

**ESALQ**Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz  
Universidade de São Paulo

## Manejo de solos com restrições ao crescimento radicular

**Prof. Dr. Maurício Roberto Cherubin**



### Tópicos da aula

Manejo do solo & crescimento radicular  
Prof. Dr. Maurício R. Cherubin



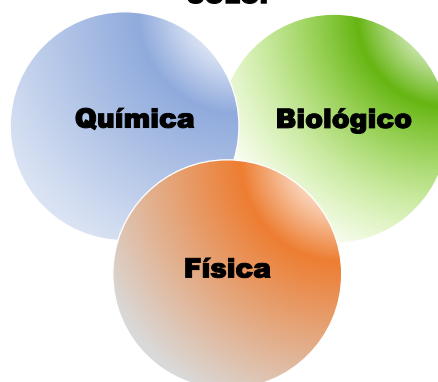
1. Funções do solo (física, química e biológica) e suas relações com o crescimento das plantas
2. Fatores que restringem o crescimento radicular das plantas
3. Práticas de manejo visando atenuar restrições ao crescimento das plantas

## Restrições do solo ao desenvolvimento do sistema radicular

Manejo do solo & crescimento radicular  
Prof. Dr. Maurício R. Cherubin



### Causas relacionadas ao SOLO:



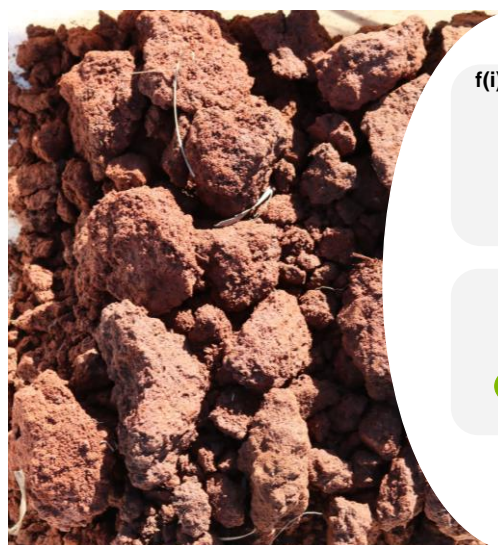
3

## Qualidade física do solo

Manejo do solo & crescimento radicular  
Prof. Dr. Maurício R. Cherubin



Capacidade do solo exercer as seguintes funções físicas:



f(i): Prover a infiltração de água da chuva, retenção e adequada fornecimento de água aos processos biológicos  
**(Armazenamento, fluxos e disponibilidade de água)**

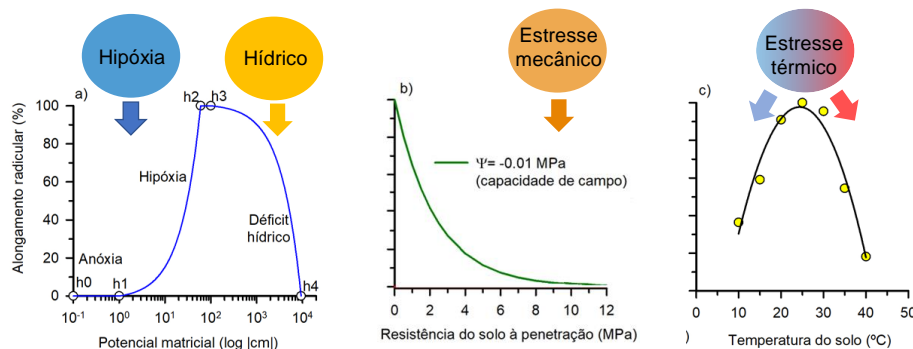
f(ii): Permitir adequada trocas de gases entre solo e atmosfera, garantindo adequada difusão e suprimento de oxigênio aos processos biológicos  
**(Fluxo de gases – aeração)**

f(iii): Proporcionar condições físicas adequadas para o crescimento de raízes  
**(Resistência mecânica não impeditiva)**

f(iv): Resistir a, e recuperar-se de, forças ou agentes internos ou externos que induzam degradação  
**(Resistência e resiliência à degradação)**

## Qualidade física do solo e o crescimento das plantas

Quais são os estresses físicos imposto pelo solo ao crescimento de plantas?



Moraes & Cherubin (2020)

## Qualidade química do solo

Capacidade do solo em exercer as seguintes funções:

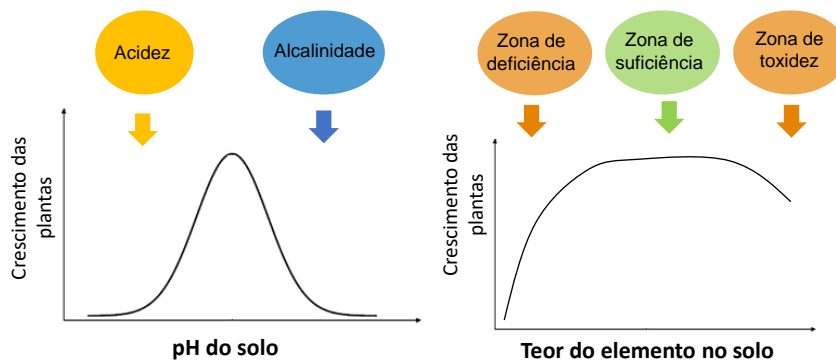


f(i): Fornecer nutrientes essenciais à planta em quantidades e proporções adequadas para o crescimento das plantas  
"Disponibilidade de nutrientes"

f(ii): Manter condições de ausência de substâncias tóxicas que podem inibir/retardar o crescimento das plantas  
"Ausência de toxidez"

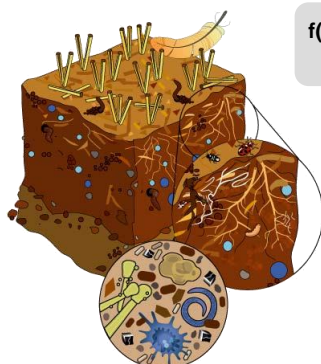
## Qualidade química do solo e o crescimento das plantas

Quais são os estresses químicos imposto pelo solo ao crescimento de plantas?



## Qualidade biológica do solo

Capacidade do solo em exercer as seguintes funções:



### Organismos do solo:

- Engenheiros químicos
- Reguladores biológicos
- Engenheiros do ecossistema

f(i): Degradação do material orgânico/ciclagem de nutrientes  
"Decomposição"

f(ii): Transformação/inativação de xenobióticos  
"Degradação química de poluentes"

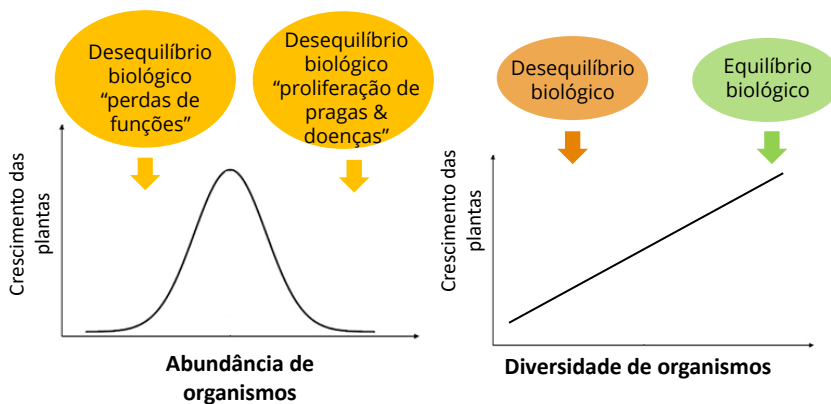
f(iii): Formação e estruturação do solo  
"bioturbação e agregação do solo"

f(iv): Regulação biológica (equilíbrio trófico)  
"Controle biológico"

f(v): Promover o crescimento das plantas  
"hormônios de crescimento"

## Qualidade biológica do solo e o crescimento das plantas

Quais são os estresses biológicos imposto pelo solo ao crescimento de plantas?



### Da teoria para a prática -

Consumo de água: **5 mm dia<sup>-1</sup>**



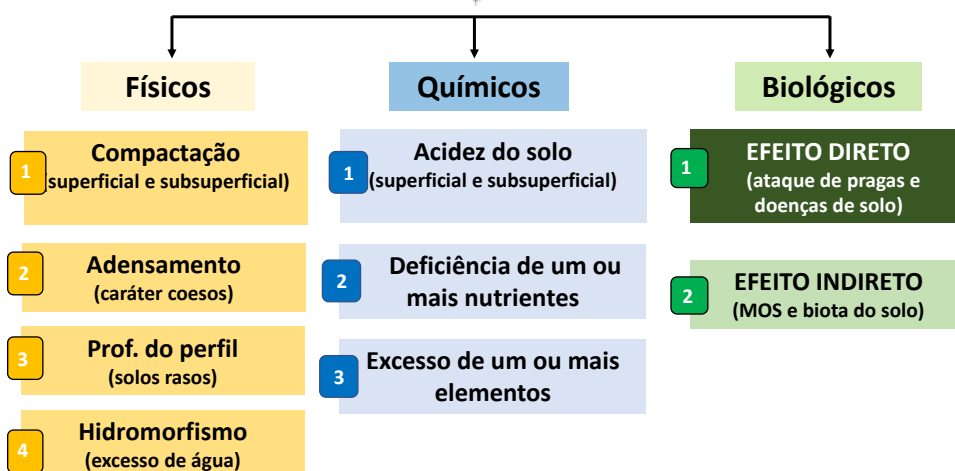
## Tópicos da aula

1. Funções do solo (física, química e biológica) e suas relações com o crescimento das plantas

2. Fatores que restringem o crescimento radicular das plantas

3. Práticas de manejo visando atenuar restrições ao crescimento das plantas

## Fatores de solo que afetam o crescimento radicular





## Tópicos da aula

Manejo do solo & crescimento radicular  
Prof. Dr. Maurício R. Cherubin

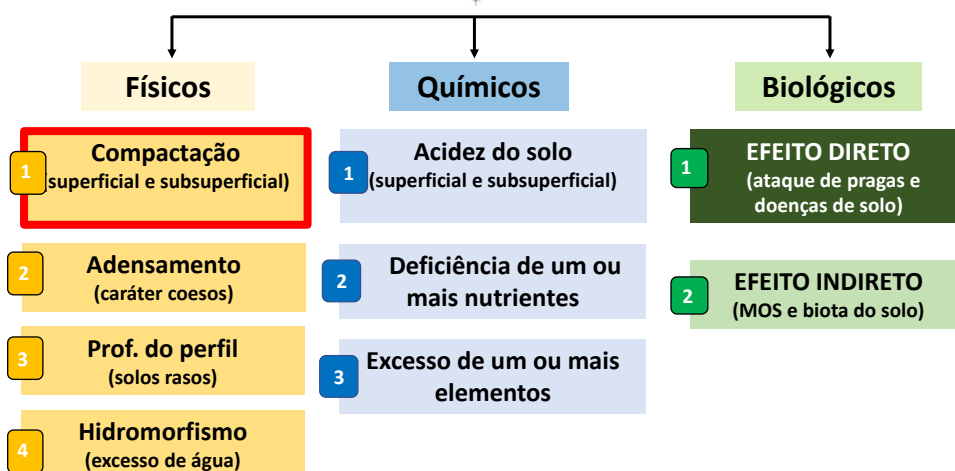


1. Funções do solo (física, química e biológica) e suas relações com o crescimento das plantas
2. Fatores que restringem o crescimento radicular das plantas
3. Práticas de manejo visando atenuar restrições ao crescimento das plantas

## Fatores de solo que afetam o crescimento radicular



Manejo do solo & crescimento radicular  
Prof. Dr. Maurício R. Cherubin





## Desafios de avaliar a compactação no campo e recomendar a descompactação do solo

- Como fazer o diagnóstico da compactação do solo?
- Quais os limites críticos para recomendar a descompactação do solo?

**Pergunta:** Como você tem diagnosticado a compactação e qual os critérios para indicar a descompactação do solo?



## Como diagnosticar e/ou monitorar a compactação do solo?

### 1º

### Avaliação da planta

- A planta é o principal sensor de compactação do solo

#### Parte aérea

- Crescimento vegetativo
- Tolerância a estiagem
- Produtividade

#### Sistema radicular

- Massa e volume
- Arquitetura
- Profundidade
- Alterações anatômicas

**Redução do volume explorado pela raiz da soja**



Foto: Enoir C. Pellizzaro





**Luis Eduardo Magalhães – BA  
Junho 2023**

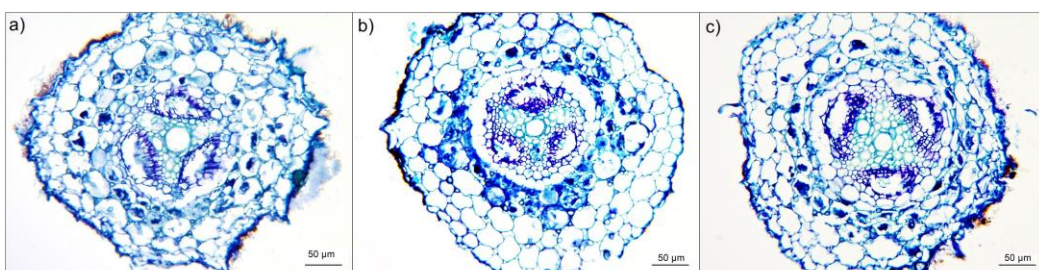


**Campo Novo do Parecis – MT  
Junho 2023**

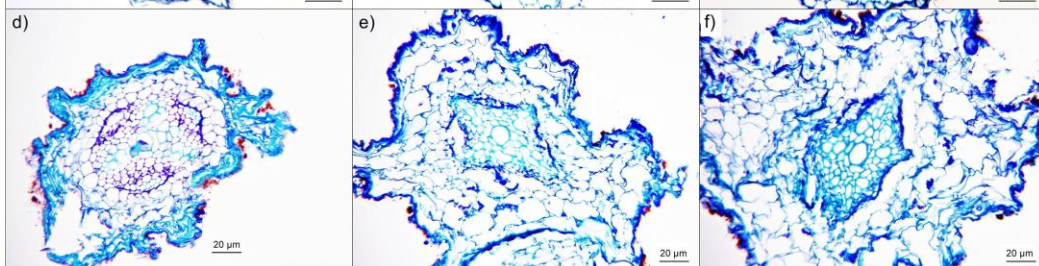
**Alterações na anatomia radicular de soja cultivado em sistema plantio direto**

Manejo do solo & crescimento radicular  
Prof. Dr. Maurício R. Cherubin  
ESALQ

**Sistema plantio direto**



**Sistema plantio direto com 8 passadas de colhedora**



## Como diagnosticar e/ou monitorar a compactação do solo?

### 2º Avaliação do solo

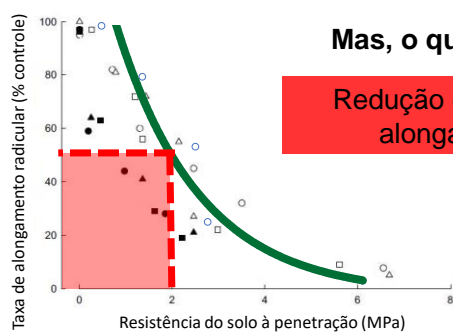
#### a) métodos indiretos / quantitativos

- Densidade do solo
- Resistência do solo à penetração
- Porosidade do solo
- Parâmetro hídricos (infiltração, condutividade hidráulica...)



## Resistência a penetração no monitoramento da compactação do solo

Valor "ideal" < 2 MPa  
(umidade de capacidade de campo)



Gregory (2006)

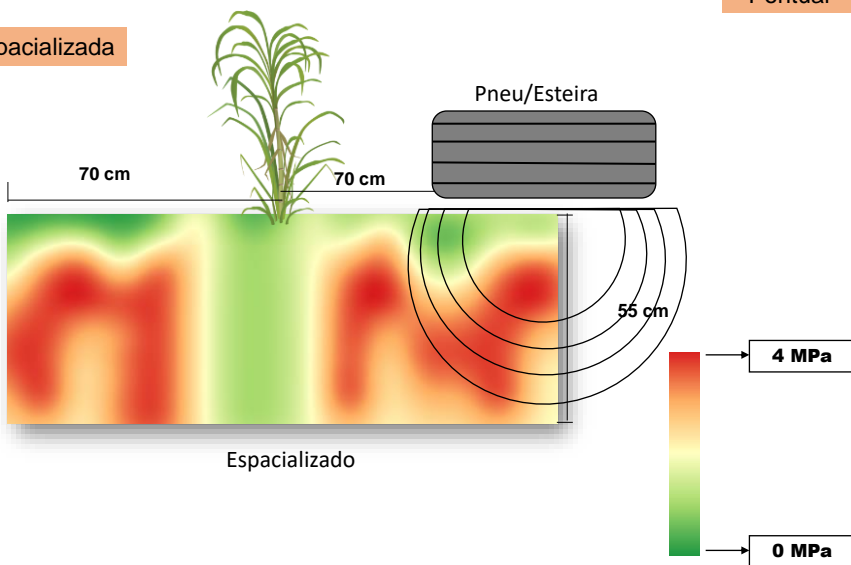
Mas, o que significa 2 MPa?

Redução de ~50% na taxa de alongamento radicular

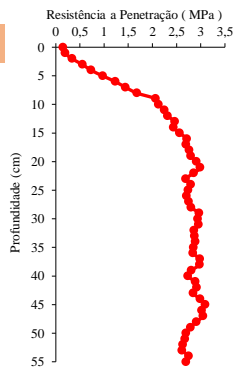


# Resistência a penetração do solo

Espacializada

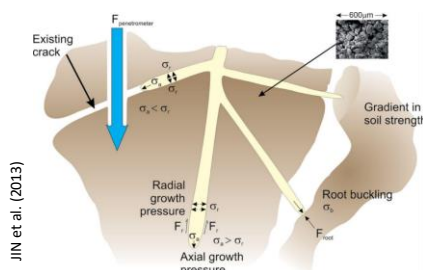


Pontual



## Cuidado com o uso da **resistência a penetração** no monitoramento da compactação do solo

- i) Cuidado com a umidade do solo (2 dias após a chuva)
- ii) No mínimo 3 medições por ponto (alta variação dos dados)
- iii) Cuidado com limites críticos (**solo tem estrutura - bioporos**)



## Como diagnosticar e/ou monitorar a compactação do solo?

### 2º Avaliação do solo

#### a) métodos indiretos / quantitativos

- densidade do solo
- resistência do solo à penetração
- porosidade do solo
- parâmetros hídricos (infiltração, condutividade hidráulica...)

#### b) métodos diretos / visuais / qualitativos ou semiquantitativos

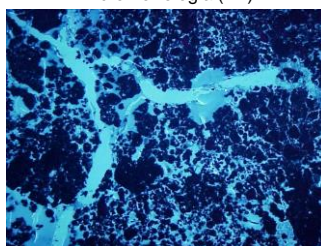
avaliação visual da estrutura do solo

análise por imagens/scanners (micromorfologia, microtomografia...)

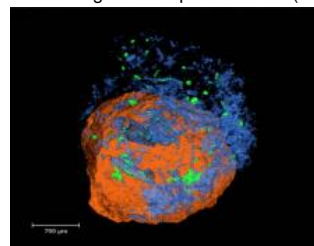
Avaliações visuais de campo



Micromorfologia (2D)



Microtomografia computadorizada (3D)



## Como diagnosticar e/ou monitorar a compactação do solo?

### • Avaliações visuais da estrutura do solo



**Perfil cultural** (Hénin et al., 1960; Tavares Filho et al., 1999).



**Visual Soil Assessment – VSA** (Sheperd, 2000; FAO, 2017)

**Visual Evaluation of Soil Structure – VESS** (Ball et al., 2007; Guimarães et al., 2011)

**Diagnóstico rápido da estrutura do solo – DRES** (Ralisch et al., 2017)

## Avaliação Visual da Estrutura do Solo

A estrutura do solo afeta a penetração das raízes, água disponível às plantas e aeração do solo. Este teste simples e rápido de avaliar a estrutura do solo baseia-se na aparência e tato de um bloco de solo retirado com uma pá. A escala do teste varia de Qe1, estrutura boa, a Qe5, estrutura pobre.



**Equipamentos:**  
Pá reta de aprox. 20 cm de larg., 22-25 cm de comp.  
Opcional: folha plástica de cor clara, saco ou bandeja 50 x 80 cm, faca pequena, câmera digital.

**Quando amostrar:**  
Qualquer época do ano, mas preferencialmente quando o solo estiver úmido. Se o solo estiver muito seco ou muito úmido será difícil de ser obtida uma amostra representativa. Raízes são melhores vistas em uma área com cultura estabelecida ou logo após a colheita.

**Onde amostrar:**  
Selecione uma área de cultura ou padrão de solo uniforme ou uma área onde há suspeita de restrições físicas. Dentro desta área, planeje uma malha de amostragem para avaliar o solo em 10 pontos, no mínimo. Em áreas experimentais pequenas pode ser necessário a redução deste número para 3 a 5.

Success through Knowledge



Método de avaliação:		
Fasso	Opção	Procedimento
<b>Extração da fatia de solo</b>		
1. Extraia uma fatia de solo	Solo solto	Remova a fatia de solo de ~15 cm de espessura diretamente da profundidade total da pá e coloque a pá com o solo em uma folha, bandeja ou no chão.
	Solo firme	Cave um buraco de acesso um pouco mais largo e profundo que a pá deixando um lado do buraco intacto. No lado intacto, corte cada lado do bloco com a pá e remova o bloco como mostrado abaixo.
2. Examine a fatia de solo amostrado	Estrutura uniforme	Remova qualquer solo compactado ou resíduo ao redor do bloco.
	Duas ou mais camadas com estrutura diferente	Estime a profundidade de cada camada e prepare para atribuir uma nota de qualidade estrutural (Qe) para cada uma separadamente.
<b>Fragmentação da fatia de solo</b>		
3. Fragmenta a fatia (tire uma foto – opcional)		Meça o comprimento da fatia e procure camadas. Delicadamente manipule a fatia utilizando as duas mãos para revelar qualquer camada coesiva ou torrões de agregados. Se possível separe o solo em seus agregados naturais e torrões manipulados. Torrões são agregados grandes, duros, coesos e arredondados.
4. Reduza agregados maiores para confirmar a nota		Quebre os agregados e fragmentos até obter um agregado de 1,5–2,0 cm. Olhe sua forma, porosidade, raízes e facilidade de quebra. Torrões podem ser quebrados em agregados não porosos, angulosos e são indicativos de estrutura pobre e nota alta.
<b>Atribuição da nota</b>		
5. Atribua a nota		Compare o solo com as fotos, categoria por categoria, e determine o que mais se assemelha.
6. Confirme a nota com:	Extração da fatia	Fatores que aumentam a nota: Dificuldade em extrair a fatia de solo.
	Forma e tamanho dos agregados	Maiores, mais angulosos, menos poros, presença de orifícios (buracos) devido a presença de raízes ou minhocas.
	Raízes	Agrupamento, engrossamento e achatamento.
	Anaerobismo	Regiões ou camadas de solo cinza, que cheira enxofre e apresentam íons de ferro.
	Fragmentação de agregados	Reduza agregados para ~ 1,5–2,0 cm de diâmetro para revelar seu tipo.
7. Calcule a nota da fatia com duas ou mais camadas de estrutura diferente		Multiplique a nota de cada camada pela sua espessura e divida o produto pela profundidade total, e.g. para uma fatia de 25 cm com 10 cm de profundidade de solo solto (Qe1) sobre uma camada mais compacta (Qe3) de 10-25 cm de profundidade, a nota será $[(1 \times 10)/25] + [(3 \times 15)/25] = Qe\ 2.2$ .
<b>Notas:</b> A nota pode ser atribuída entre categorias se a camada apresentar características das duas. Notas entre 1-3 são geralmente aceitáveis enquanto notas de 4 a 5 requerem mudanças no manejo do solo.		

Bruce Ball, SAC (bruce.ball@sus.ac.uk), Rachel M. L. Guimarães, University of Maringá, Brazil (rachellooks@gmail.com), Tom Batey, Independent Consultant (2033@tombatey.co.uk) and Lars Munkholm, University of Aarhus, Denmark (Lars.Munkholm@agro.au.dk) – Tradução: Rachel M. L. Guimarães e Cassio A. Tomena, Universidade Estadual de Maringá, Brasil

VESS

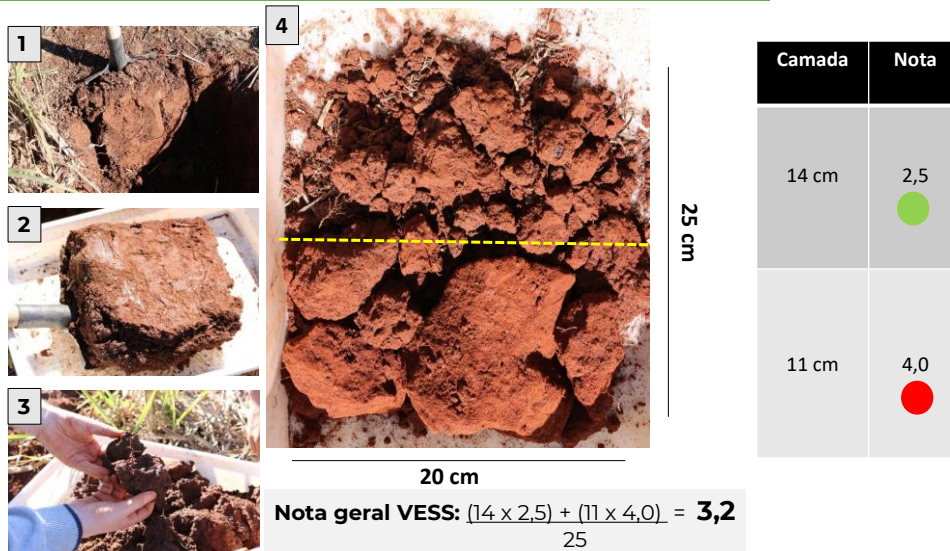
## Avaliação Visual da Estrutura do Solo

Qualidade Estrutural	Tamanho e aparência dos agregados	Porosidade visível e raízes	Aparência depois do manuseio: vários solos	Aparência depois do manuseio: mesmo solo diferentes manejos	Característica distintiva	Aparência e descrição de agregados naturais ou fragmento reduzido de ~ 1,5 cm de diâmetro
Qe1 Friável Agregados quebram facilmente com os dedos	Maioria < 6 mm após a quebra	Alta porosidade Raízes por todo solo			 Agregados pequenos	 A ação de quebrar o bloco é suficiente para revelá-los. Agregados grandes são compostos por agregados menores, presos pelas raízes.
Qe2 Intacto Agregados quebram facilmente com uma mão	Uma mistura de agregados porosos e redondos entre 2 mm – 7 cm Sem presença de torrões	Maioria dos agregados são porosos Raízes por todo solo			 Agregados altamente porosos	 Agregados quando obtidos são redondos, muito frágeis, despedaçam muito facilmente e são altamente porosos.
Qe3 Firme Maioria dos agregados quebram com uma mão	Uma mistura de agregados porosos entre 2mm -10 cm; menos de 30% são <1 cm. Alguns torrões angulares não porosos podem estar presentes	Macroporos e fissuras presentes Porosidade e raízes: ambas dentro dos agregados			 Agregados com baixa porosidade	 Fragmentos de agregados são razoavelmente fáceis de serem obtidos. Apresentam poucos poros e são arredondados. Raízes geralmente crescem através dos agregados.
Qe4 Compacto Quebrar agregados com uma mão requer esforço considerável	Maioria > 10 cm e são sub-angulares não porosos; possibilidade de horizontalização; menos que 30% são <7 cm	Poucos macroporos e fissuras Raízes agrupadas em macroporos e ao redor dos agregados			 Macroporos bem distintos	 Fragmentos de agregados são fáceis de serem obtidos quando o solo está úmido, em forma de cubo muito angulosos e pontudos e apresentam fissuras internamente.
Qe5 Muito compacto Difícil quebra	Maioria são maiores que > 10 cm, muito poucos < 7 cm, angular e não poroso	Porosidade muito baixa. Macroporos podem estar presentes. Pode conter zonas anaeróbicas. Poucas raízes e restritas a fissuras			 Cor azul-aczentada	 Fragmentos de agregados são fáceis de serem obtidos quando o solo está úmido, no entanto, considerável força é necessária. Geralmente não apresentam poros ou fissuras.

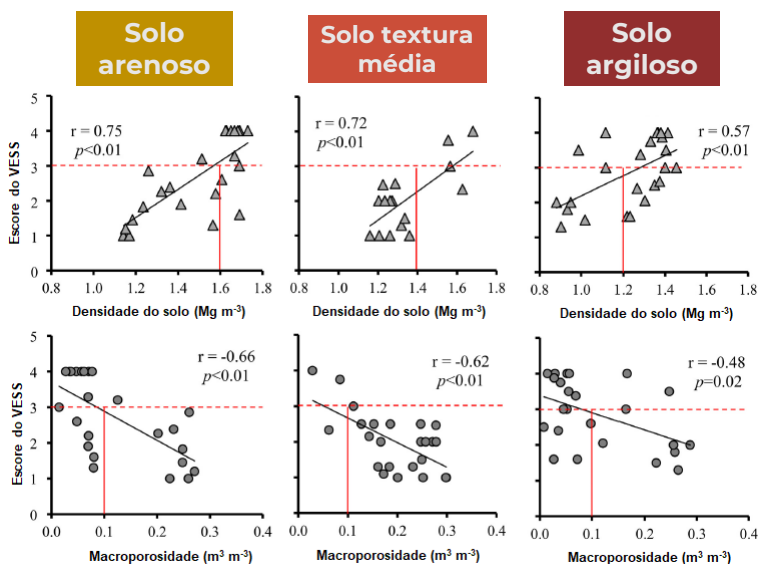
VESS

## Avaliação Visual da Estrutura do Solo

## Avaliação Visual da Estrutura do Solo - VESS



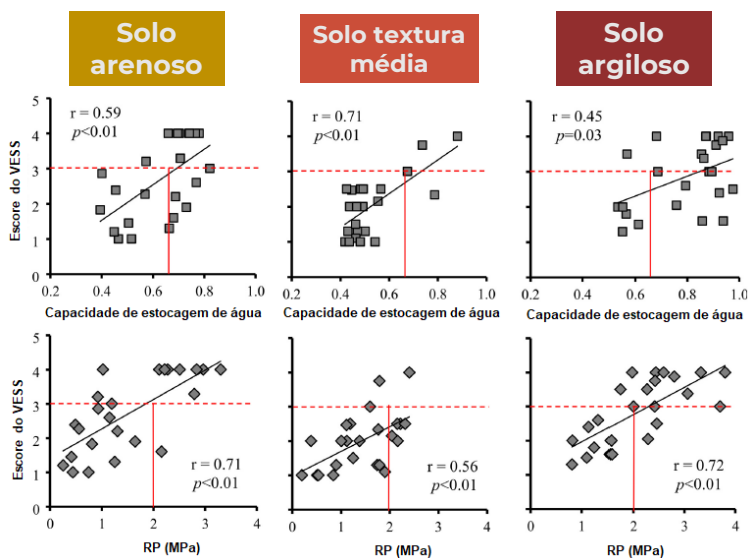
## Avaliação Visual da Estrutura do Solo - VESS



Cherubin et al. (2017)

Notas do **VESS** se correlacionam bem com indicadores tradicionais de compactação e aeração do solo

## Avaliação Visual da Estrutura do Solo - VESS



Notas do VESS se correlacionam bem com indicadores tradicionais de armazenamento de água no solo e crescimento radicular

Cherubin et al. (2017)

## Avaliação Visual da Estrutura do Solo - VESS

Aplicação do VESS para avaliar os impactos da remoção da cana-de-açúcar

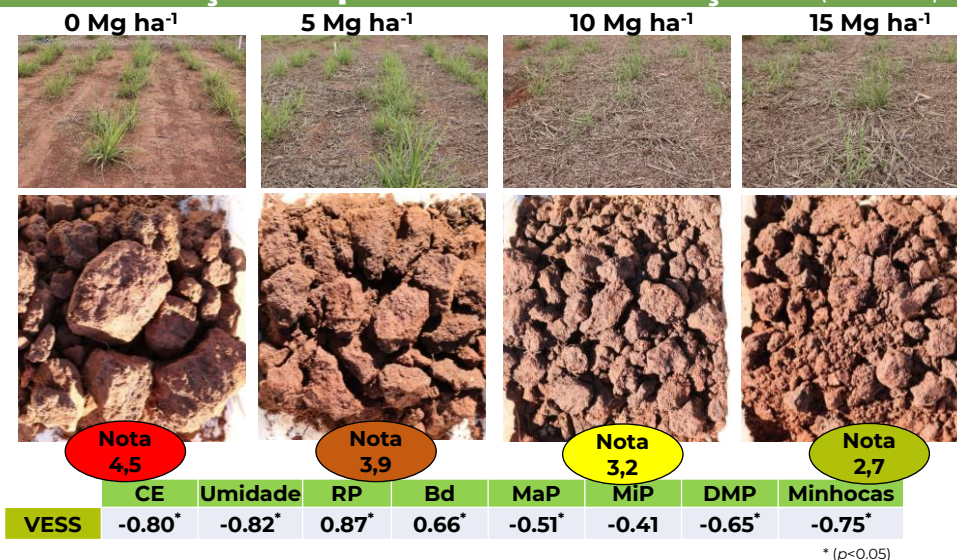


Soil physical quality response to sugarcane straw removal in Brazil: A multi-approach assessment

Guilherme Adalberto Castioni<sup>a</sup>, Maurício Roberto Cherubin<sup>b</sup>, Lauren Maine Santos Menandro<sup>a,c</sup>, Guilherme Martinelli Sanches<sup>a,c,e</sup>, Ricardo de Oliveira Bordonal<sup>a</sup>, Leandro Carneiro Barbosa<sup>a,d</sup>, Henrique Coutinho Junqueira Franco<sup>a</sup>, João Luís Nunes Carvalho<sup>b,e</sup>



## Efeito da remoção da palha de cana-de-açúcar (Itacemápolis, SP)



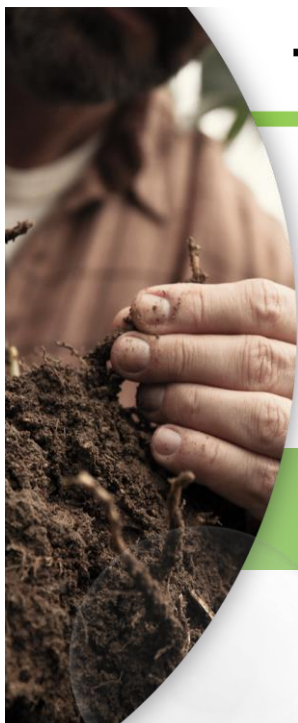
Castioni et al. (2018)

## Tópicos da aula

Manejo do solo & crescimento radicular  
Prof. Dr. Maurício R. Cherubin



1. Qualidade física do solo e sua relação com o crescimento das plantas?
2. Monitoramento da qualidade física do solo
3. Práticas de manejo visando atenuar restrições físicas ao crescimento das plantas





## Práticas de manejo para atenuar o processo de compactação do solo

### Preventivas

Sistemas diversificados + Uso de plantas de cobertura (diferentes sistemas radiculares)

Manutenção da palhada na superfície do solo

Controle de tráfego de máquinas

Evitar tráfego de máquinas/pisoteio animal no solo com alto teor de água

Adequação da lotação animal em ILP

### Corretivas

Uso de sulcadores na semeadura de culturas anuais

Escarificação periódica

Preparo convencional do solo

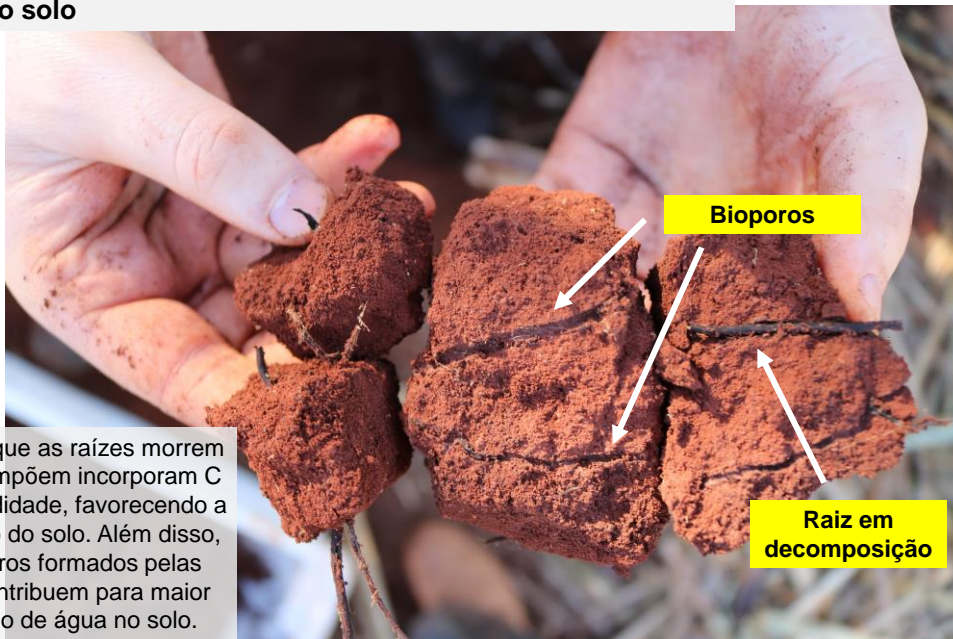
Práticas corretivas sempre devem estar associadas com as práticas preventivas

34

## Recuperação biológica da estrutura do solo “Escarificação” biológica



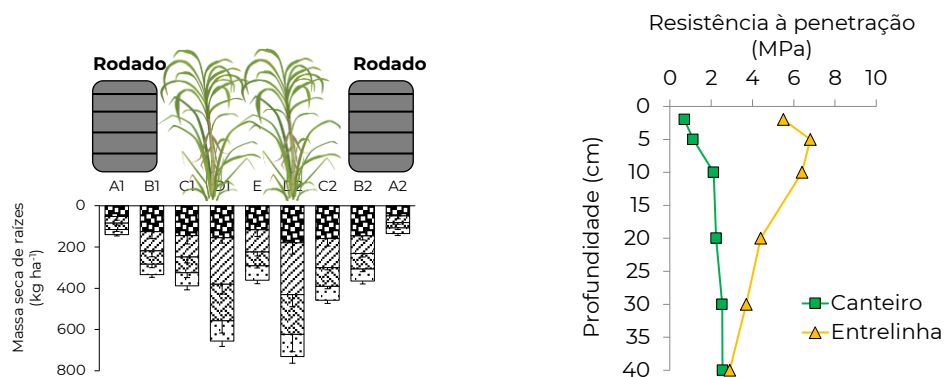
## Sistema radicular das plantas incorpora C e favorece a infiltração de água do solo



A medida que as raízes morrem e se decompõem incorporam C em profundidade, favorecendo a agregação do solo. Além disso, os bioporos formados pelas raízes contribuem para maior infiltração de água no solo.

## Importância de evitar o tráfego na linha da cana-de-açúcar

Capivari/SP



**Menor compactação no canteiro e consequente, maior crescimento radicular**

## Importância de evitar o tráfego na linha da cana-de-açúcar

Lençóis Paulista/ SP

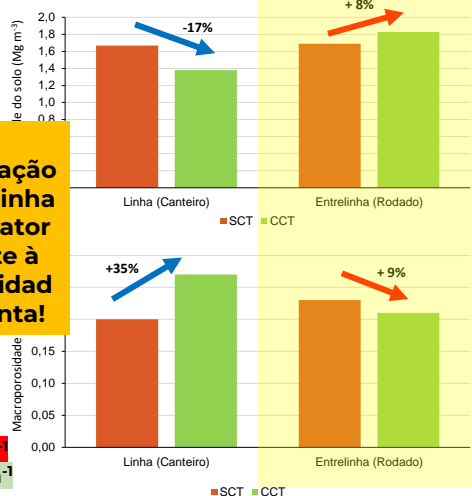


**Produtividade média:**

**SEM controle de tráfego (SCT) = 109 t ha<sup>-1</sup>**  
**COM controle de tráfego (CCT) = 122 t ha<sup>-1</sup>**

Luz et al (2022) em revisão

**A compactação da entrelinha não é o fator limitante à produtividade e da planta!**



Manejo do solo & crescimento radicular  
 Prof. Dr. Maurício R. Cherubin



## Práticas de manejo para atenuar o processo de compactação do solo

### Preventivas

Sistemas diversificados + Uso de plantas de cobertura (diferentes sistemas radiculares)

Manutenção da palhada na superfície do solo

Controle de tráfego de máquinas

Evitar tráfego de máquinas/pisoteio animal no solo com alto teor de água

Adequação da lotação animal em ILP

### Corretivas

Uso de sulcadores na semeadura de culturas anuais

Escarificação periódica

Preparo convencional do solo

Práticas corretivas sempre devem estar associadas com as práticas preventivas

45

## Manejo Mecânico - Corretivo

### 1) Sulcadores tipo sulcado na semeadura

- Rompe a camada compactada no sulco de semeadura
- Revolvimento mínimo do solo



Nunes et al. (2015)



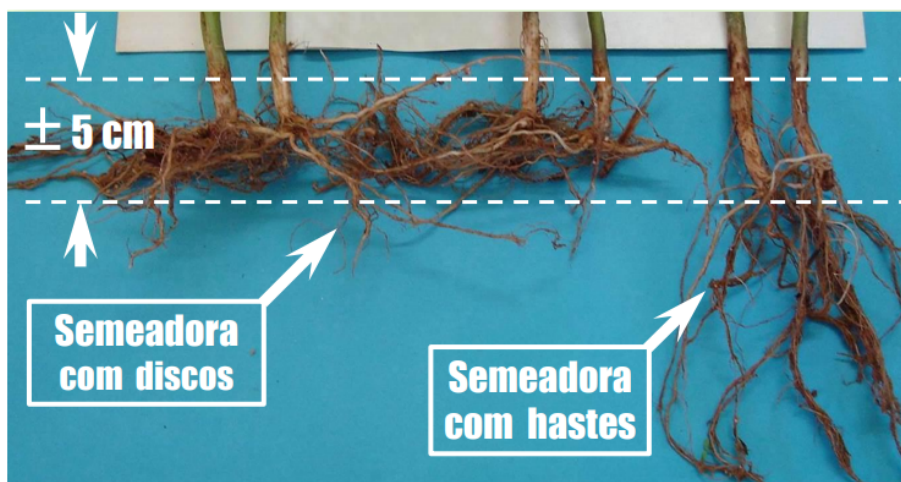
Disco Duplo e Haste Sulcadora - (Julio Pereira, UNESP)

46

## Manejo Mecânico - Corretivo

### 1) Sulcadores tipo sulcado na semeadura

Rompe a camada compactada e permite maior crescimento radicular



Denardin (2016)

47

## Manejo Mecânico - Corretivo

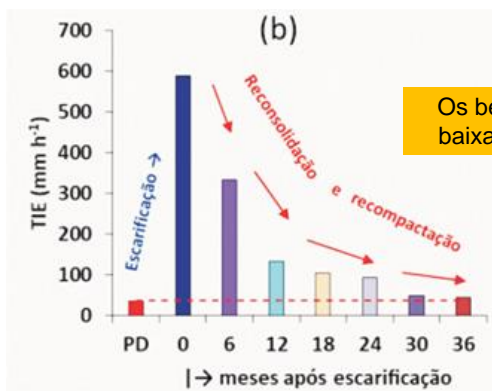
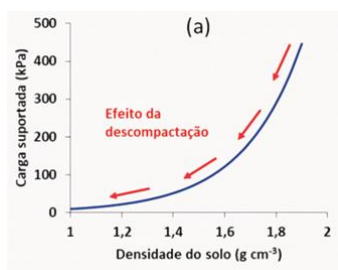
### 2) Escarificação do solo

Rompimento da camada compactada do solo, sem inversão de camadas do solo



## Manejo Mecânico - Corretivo

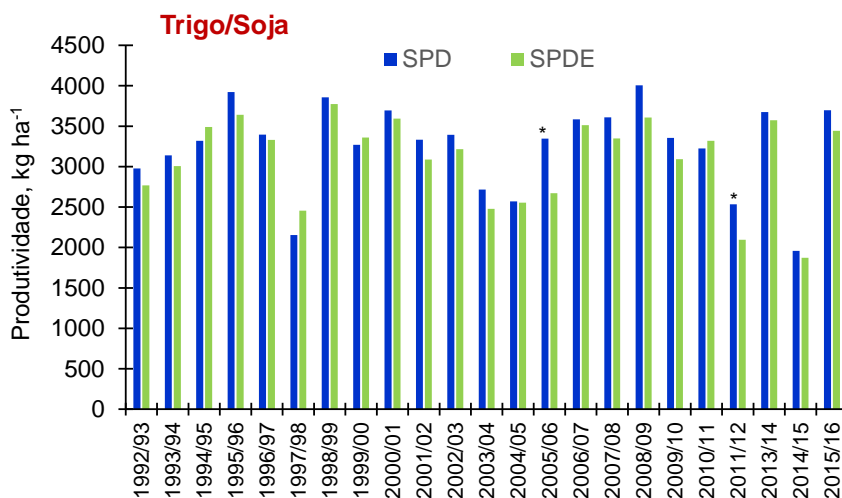
### Escarificação



Carga suportada por um Argissolo com grau de saturação por água entre 31 a 45%, em diferentes densidades (a), e taxa de infiltração estável de água (TIE) em Latossolo medida em diferentes momentos após a escarificação (b)

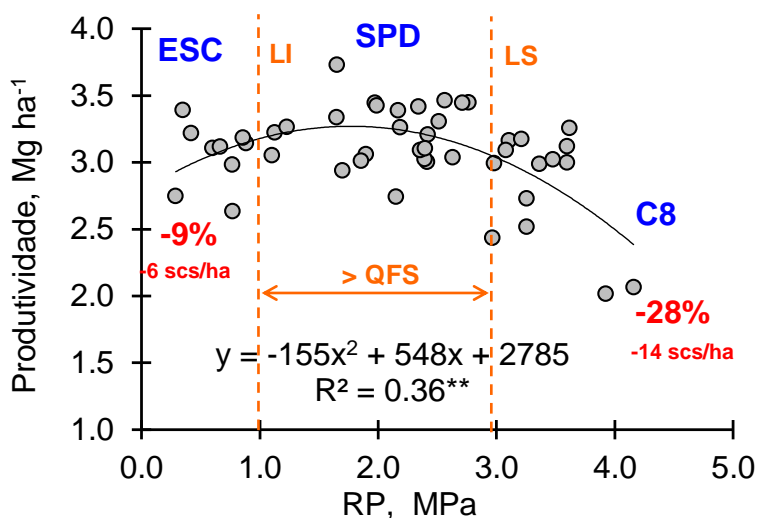
Gubiani e Reinert (2019)

Produtividade da soja em sistemas manejo do solo em 23 safras (1993-2016).  
 Embrapa Soja, Londrina/PR, 2016.



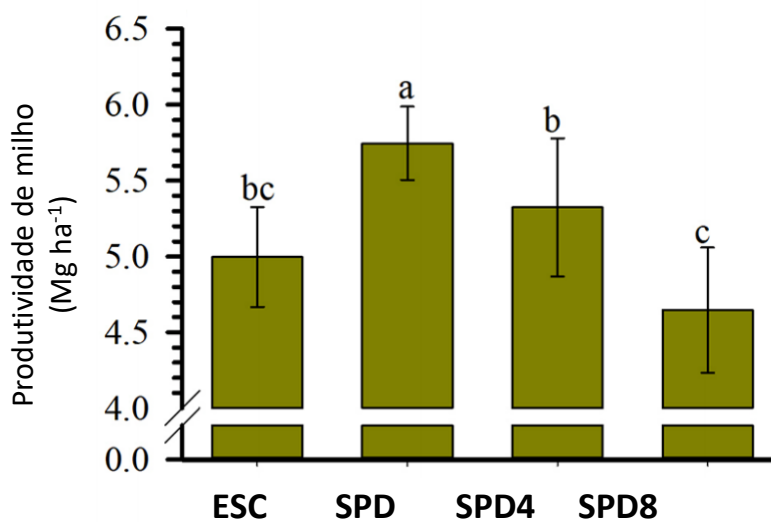
Debiasi et al. (2017)

Produtividade da soja (BRS 359RR) em função do estado de compactação do solo, safra 2013/14. Embrapa Soja, 2014.



Debiasi et al. (2015)

Produtividade do milho 2ª safra (AG 9010) em função do estado de compactação do solo, safra 2014



Moraes et al. (2019)

52



## Occasional tillage in no-tillage systems: A global meta-analysis

Devison Souza Peixoto<sup>a</sup>, Lucas de Castro Moreira da Silva<sup>a</sup>, Laura Beatriz Batista de Melo<sup>a</sup>, Raphael Passaglia Azevedo<sup>a</sup>, Bruno Cassiano Lemos Araújo<sup>a</sup>, Teotônio Soares de Carvalho<sup>a</sup>, Silvano Guimarães Moreira<sup>b</sup>, Nilton Curi<sup>a</sup>, Bruno Montoani Silva<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Soil Science, Federal University of Lavras, Av. Doutor Sylvio Menicucci 1001, CEP 37200-000 Lavras, Minas Gerais, Brazil

<sup>b</sup> Department of Agriculture, Federal University of Lavras, Av. Doutor Sylvio Menicucci 1001, CEP 37200-000 Lavras, Minas Gerais, Brazil

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140887>



## Review

Does occasional tillage undo the ecosystem services gained with no-till? A review

Humberto Blanco-Canqui<sup>a</sup>, Charles S. Wortmann

<sup>a</sup> Department of Agronomy and Horticulture, University of Nebraska, Lincoln, NE 68583, USA

<https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104534>

53

**Para um estudo detalhado dos efeitos do preparo ocasional (periódico) nas propriedades do solo e produtividade das plantas, leia esses dois artigos publicados recentemente.**

**Manejo Mecânico - Corretivo**

**3) Preparo convencional**



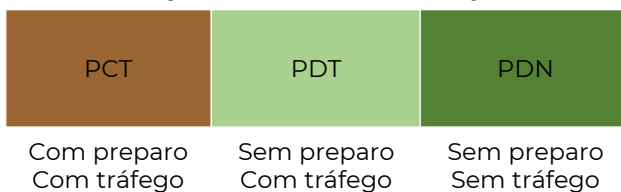
- É uma estratégia **eficiente** para descompactar o solo, portanto deve ser utilizado em situações críticas;
- Mas tem uma série de **inconvenientes**: custo, perda de MOS e biota do solo, risco de erosão, e aumenta riscos de nova compactação.
- Quando usar preparo convencional, deve **repensar o sistema de cultivo!**

55

**Efeito do preparo do solo e tráfego de máquinas**

**Estudo de caso -**  
 Solo argiloso (55% argila) –  
 Quirinópolis-GO

**Canavial para reforma – solo compactado**



Tratamento	Ano												
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Preparo do solo</b>													
PCT	V	X	X	X	X	X	X	V	X	X	X	X	X
PDT	V	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PDN	V	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Tráfego de máquinas</b>													
PCT	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
PDT	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
PDN	V	V	V	V	V	V	V	V	X	X	X	X	X

V = presença      X = ausência

Nas áreas de Plantio Direto, o último preparo do solo ocorreu em **2006**



## Efeito do preparo do solo e tráfego de máquinas

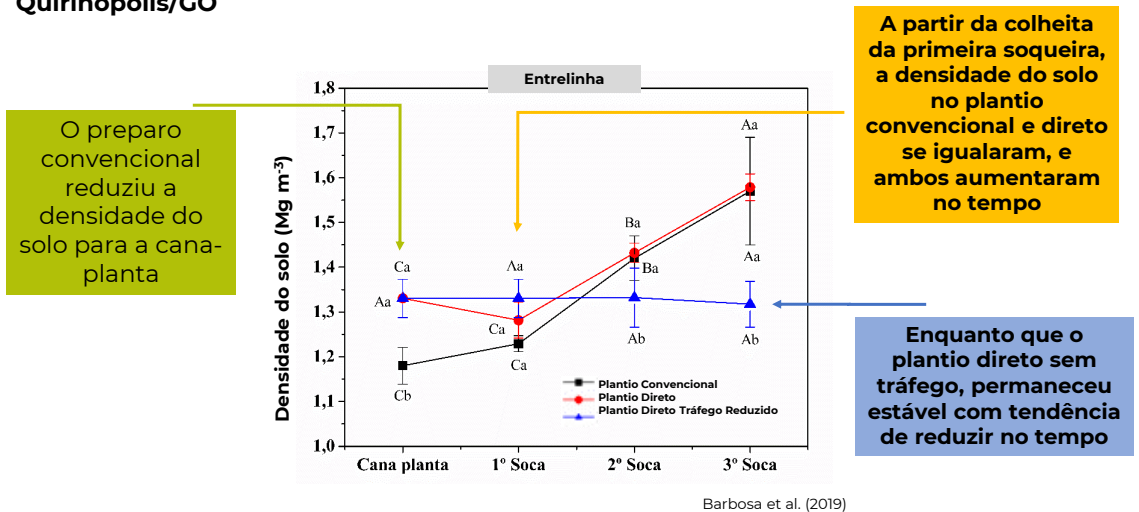
- Colheita 5° soqueira - reforma
- Dessecação da soqueira
- Cultivo de *Crotalaria spectabilis*
- Sulcação e plantio da cana-de-açúcar

**Plantio direto**

Foto: CTBE-CNPEM

## Processo de (des)compactação e (re)compactação

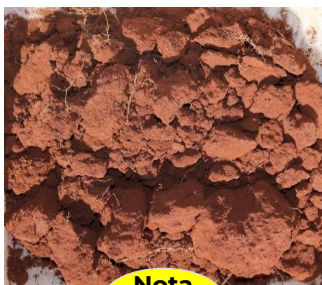
Quirinópolis/GO



## Impactos na estrutura do solo

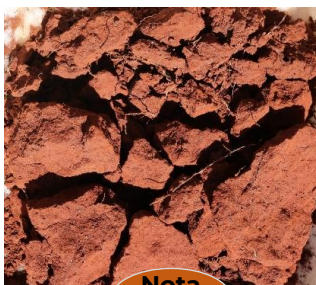
### VESS – Avaliação Visual da Estrutura do solo (macro escala)

Preparo Convencional  
Tráfego de máquinas



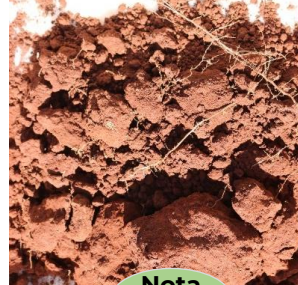
Nota  
3,0

Plantio Direto  
Tráfego de máquinas



Nota  
3,6

Plantio Direto  
Zonas livre de tráfego



Nota  
2,6

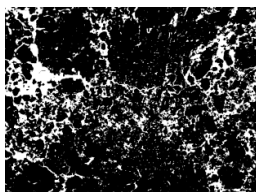
- ✓ Agregados menores, arredondados e porosos
- ✓ Maior porosidade visível
- ✓ Maior atividade biológica
- ✓ Presença e maior distribuição de raízes

Luz et al. (2022)

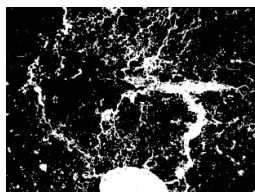
## Impactos na estrutura do solo

### Análise micromorfométrica (micro escala)

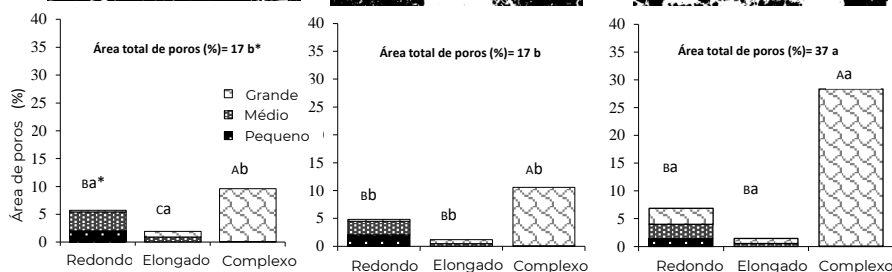
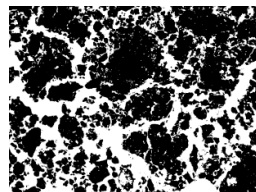
Preparo Convencional  
Tráfego de máquinas



Plantio Direto  
Tráfego de máquinas



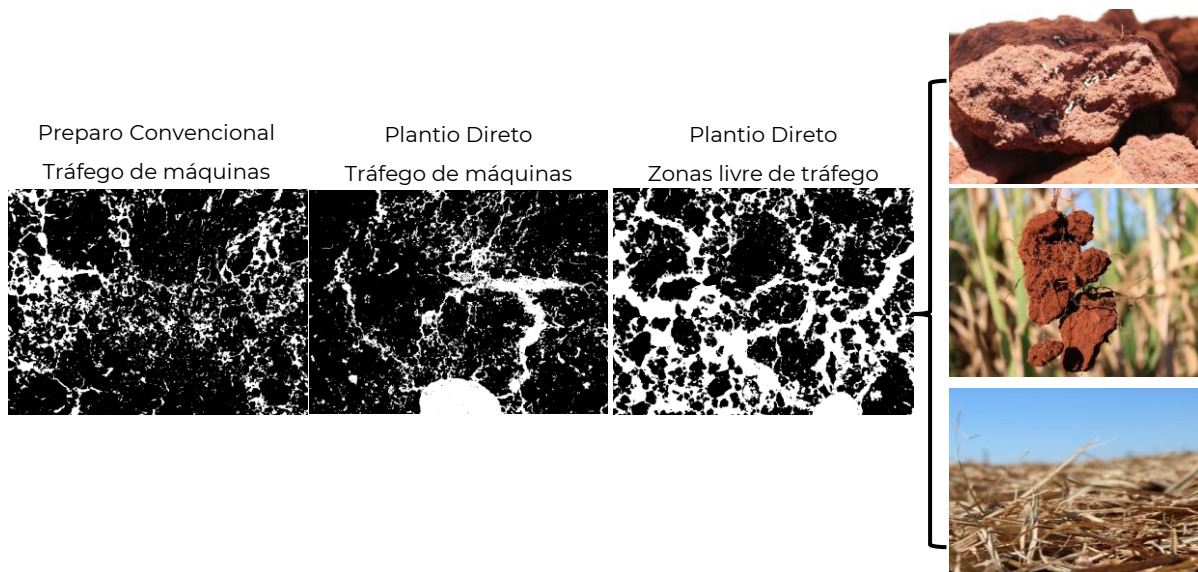
Plantio Direto  
Zonas livre de tráfego



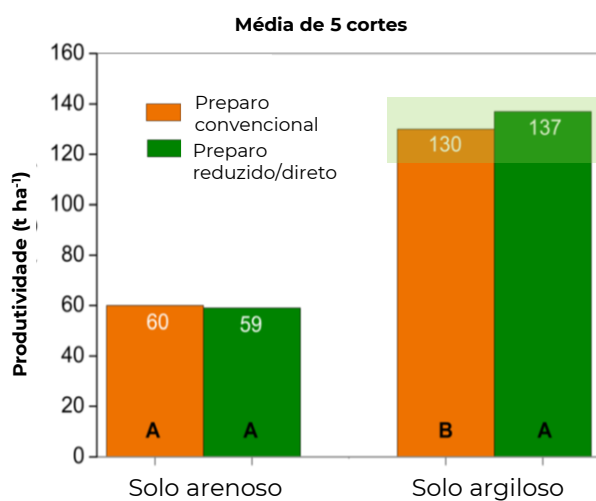
A adoção do plantio direto com zonas livre de tráfego apresentou **maior área de poros** e maior presença de poros complexos

Luz et al. (2022)

## Recuperação da qualidade física do solo pelo efeito da planta, ação da biota do solo, e ausência de perturbação mecânica



## Produtividade da cana-de-açúcar



- Melhoria no ambiente físico para crescimento radicular;
- Continuidade de poros
- Maior infiltração de água;
- Aumento no teor de MOS;
- Ciclagem de nutrientes;
- Equilíbrio biológico;
- ...

**Necessitamos entender o sistema solo de forma integrada!**

## Referências



**Soil structure changes induced by tillage and reduction of machinery traffic on sugarcane - A diversity of assessment scales**

A preservação da estrutura do solo é fundamental para garantir a um série de funções do solo, tais como crescimento radicular das plantas, infiltração de água, difusão de oxigênio, habitat para biodiversidade do solo e sequestro de carbono. No estudo mais recente publicado pelo SOHMA na Soil & Tillage Research, mostramos como o preparo de solo e do tráfego agrícola no cultivo de cana-de-açúcar degradam a estrutura do solo e as funções do solo. Para isso, usamos técnicas variando em escala, complexidade e custo, partindo de avaliação de campo com VESS até o imageamento 3D do solo usando microtomografia. Para cada função do solo, uma técnica mostrou-se mais adequada, e portanto, quando desejamos analisar a qualidade estrutural do solo (múltiplas funções) a união delas de uma técnica é recomendável.

LUZ, F. R.; CARVALHO, M. L.; CASTIONI, G. A.; BORDONAL, R. O.; COOPER, M.; CARVALHO, J. L. N.; CHEURIN, M. R. - Soil structure changes induced by tillage and reduction of machinery traffic on sugarcane - A diversity of assessment scales. SOIL & TILLAGE RESEARCH, v. 225, p. 105496, 2022.

LEILA MAIS

## Ferramenta prática:

# Sistema de gestão de risco de compactação do solo induzido pelo tráfego de máquinas (COMPSOHMA)



**RISCO DE COMPACTAÇÃO DO SOLO** | BÁSICA | EXPANDIDA | CONTATO

**MAQUINA**  
Transbordado

**Teor de argila (%)**  
15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80

**Umidade do Solo**  
Muito Úmido

**Fase da Cultura**  
Primeira Soqueira

**CARGA APLICADA**  
Profundidade (cm): 0, 20, 40, 60, 80, 100  
Carga (kPa): 0, 50, 100, 150, 200, 250

**RISCO DE COMPACTAÇÃO**  
Profundidade (cm): 0, 20, 40, 60, 80, 100  
Largura (cm): 200, 150, 100, 50, 0, 50, 100, 150, 200

- Sem risco
- Risco Moderado
- Alto risco

<https://testbeta.shinyapps.io/compsohma/>

## Resumo da aula

### 1. Qualidade física do solo e sua relação com o crescimento das plantas?

Capacidade do solo executar suas funções físicas (regulação do fluxos hídricos, aeração, condições para crescimento e sustentação radicular e resistir a degradação)

### 2. Monitoramento da qualidade física do solo

As principais estratégias envolvem – diagnóstico das plantas e avaliações do solo, tanto de campo quanto de laboratório. Avaliação visual da estrutura do solo pode ser uma estratégia simples e barata para fazer esse monitoramento no campo.

### 3. Práticas de manejo visando atenuar restrições físicas ao crescimento das plantas

As principais estratégias envolvem práticas preventivas (plantas de cobertura, controle de tráfego..) SEMPRE e práticas corretivas (intervenções mecânicas como escarificação periódica, e preparo convencional) QUANDO NECESSÁRIO.

Manejo do solo & crescimento radicular  
Prof. Dr. Maurício R. Cherubin



@sohma.esalq



Maurício Roberto Cherubin



## Muito Obrigado!

Prof. Dr. Maurício R. Cherubin  
[cherubin@usp.br](mailto:cherubin@usp.br)