Sem a presença de chuva, as plantas espontâneas, nem a braquiária plantada, nem a crotalária conseguiram se desenvolver e crescer na área até a retirada das amostras. Sendo assim, como o solo dos quatro tratamentos ficaram mais expostos, notou-se um valor maior de microporosidade, como o encontrado para o tratamento com a leguminosa crotalária que foi de 31,86% que se mostra sendo maior que o relatado por CARVALHO et al (2004) de 22,9%. Isso se deve, pois, o solo do trabalho citada não estava sem a cobertura do solo. A ausência de plantas na entrelinha, devido à seca e época de avaliação, provavelmente diminuiu as diferenças entre os tratamentos para as propriedades físicas avaliadas, pois todos os tratamentos estavam em condições parecidas com ausência de cobertura vegetal.

Pode se observar também que todos os solos apresentaram o mesmo nível de compactação, devido aos altos valores de densidade encontrados somados as baixas porosidades, o que se justifica pela falta de cobertura nas parcelas.

Neste trabalho, valores para a produtividade do cafeeiro não foram avaliadas.

## **5. Considerações finais**

Perante os tratamentos utilizados no experimento não houve resultados significativos nos tratamentos (testemunha, braquiária, leguminosa e herbicida pós emergente), para as variedades densidades do solo, densidade de partículas, microporosidade e macroporosidade.

## Referências

ANGHINONI, Ibanor et al. **Ciclagem de nutrientes em integração lavoura-pecuária**. III Encontro de Integração Lavoura-pecuária no sul do Brasil, 2011.

BARTELEGA, A. et al. **Propriedades físicas do solo cultivado com cafeeiro em diferentes manejos de controle de plantas invasoras**. 2017.

BAUDER, J.W.; RANDAL, G.W.; SWAN, J.B. **Effect of four continuous tillage system on mechanical impedance of a clay loam soil**. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.45, p.802-6, 1981.

BORGES, Sílvia Zoche. **Adubação verde eleva a capacidade produtiva do solo**. 12 de maio de 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/12479603/adubacao-verde-eleva-a-capacidade-produtiva-do-solo>>. Acesso em: 30 de agosto de 2021.

CAMARGO, O.A. & ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba, Degaspari, 1997. 132p.

CANELLAS, L.P.; SANTOS, G.A. & AMARAL SOBRINHO, N.M.B. Reações da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., ed. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.69-90.

CARVALHO, José Eduardo Borges de et al. **Leguminosas e seus efeitos sobre propriedades físicas do solo e produtividade do mamoeiro 'Tainung 1'**. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 26, p. 335-338, 2004.

CLAESSEN, Marie Elisabeth Christine. **Manual de métodos de análise de solo**. Embrapa Solos-Documents (INFOTECA-E), 1997.

COLLARES, Gilberto Loguércio et al. **Qualidade física do solo na produtividade da cultura do feijoeiro num Argissolo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, p. 1663-1674, 2006.

COSTA, Elaine; SILVA, Helane; RIBEIRO, Paula Rose. **Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas**. Enciclopédia biosfera, v. 9, n. 17, 2013.

DALLMEYER, A.U. **Eficiência energética e operacional de equipamentos conjugados de preparo de solo**. 1994. 157 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.

DE SÁ, M. A. C.; SANTOS JUNIOR, J. **Compactação do solo: consequências para o crescimento vegetal**. Embrapa Cerrados. Documentos, 2005.

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo no conservacionismo do solo**. Eschborn: GTZ, 1991. 272 p

DOS SANTOS, Patrick Dailon Medeiros. **Estudo da densidade das partículas, densidade aparente e da porosidade total como base para verificar se o solo da área experimental do ICSEZ/UFAM/Parintins está ou não compactado**. 2011.

EHLERS, W.W.; KOPKE, F.; HESSE, F. & BOHM, W. **Penetrationresistanceandgrowth root ofoats in tilledanduntilledloesssoil**. SoilTill. Res., 3:261-275, 1983.

EMBRAPA. Comunicado Técnico. **Noções sobre tipos de estrutura do solo e sua importância para o manejo conservacionista**. ISSN 1517-5685 Rio de Janeiro, RJ Técnico Dezembro, 2008. (Documentos, 51)

EMBRAPA. Documentos online. **Métodos de controle de plantas daninhas**. Passo Fundo, RS. Setembro, 2006. (Documentos, 62). Disponível em [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do62\\_8.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do62_8.htm). Acesso em: 10 de Outubro de 2021.

EMERSON, W. W. **The structure of soil crumbs**. J. Soil Sci. London, 10:235-244, 1959

FLECK, N.G. **Princípios do controle de plantas daninhas**. Porto Alegre: UFRGS, 1992. 70 p.

FOSTER, R. **Controle das plantas invasoras na cultura do milho**. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1991. 46 p.

GIACOMINI, D. A.; PES, L.Z. **Conservação do Solo**. Santa Maria: rede e-Tec Brasil, 2017.

GOEDERT, Wenceslau J.; SCHERMACK, Marcio Julio; FREITAS, Frederico Carneiro de. **Estado de compactação do solo em áreas cultivadas no sistema de plantio direto**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 37, p. 223-227, 2002.

GUBIANI, Paulo Ivonir; REINERT, Dalvan José; REICHERT, José Miguel. **Método alternativo para a determinação da densidade de partículas do solo: exatidão, precisão e tempo de processamento**. Ciência Rural, v. 36, p. 664-668, 2006.

HILLEL, D. **Introduction to Soil Physics**. New York, Academic Press Inc., 1982, 364p.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. Nova Odessa: [s.n.], 1986. 220 p.

MANTOVANI, Evandro Chartuni. **Compactação do solo. Embrapa Milho e Sorgo- Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 1987.

MARCOS, Z.Z. **Estrutura, agregação e água do solo**. Piracicaba, ESALQ, 1968. 55p. (Tese de Doutorado).

MARSHALL, T.J. The nature, development, and significance of soil structure. In: NEALE, G.J. (ed.) Trans. of joint meeting of commissions IV & V (ISSS) Palmerston North, New Zealand, 1962. p.243-257.

PAIVA, Rodrigo Naves. **Boletim de aviso fitossanitário do sul de minas**. Varginha, boletim de aviso 275. Disponível em: <[https://30d142bb-956f-4db6-b432-3dc2bc3ce82a.filesusr.com/ugd/e32624\\_3ac31494970d4c74bae8c81532a8d9f3.pdf](https://30d142bb-956f-4db6-b432-3dc2bc3ce82a.filesusr.com/ugd/e32624_3ac31494970d4c74bae8c81532a8d9f3.pdf)>. Acesso em: 28/10/2021.

PAIVA, Rodrigo Naves. **Boletim de aviso fitossanitário do sul de minas**. Varginha, boletim de aviso 276. Disponível em: <[https://30d142bb-956f-4db6-b432-3dc2bc3ce82a.filesusr.com/ugd/e32624\\_b3934e22fef4445ca2d51c2516dba9fb.pdf](https://30d142bb-956f-4db6-b432-3dc2bc3ce82a.filesusr.com/ugd/e32624_b3934e22fef4445ca2d51c2516dba9fb.pdf)>. Acesso em: 28/10/2021.

PAES, J. M. V.; REZENDE, A. M. **Manejo de plantas daninhas no sistema plantio direto na palha**. Inf. Agropec., v. 22, n. 208, p. 37-42, 2001.

PEREIRA, F. A. R.; VELINI, E. D. **Sistemas de cultivo no cerrado e dinâmica de populações de plantas daninhas**. *Planta Daninha*, v. 21, n. 3, p. 355-363, 2003.

PRIMAVESSI, Ana. **Cartilha do Solo: como reconhecer e sanar seus problemas**. São Paulo. MTS, 2009. Disponível em: <<https://anamariaprimavesi.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Cartilha-do-Solo-Como-reconhecer-e-sanar-seus-problemas.pdf>>. Acesso em: 20 de abril de 2020.

RUEDELL, J., **Plantio Direto na Região de Cruz Alta**, RS: Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa Fecotrigo – FUNDACEP, 1995, 133p.

SANTOS, H. P.; REIS, E. M. **Efeitos de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre a estatura de plantas da soja**. Pesq. Agropec. Bras., v. 26, n. 5, p. 729-735, 1991.

SANTOS, Sheila. **Propriedades Físicas do Solo**. 2016. Disponível em: <<http://site.ufvjm.edu.br/icet/files/2016/08/Propriedades-f%C3%ADsicas-do-solo.pdf>>. Acesso em: 30 de agosto de 2021.

SILVA, A.A. da; SILVA, J.F.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R.; SILVA, r.r., Colaboradores: OLIVEIRA JÚNIOR, R.S. de; VARGAS, L. **Controle de plantas daninhas**. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: Editora UFV, 1999.260 p.

SILVA, R.H. & ROSOLEM, C.A. **Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo**. R. Bras. Ci. Solo, 26:253-260, 2001.

STRECK, Carlos Arnaldo et al. **Relações do parâmetro S para algumas propriedades físicas de solos do sul do Brasil**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, p. 2603-2612, 2008.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. DO; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. 222 p