

---

**AVALIAÇÃO DOS AGREGADOS DE UM LATOSSOLO VERMELHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO APÓS PREPAROS MECÂNICOS DE SUBSOLAGEM E GRADAGEM**

EVALUATION OF THE AGGREGATES OF A RED LATOSOL IN DIRECT PLANTIO SYSTEM AFTER MECHANICAL PREPARATIONS OF SUBSOLENCES AND GRADING

Rafael Soriani<sup>1</sup>  
Elizeu David dos Santos<sup>1</sup>  
Caroline Aparecida Moreira Leite<sup>1</sup>  
Cesar Augusto Carvalho Barbosa<sup>1</sup>  
Thais Lumi Kajihara Chagas<sup>1</sup>  
Higo Forlan Amaral<sup>2</sup>

**RESUMO**

103

O Diagnóstico Visual e Rápido da Estrutura do Solo (DRES) através de atribuições de notas das feições dos agregados avalia a qualidade estrutural do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar os agregados de um Latossolo vermelho após preparos mecânicos e cultivos de forrageiras. As avaliações do DRES foram realizadas na Fazenda Escola do Centro Universitário Filadélfia (UNIFIL) no município de Londrina, no Estado do Paraná em um Latossolo Vermelho distroférrico. A área de estudo possuía histórico de manejo de Sistema Plantio Direto (SPD). O delineamento experimental foi realizado em três faixas de 20 m<sup>2</sup> com preparos mecânicos do solo. Os tratamentos consistem em: T1 Sistema Plantio Direto; T2 Preparo com Subsolagem; T3 Preparo com Gradagem. As análises demonstraram que no Índice de Qualidade Estrutural do Solo (IQEA) o melhor índice foi o T1 (SPD) com 4,6, posteriormente o T3 (Gradagem) com 2,8 e o pior índice foi do T2 (Subsolagem) com 1,88. Concluímos que um solo mal manejado com preparos mecânicos sem diagnóstico adequado de necessidade, deixam o solo vulnerável a degradação. O método DRES é rápido, visual e sem custos, comprovando ser eficiente, simples e essencial para as tomadas de decisões no manejo, pois além de diagnosticar a qualidade estrutural do solo através das feições de conservação e degradação nos agregados, propõe melhorias na fertilidade física do solo.

**Palavras-chave:** Manejo do solo. Estruturação. Qualidade física.

---

<sup>1</sup> Graduandos de Agronomia no Centro Universitário Filadélfia (UNIFIL) – Departamento de Ciências Agrônomicas, Av. Juscelino Kubitschek, 1626, Londrina, PR. CEP: 86.020-000. E-mail: rafaelsoriani@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professor Dr. e orientador no Centro Universitário Filadélfia (UNIFIL) – Departamento de Ciências Agrônomicas, Av. Juscelino Kubitschek, 1626, Londrina, PR. CEP: 86.020-000. E-mail: higo.amaral@unifil.br.

## ABSTRACT

The Visual and Quick Soil Structure Diagnosis (DRES) through the assignment of notes of the features of the aggregates evaluates the structural quality of the soil. The objective of this work was to evaluate the aggregates of a Red Latosol after mechanical preparation and forage crops. The DRES evaluations were carried out at the School Farm of the University Center Philadelphia (UNIFIL) in the city of Londrina, State of Paraná, Brazil, on a dystroferric Red Latosol. The study area had a history of management of Direct Planting System (SPD). The experimental design was performed in three bands of 20 m<sup>2</sup> with mechanical soil preparation. The treatments consist of: T1 Direct Planting System; T2 Preparation with Subsoiling; T3 Preparation with Gradagem. The analyzes showed that in the Soil Structural Quality Index (IQEA) the best index was the T1 (SPD) with 4.6, then the T3 (Gradation) with 2.8 and the worst index was the T2 (Subgrade) with 1, 88. We conclude that a poorly managed soil with mechanical preparation without adequate diagnosis of need leaves the soil vulnerable to degradation. The DRES method is fast, visual and cost-free, proving to be efficient, simple and essential for management decision-making. Besides diagnosing the structural quality of the soil through the conservation and degradation features in the aggregates, it proposes improvements in physical fertility from soil.

**Keywords:** Soil management. Structuring. Physical quality.

104

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura nos dias atuais passa por um aumento da intensidade de uso do solo, o preparo do solo é uma prática que atua diretamente sobre a sua estrutura que, por sua vez, interage ou afeta uma série de características do perfil, modificando as variáveis a ela ligadas. Muitos sistemas de exploração agrícola têm proporcionado ao solo acelerado processo de degradação, com desequilíbrio de suas características físicas, químicas e biológicas, afetando o seu potencial produtivo (VIEIRA, 1985; DURUOHA, 2000; REICHART et al., 2002; MULLER et al., 2009).

O início dos cultivos de soja e outras culturas, principalmente grãos, foram realizadas pelo método convencional de preparo do solo. Através de gradagens realizava-se destorroamento e nivelamento, cuja a grade diminui o tamanho dos torrões na superfície, além de nivelar o terreno. Revolvendo-se o solo, altera-se a agregação, enterra-se a cobertura vegetal e plantas daninhas, auxilia no controle de pragas e patógenos do solo, porém deixa a superfície do solo exposta aos agentes da erosão, e também à maior evaporação da água armazenada no solo (BRAUNAK e DEXTER, 1989; DERPSCH et al., 1991).

O método convencional ao longo de vários anos, poderá proporcionar a desestruturação da superfície dos solos, acarretando sérios problemas, principalmente se não for feita com critério, pois transformam a camada arável em superficial pulverizada e a subsuperficial em compactada, deixando-os mais suscetíveis ao processo de erosão e à formação de impedimentos mecânicos logo abaixo das camadas de solo movimentadas pelos equipamentos, os quais podem interferir no desenvolvimento radicular das culturas, acarretando redução na produtividade (BAUDER et al., 1981; BENATTI JÚNIOR et al., 1983; GADANHA JÚNIOR et al., 1991).

Algumas ações revolucionaram o agronegócio brasileiro, permitindo inúmeros benefícios ao solo, uma dessas ações de grande sucesso e importância foi o desenvolvimento do sistema plantio direto (SPD). Este sistema proporciona como princípios básicos a preservação da estruturação, mantendo no mínimo 30% da superfície do solo coberta com resíduos culturais “palhada”, entre o período compreendido da colheita da cultura anterior e a implantação da cultura seguinte, o preparo do solo ocorre somente na linha de semeadura com mínima mobilização, podem ser enquadrados como preparo conservacionista. Os primeiros registros de ações com plantio direto no Brasil são de 1972, em Rolândia no Paraná, pelo Sr. Herbert Arnold *Bartz* (BUHLER, 1995; HERNANI e SALTON, 1997; FISCHER, 2012).

105

Os diferentes sistemas de manejo de solos têm a finalidade de criar condições ideais ao desenvolvimento das culturas. Mas o desrespeito e à ausência de preceitos básicos do sistema plantio direto, geralmente associado às condições favoráveis para o preparo do solo, e o uso de máquinas cada vez maiores e pesadas para essas operações, podem alterar a estrutura do solo, causando-lhe maior ou menor compactação (GHOHMANN e QUEIROZ NETO, 1966; TAVARES FILHO et al., 2001; TORMENA, 2009; DEBIASI et al., 2010).

Segundo Debiassi et al. (2008) a compactação do solo é uma importante causa de perdas na produtividade das culturas, é consequência de um processo de adensamento do solo gerado por pressão sobre sua superfície. Essa pressão pode ser exercida por rodados de máquinas agrícolas, bem como por ação frequente de implementos como arado e grade que levam a destruição dos agregados, reduzindo a porosidade do solo. Como consequências alteram os agregados (as estruturas), podendo limitar a adsorção, absorção de nutrientes, infiltração e redistribuição de

água, trocas gasosas e o desenvolvimento do sistema radicular (diminuindo a capacidade de penetração) e da parte aérea, e ter impactos significativos na produção.

O método do Diagnóstico Visual e Rápido da Estrutura do Solo (DRES), permite avaliar a qualidade dos agregados do solo, com mínima intervenção do local de estudo, sendo um método de fácil entendimento. O DRES prevê atribuições de notas de qualidade para a amostra de solo identificada, sendo possível concluir sobre a qualidade da estrutura do solo, permite a obtenção de informações relevantes para monitoramento das práticas agrícolas, propõe alterações no manejo com vistas à recuperação, manutenção e/ou melhoria da qualidade estrutural do solo, essenciais para as tomadas de decisões, podendo se evitar o uso de práticas mecânicas do solo que são desnecessárias, que impactam o aumento de custos operacionais, inclusive que podem reduzir a produtividade das culturas que compõe o sistema de produção (RALISCH et al., 2017).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os agregados de um Latossolo vermelho após preparos mecânicos e cultivos de forrageiras.

106

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi instalado na Fazenda Escola do Centro Universitário Filadélfia (UNIFIL), com localização (23° 23' S e 51° 10' O) situada na Gleba Cafezal, na Rua Francisco Assis Silva Rocha Km 5, próximo a Estrada da Cegonha, no município de Londrina, no norte do Estado do Paraná, no Sul do Brasil. O clima, de acordo com a classificação de Koppen é subtropical úmido (cfa), com temperatura média anual de 21°C e precipitação de 1650 mm, altitude aproximada de 549 m. O solo da área de estudo é classificado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013) como Latossolo Vermelho distroférico, com textura muito argilosa (origem basalto).

A área de estudo possuía histórico de manejo de Sistema Plantio Direto (SPD). O delineamento experimental foi realizado em três faixas de 20 m<sup>2</sup> com preparos mecânicos do solo. Os tratamentos consistem em: T1 Sistema Plantio Direto; T2 Preparo com Subsolação (Figura 1 A); T3 Preparo com Gradagem (Figura 1 B). No dia 29 de maio de 2017 na área experimental foi implantado os tratamentos.

**Figura 1** - Implantação dos tratamentos de preparo mecânico no solo na área experimental: A) Subsolação e B) Gradagem.



Fonte: Os autores (2017).

O Diagnóstico Visual e Rápido da Estrutura do Solo (DRES) foi realizado na área experimental (Figura 2). O solo estava com umidade na capacidade de campo (consistência friável), pois foi realizada irrigação dois dias anteriores às avaliações, segundo recomendações do método.

107

Conforme a metodologia de Ralisch et al. (2017), a coleta da amostra do solo foi uma operação crítica, pois os blocos de solos devem ser mantidos os mais inteiros possíveis. Foi iniciado o procedimento de avaliação com a retirada cuidadosa da cobertura vegetal existente do solo, em seguida com o auxílio de enxada e pá de corte reta, foram abertas mini trincheiras nos respectivos tratamentos, com tamanho de 40 cm de comprimento, 30 cm de largura e 30 cm de profundidade, no sentido transversal às operações agrícolas. Os blocos de solos foram extraídos de uma das paredes das minis trincheiras com uma pá de corte reta. Os blocos possuíam a espessura de 10 cm, largura de 20 cm e profundidade de 25 cm. Posteriormente foram cuidadosamente colocados em bandejas plásticas com 25 cm de largura, e pelo menos 50 cm de comprimento e 15 cm de altura para avaliações.

Os procedimentos de manipulação dos blocos, avaliação das estruturas, identificação e separação das camadas ocorreram conforme a metodologia descrita por Ralisch et al. (2017). O método DRES prevê a pontuação para cada camada identificada na amostra, com definição da qualidade estrutural de acordo com critérios: evidências de degradação ou conservação/recuperação do solo; e proporção visual

da ocorrência (em volume) dos diferentes tamanhos de agregados após a manipulação da amostra, conforme a chave de atribuição de notas (Figura 3).

Relataram Ralisch et al. (2017) que após a atribuição de notas para cada camada ( $Q_{ec}$ ) é calculado o Índice de Qualidade Estrutural do Solo da Amostra (IQEA), por meio da equação:

$$IQEA = \frac{(E_{c1} \times Q_{ec1}) + (E_{c2} \times Q_{ec2}) + (E_{c3} \times Q_{ec3})}{E_{total}}$$

Onde:

IQEA= Índice de qualidade estrutural do solo da amostra;

$E_c$ = Espessura de cada camada, em cm (o número de camadas pode variar de 1 a 3);

$Q_{ec}$ = Nota de qualidade estrutural atribuída à cada camada;

$E_{total}$ = Espessura/profundidade total da amostra (25 cm).

De acordo com Ralisch et al. (2017) a partir do IQEA é possível se concluir sobre a qualidade da estrutura do solo, propor alterações no manejo, com vistas à recuperação, manutenção e/ou melhoria da qualidade estrutural do solo, essenciais para as tomadas de decisões.

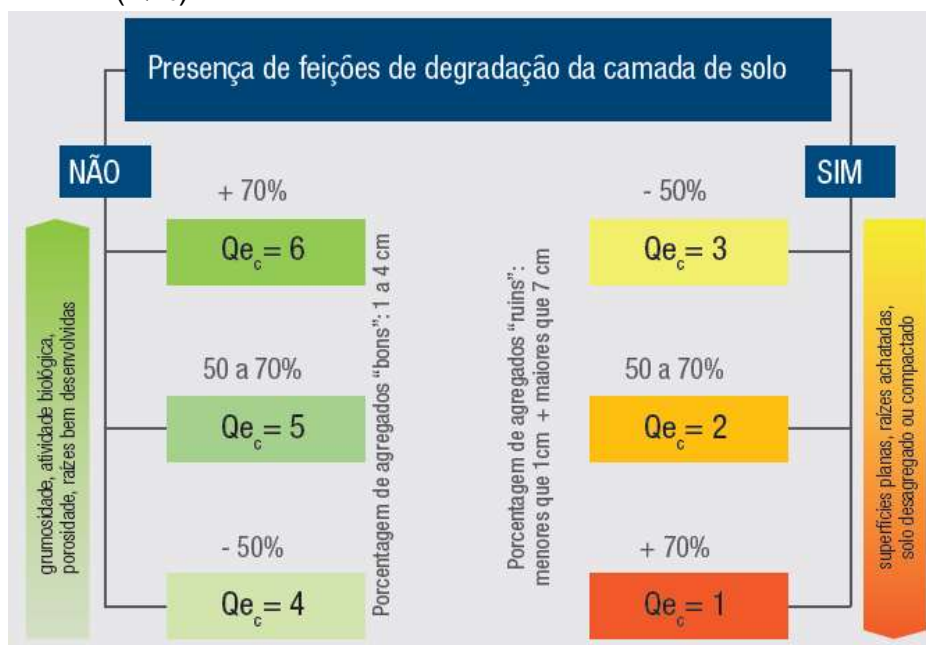
**Figura 2** - Realização do Diagnóstico Visual e Rápido da Estrutura do Solo (DRES) na área experimental: A) Retirada do bloco de solo na mini trincheira; B) Colocando o bloco de solo cuidadosamente da bandeja; C) Acomodando o bloco de solo cuidadosamente da bandeja D) Manipulação do bloco e avaliação das estruturas na bandeja.



Fonte: Os autores (2017).



**Figura 3** - Atribuição das notas de qualidade estrutural de cada camada da amostra de solo ( $Q_{e_c}$ ).



Fonte: Os autores (2017).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação do Diagnóstico Visual e Rápido da Estrutura do Solo (DRES) realizada em um Latossolo Vermelho Distroférico em SPD sob preparos mecânicos: subsolagem e gradagem, houve uma variação significativa entre a qualidade estrutural do solo nos tratamentos (Figura 2 e 4 e Tabela 1).

Em relação aos resultados de qualidade física do solo (Figura 4 e Tabela 1), conforme o DRES (2017) todos tratamentos na camada superficial ou primeira espessura de camada ( $E_c$ ), representadas com variação entre 0 até 14 cm, apresentaram as piores notas de qualidade estrutural, ou seja, nota 1 (mais de 70% dos agregados são menores que 1 cm de espessura), concluindo evidências de degradação. Agregados menores que 1 cm evidenciam sintomas de pulverização e desagregação das estruturas, o que pode acarretar processos erosivos significativos, causando prejuízo na fertilidade física. As espessuras de camadas posteriores (subsuperficiais) nos tratamentos, apresentaram diversas notas na chave de classificação, variando da nota 6 (mais de 70% agregados com 1 a 4 cm), evidenciando conservação, sendo observada grumosidade, atividade biológica,



porosidade, raízes bem desenvolvidas, até nota 1 (mais de 70% dos agregados maiores de 7 cm), evidenciando degradação, sendo observada compactação.

Conforme os resultados dos índices de Qualidade Estrutural do Solo da Amostra (IQEA) no SPD sob preparos mecânicos do solo (Tabela 1), o tratamento T1 (SPD), resultou em IQEA superior a 4, apresentando a melhor nota e indicando boa qualidade estrutural. Esses índices foram obtidos devidos as camadas subsuperficiais, a partir da segunda espessura de camada ( $E_c$ ), as quais apresentaram nota 6, cujas características foram 50 a 70% e acima de 70% dos agregados com tamanho de 1 a 4 cm, evidenciando grumosidade, atividade biológica, porosidade, raízes bem desenvolvidas. O Sistema Plantio Direto (SPD) é o manejo do solo mais importante para a sustentabilidade dos agroecossistemas brasileiros (DEBIASI et al., 2010).

Os tratamentos T2 (Subsolagem) e T3 (Gradagem), resultaram IQEA inferiores a 2,8 apresentando as piores notas e indicando parâmetros ruins e muito ruins na qualidade estrutural (Tabela 1). Esses índices foram obtidos devidos as camadas subsuperficiais, a partir da segunda espessura de camada ( $E_c$ ), as quais apresentaram nota 1 (mais de 70% agregados maiores que 7 cm) para o T3 (Gradagem) com IQEA de 2,8 pois apresentaram qualidade ruim, devido à presença de feições de degradação física, tais como solo compactado com indícios de “pé-de-grade”, agregados com tamanhos “ruins” maiores que 7 cm, concordando com Camargo (1993) que também relatou que os “pés-de-grade” são oriundos do uso excessivo e inadequado do implemento grade. Essas camadas compactadas que geralmente são de 15 a 40 cm, tendem a aumentar a erosão, pois dificultam a infiltração da água da chuva, saturando rapidamente o solo, e com isso aumentando o escoamento superficial da água que arrasta consigo as partículas do solo.

Para o T2 (Subsolagem) apresentou nota 3 (menos de 50% agregados maiores que 7cm), com IQEA de 1,88 pois apresentaram qualidade muito ruim, devido feições de degradação física em superfície (pulverização) e em subsuperfície (compactação). Segundo Tavares Filho et al., (2006) a escarificação mecânica através dos implementos de hastas rompem o solo nos seus pontos de fraqueza (até 30 cm de profundidade), formando fissuras e ocasionando efeitos imediatos na redução da compactação, porém este manejo pode degradar o solo, ocasionando pulverização ou recompactação das estruturas. Este manejo não contribui para a reconstrução e estabilização das estruturas alteradas.

Conforme a qualidade estrutural, o DRES (2017) recomenda medidas de melhorias, segundo Ralisch et al. (2017) para se obter uma qualidade estrutural boa, deve-se intensificar o sistema de rotação e consorciação de culturas em SPD. Para qualidade estrutural regular deve-se aprimorar o sistema de produção ampliando a diversificação de culturas, incluindo espécies de gramíneas para aporte de fitomassa e raízes, com intuito de reestruturar o solo, deve-se também evitar e eliminar operações mecanizadas do preparo do solo e redução do tráfego. Para qualidade estrutural ruim deve-se realizar diagnóstico da área, condições químicas e físicas do perfil, revisando práticas conservacionistas do solo, aprimorar o sistema de produção ampliando a diversificação de culturas, incluindo espécies de gramíneas para aporte de fitomassa e raízes, com intuito de reestruturar o solo, evitar operações mecanizadas do preparo do solo e racionalizar o tráfego de máquinas agrícolas.

**Figura 4** - Resultados do Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES) em um Latossolo Vermelho distroférico em SPD (T1) sob preparos mecânicos: subsolagem (T2) e gradagem (T3) na Fazenda Escola da Unifil.

112



Fonte: Os autores (2017).

**Tabela 1** - Resultados do Índice de Qualidade Estrutural do Solo da Amostra (IQEA) em um Latossolo Vermelho distroférico em SPD (T1) sob preparos mecânicos: subsolagem (T2) e gradagem (T3) na Fazenda Escola da Unifil.

SPD T1	SUBSOLAGEM T2	GRADAGEM T3
<p><math>E_{c1} = 7</math> cm  <math>Q_{ec1} =</math> <b>Nota 1:</b> &gt; 70% agregados menores que 1 cm.</p> <p><math>E_{c2} = 18</math> cm  <math>Q_{ec2} =</math> <b>Nota 6:</b> &gt; 70% de agregados com 1 a 4 cm.</p> <p><math>E_{total} = 25</math> cm</p> <p style="text-align: center;"><b><u>IQEA= 4,6</u></b></p>	<p><math>E_{c1} = 14</math> cm  <math>Q_{ec1} =</math> <b>Nota 1:</b> &gt; 70% agregados menores que 1 cm.</p> <p><math>E_{c2} = 11</math> cm  <math>Q_{ec2} =</math> <b>Nota 3:</b> Menos de 50% de agregados maiores que 7cm.</p> <p><math>E_{total} = 25</math> cm</p> <p style="text-align: center;"><b><u>IQEA= 1,88</u></b></p>	<p><math>E_{c1} = 7</math> cm  <math>Q_{ec1} =</math> <b>Nota 1:</b> &gt; 70% agregados menores que 1 cm.</p> <p><math>E_{c2} = 9</math> cm  <math>Q_{ec2} =</math> <b>Nota 6:</b> &gt; 70% de agregados com 1 a 4 cm.</p> <p><math>E_{c3} = 9</math> cm  <math>Q_{ec3} =</math> <b>Nota 1:</b> &gt; 70% agregados maiores que 7 cm.</p> <p><math>E_{total} = 25</math> cm</p> <p style="text-align: center;"><b><u>IQEA= 2,8</u></b></p>

Fonte: Os autores (2017).

113

#### 4 CONCLUSÃO

Um solo mal manejado com preparos mecânicos sem diagnóstico adequado de necessidade, deixam o solo vulnerável a degradação, podendo acarretar sérios problemas, pois promovem alterações nos agregados, causando compactação, que é o aumento da densidade e a redução da porosidade, diminuição da eficiência da infiltração de água e capacidade de aeração, principalmente aumentando a resistência à penetração das raízes, entre outros fatores prejudiciais ao solo e a cultura de interesse, principalmente queda na produtividade.

O método DRES é rápido, visual e sem custos, comprovando ser eficiente, simples e essencial para as tomadas de decisões no manejo, pois além de diagnosticar a qualidade estrutural do solo através das feições de conservação e degradação nos agregados, propõe melhorias na fertilidade física do solo.

## REFERÊNCIAS

ASAE. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Terminology and definitions for soil tillage and soil tool relationships. In: **ASAE Standards**, St. Joseph, 1982. p.229-41. (ASAE EP291.1)

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.

BENATTI JÚNIOR, R., FRANÇA, G.V., MOREIRA, C.A. **Manejo convencional e reduzido em quatro tipos de solos na cultura do milho em São Paulo**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 68p.

BRAUNACK, M.V., DEXTER, A.R. Soil aggregation in the seedbed: a review. I . Properties of aggregates and beds of aggregates. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.14, p.259-279, 1989.

BUHLER, D.D. Influence of tillage systems on weed population dynamics and management in corn and soybean in the central USA. **Crop Science**, Madison, v.35, n.5, p.1247-58, 1995.

CALEGARI, A. Manejo de adubação verde. In: ENCONTRO NACIONAL DE OTAÇÃO DE CULTURAS, 2., 1992, Campo Mourão. **Anais...** Campo Mourão, 1993. p.104-116.

CAMARGO, O.A. **Compactação do solo e desenvolvimento de plantas**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 44p.

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 Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.

DEBIASI, H. **Recuperação física de um argissolo compactado e suas implicações sobre o sistema solo-máquina-planta**. 2008. 263 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

DEBIASI, H. et al. Produtividade de soja e milho após coberturas de inverno e descompactação mecânica do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.6, p. 603-612, 2010.

DERPSCH, R. Adubação verde e rotação de culturas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO, 3., 1985, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: Fundação ABC, 1985. p.85-104.

DURUOHA, C. **Desenvolvimento do sistema radicular da cana-de-açúcar**

**(Saccharum spp.) em função da compactação, do teor de água e do tipo de solo.** 2000. 109 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)– Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

FISCHER, R. Herbert Bartz: Um louco pela agricultura e pela sustentabilidade. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 21, n. 132, p 2-7, nov./dez. 2012.

GADANHA JUNIOR, C.D. et al. **Máquinas e implementos agrícolas do Brasil.** São Paulo : Núcleo Setorial de Informações em Máquinas Agrícola, 1991. 449p.

GHOHMANN, F.; QUEIROZ NETO, J. P. Efeito da compactação artificial de dois solos limo-argilosos sobre a penetração de raízes de arroz. **Bragantia**, Campinas, v.25, n. 39, p. 421-31, 1966.

HERNANI, L.C.; SALTON, J.C. Manejo e conservação de solos. In: Embrapa/Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. **Milho**: informações técnicas. Dourados, 1997. (Circular técnica, 5).

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo**: características e manejo em pequenas propriedades. Chapecó: Ed. do Autor, 1991. 337p.

MUELLER, L. et al. Visual assessment of soil structure: Evaluation of methodologies on sites in Canada, China and Germany: Part I: Comparing visual methods and linking them with soil physical data and grain yield of cereals. **Soil & Tillage Research**, v. 103, p.178-187, 2009.

RALISCH, R. et al. **Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES)** .Londrina: Embrapa Soja, 2017. 64 p. (Documentos/Embrapa Soja)

REICHART, J. M; REINER, J. D; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Revista Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v.27, p.29-48, 2003.

REICHARDT, R.; TIMM, L. C. **Solo, Planta Atmosfera**: conceitos, processos e aplicações. Barueri: Manole, 2004. 478 p.

STONE, L.F. GUIMARÃES, C.M. **Influência de sistemas de rotação de culturas nos atributos físicos do solo.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 15p.

TAVARES FILHO, J. et al. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*Zea mays*, L.) sob diferentes sistemas de manejo em um latossolo roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p.275-30, 2001.

TAVARES-FILHO, J. et al. Efeito da escarificação na condutividade hidráulica saturada de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.3, p.996-999, 2006.

TORMENA, A.C. Compactação dos solos em SPD precisa ser atenuada. In: CARDOSO, F.P. **Revista visão agrícola**, n.9, p. 8-28, jul./dez. 2009.

VIEIRA, L.B.; SIERRA, J.G. Uso do penetrômetro e programa de computador para traçado de perfil penetrométrico do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22., 1993, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: SBEA, 1993. p.1825-1837.