



# LCF0683 - COLHEITA E TRANSPORTE DE MADEIRA

Aula 3. Efeitos da Colheita de  
Madeira



# Conteúdo

---

- Introdução
- Compactação do solo
- Efeitos da compactação
- Medidas atenuantes
- Impactos nas cepas
- Impacto visual
- Utilização de óleos biodegradáveis
- Considerações
- Impacto social



# 1. Introdução

---

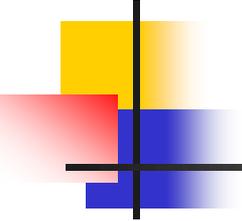
- Principal: compactação do solo.
- Efeitos sobre a floresta remanescente, quando for o caso, cursos d'água adjacentes, vida silvestre, populações vizinhas, a paisagem e outros.
- Manutenção da sustentabilidade florestal



## 2. Compactação do solo

---

- Novo arranjo e aproximação das partículas sólidas do solo e, conseqüentemente, aumento da densidade do mesmo devido a redução da porosidade.
- Taxas de infiltração de água são menores e mais lentas, bem como há maior resistência mecânica ao crescimento radicular

- 
- 
- Energia necessária para compactar o solo:
    - impacto da chuva,
    - crescimento das raízes da planta,
    - tráfego de homens e animais,
    - do peso da vegetação e do próprio solo,
    - máquinas utilizadas nas atividades de silvicultura e colheita da madeira. ★



# Indicadores da compactação do solo

---

- **Macroporos:** limite crítico 10%
- **Densidade do solo:** alterações servem como índices das mudanças nas propriedades físicas que regulam o crescimento das raízes
- Interpretação: considerar a mudança em porcentagem nos valores médios de densidade
- Nível de compactação prejudicial: acréscimo entre 15 a 20% no valor inicial da densidade média do solo

# Indicadores da compactação do solo

- **Índice de cone:** leituras de penetrômetro, avaliando a resistência à penetração do solo.
- Vantagem da maior facilidade de coleta no campo, possibilitando um grande número de pontos de amostragem.



Penetrômetro geo-referenciado PNT-2000

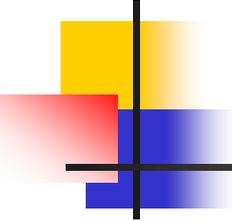


Tabela 1. Limites de classes de resistência de solos à penetração e graus de limitação ao crescimento das raízes (CAMARGO e ALLEONI, 2006).

<b>Classes</b>	<b>Limites MPa</b>	<b>Limitações ao crescimento das raízes</b>
Muito baixa	< 1,1	Sem limitação
Baixa	1,1 a 2,5	Pouca limitação
Média	2,6 a 5,0	Algumas limitações
Alta	5,1 a 10,0	Sérias limitações
Muito alta	10,1 a 15,0	Raízes praticamente não crescem
Extremamente alta	> 15,0	Raízes não crescem



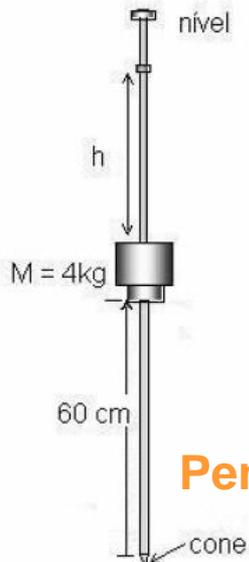
---

## ■ Desvantagens do uso do penetrômetro:

- influência da presença de raízes e pedras no solo;
- efeitos da umidade do solo nas leituras;
- avaliações comparativas da compactação do solo ficam restritas à medições feitas no mesmo solo, em um mesmo teor de água;
- velocidade de penetração da haste deve ser constante (1820 mm/min), independentemente da resistência oferecida pelo solo.

# Penetrômetro de impacto

- A resistência do solo à penetração ( $R$ ) pode ser determinada até à profundidade de 60 cm
- Vantagens:
  - menor custo de aquisição;
  - sem necessidade de calibração;
  - inexistência de influência quanto ao usuário;
  - robustez do equipamento, facilitando o uso no campo.



**Penetrômetro de impacto modelo Stolf**



# Penetrômetro de impacto

---

- Transformar o número de impactos do penetrômetro através do perfil do solo em kPa:
- $R = 549,2 + 675,7 N$ 
  - R = resistência do solo à penetração (kPa)
  - N é o número de impactos por decímetro



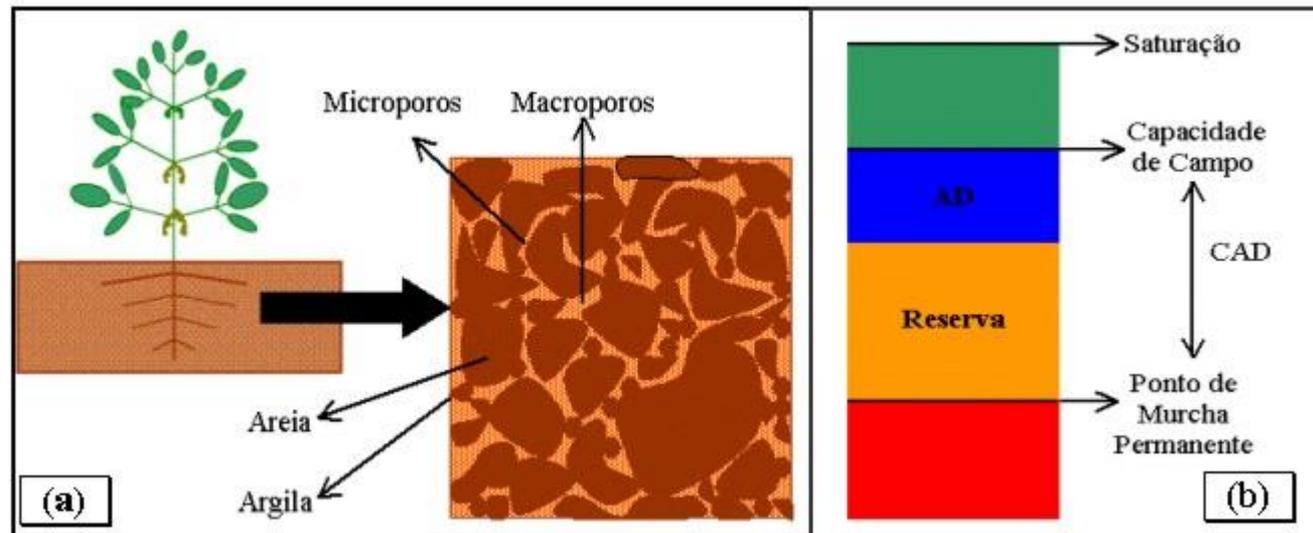
# Fatores influenciando a compactação

---

- a quantidade e distribuição da camada orgânica superficial e resíduos de exploração;
- textura e estrutura do solo;
- teor de água do solo;
- peso e função de uma máquina;
- tamanho da roda e deslizamento;
- velocidade do equipamento;
- tipo de carga;
- experiência do operador;
- topografia;
- e clima.

# Teor de água

- Afeta mais a compactação próximo ao potencial de água ao redor da capacidade de campo, quando as mudanças na estrutura do solo estão mais propensas a ocorrerem.



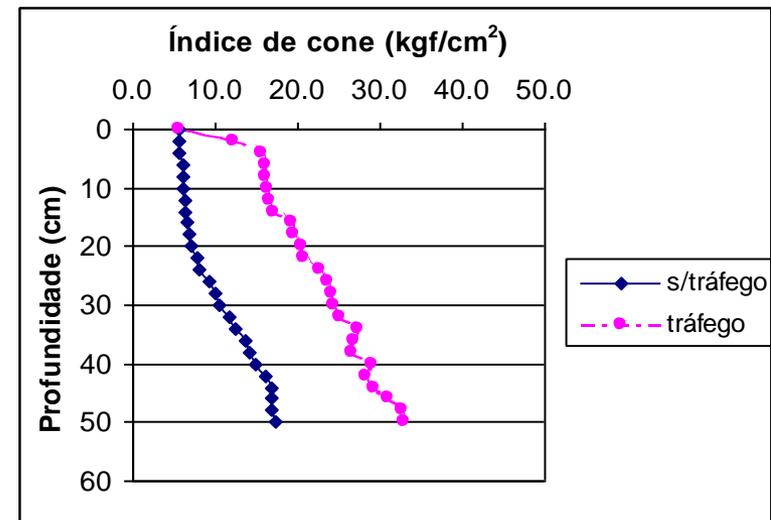
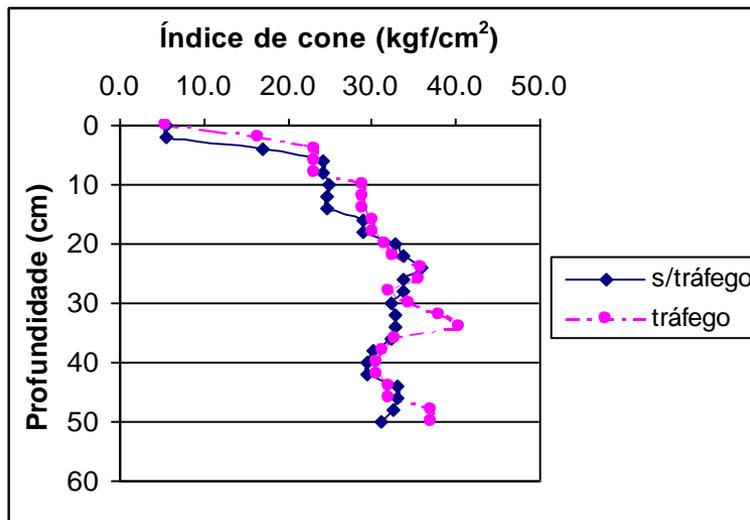
CAD = Cap. de água disponível no campo  
Fonte: L. S. Vanzela e M. C. N. Andrade (Unesp)

# Teor de água

- Afeta mais a compactação próximo ao potencial de água ao redor da capacidade de campo, quando as mudanças na estrutura do solo estão mais propensas a ocorrerem.

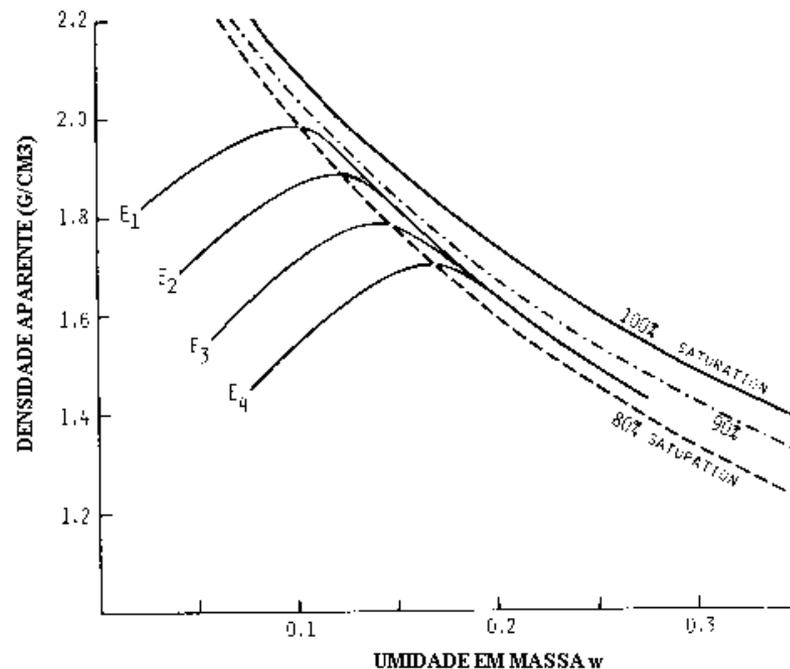


Distúrbio acentuado do solo causado pela presença de teor elevado de água e movimentação inadequada do forwarder



Índice de cone após tráfego do harvester e forwarder em solo argiloso seco (U=10% **Esquerda**) e argiloso úmido (U=28% **Direita**)

# Teste de Proctor



Família de curvas densidade-umidade para diferentes esforços de compactação ( $E_1 > E_2 > E_3 > E_4$ )

# Exemplos de rolo compactador



# Teste de Proctor

- As curvas densidade-umidade obtidas pelo teste de Proctor superestimam as densidades aparentes normalmente produzidas pelas máquinas de colheita e subestimam o conteúdo ótimo de umidade.
- Desestruturação do solo para o preparo da amostra

## • Teste de Proctor normal 560 kPa



# Alternativa ao Teste de Proctor

- **Alternativa:** Modelo de Compressibilidade que prediz a pressão máxima que o solo pode suportar para diferentes graus de umidade, sem causar compactação adicional, tomando como base a pressão de pré-consolidação.
- Esse processo de análise trabalha com amostras indeformadas de solo, possibilitando a obtenção de resultados mais representativos da situação de campo.
- Autor: Moacir de Souza Dias, UFLA



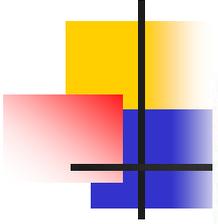


# Pressão no solo

---

## Valores de pressão de contato para máquinas florestais

<b>EQUIPAMENTO</b>	<b>PRESSÃO (kPa)</b>
Sistemas de cabo, teleféricos	0
“Skidder” de esteiras flexíveis	30-40
Trator de esteiras	50-60
“Skidder” de pneus	55-85
“Forwarder” com eixo duplo traseiro	85-100
“Forwarder” com eixo simples traseiro	105->125



# Skidder





# Cálculo da pressão de contato

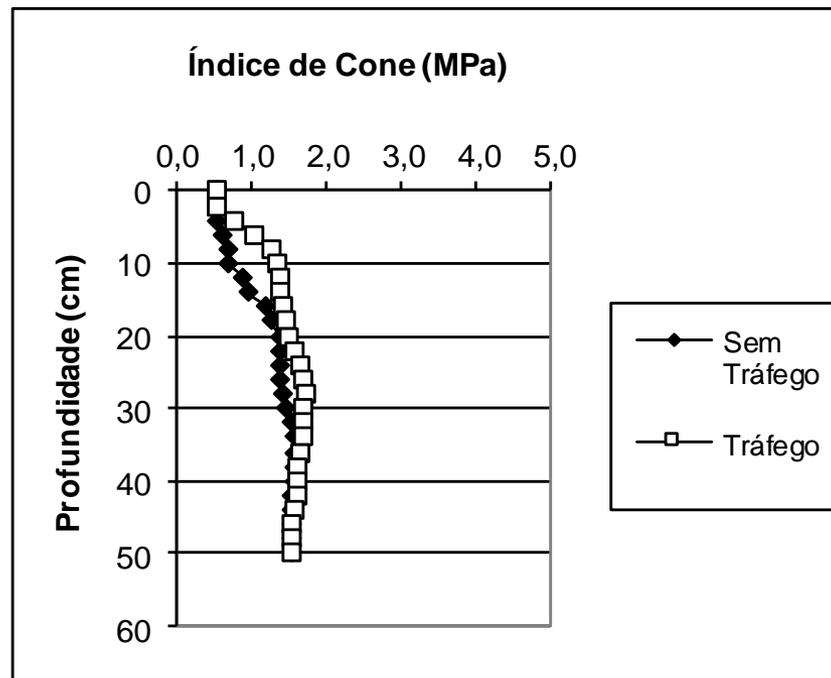
---

- Determinação do peso: balança.
- Determinação da superfície de contato:
  - Problema devido afundamento do pneu no solo em função da sua resistência.
  - Fórmula subestima a pressão aplicada, mas possibilita a comparação entre máquinas:

**Pressão = Carga [kgf] / (Raio Pneu\* x Largura Pneu\*) [cm<sup>2</sup>] = kgf/cm<sup>2</sup> x 100 = kPa**  
**Terreno**

(\*) As medidas do pneu devem ser obtidas sem carga

- Considerar teor de água e tipo do solo



Índice de cone para tráfego do módulo “feller-buncher + skidder” em um solo Neossolo Quartzarênico “úmido” (10%)

# Número de passadas de máquinas (freqüência de tráfego)

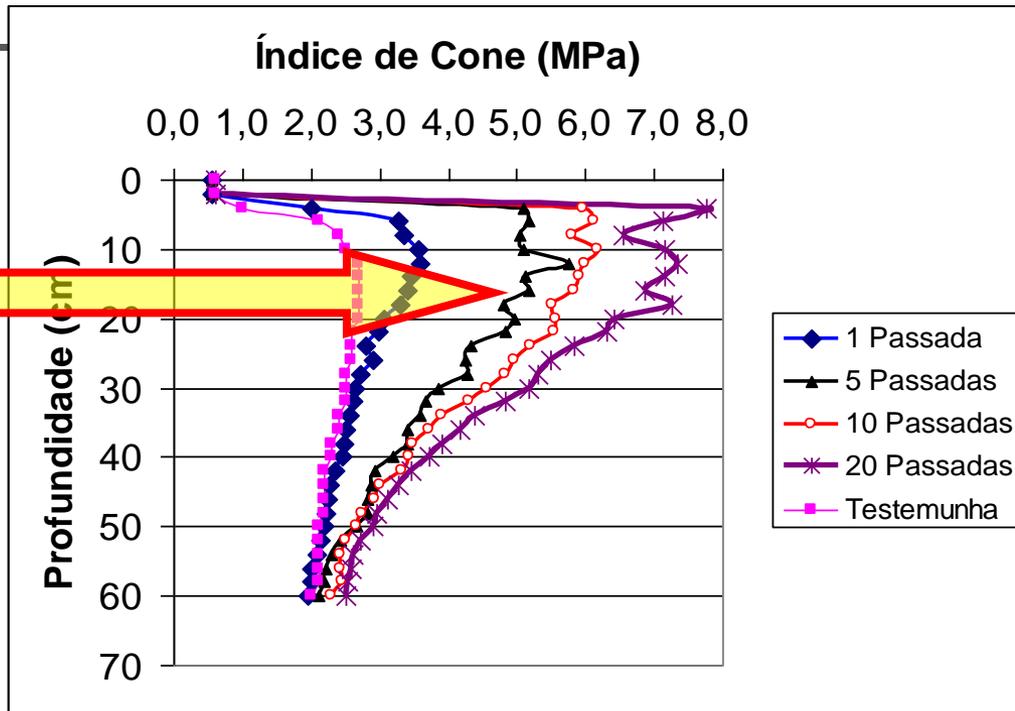
- Hipótese:

- A maior parte da compactação total em uma trilha de arraste ocorreria já nas primeiras passadas de uma máquina.



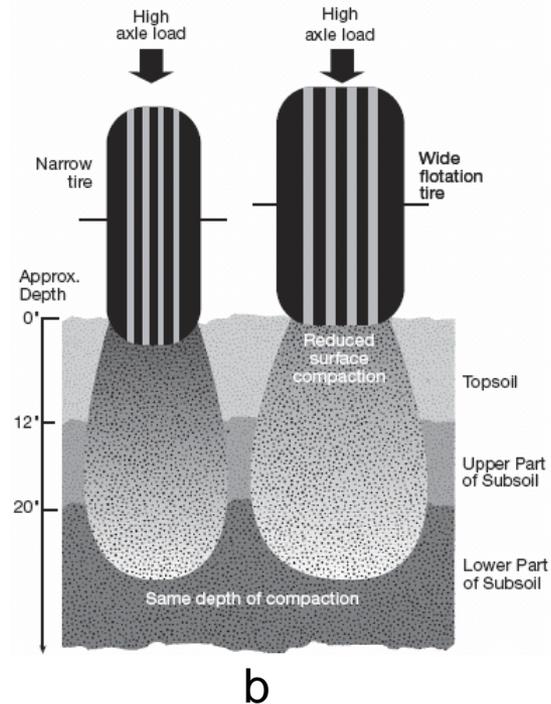
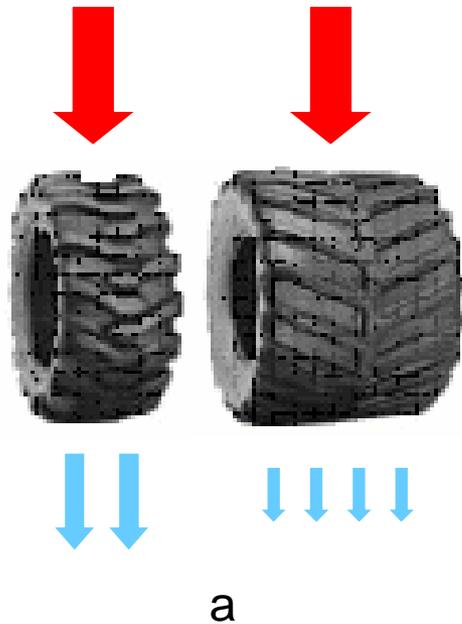
# Número de passadas da máquina

80% da compactação total após 5 passadas



Índice de cone (MPa) para diversas frequências de tráfego de um trator equipado com grua + carreta (Peso = 8 t)

# Tamanho do pneu



Pneus mais largos distribuem o peso da máquina sobre uma maior superfície de contato, resultando assim em menor pressão no terreno (a), mas ainda podem causar compactação em camadas profundas do solo caso as cargas nos eixos sejam altas (b).

# Tamanho do pneu



- Benefícios potenciais do uso de pneus mais largos de alta flutuação (34 a 68") sobre pneus convencionais mais estreitos incluem:
  - aumento da produtividade em solos úmidos e terrenos inclinados mais acidentados,
  - economia de combustível,
  - reduções substanciais nos distúrbios do terreno (sulcamento) e
  - compactação e melhoria na estabilidade.
- Oliveira Júnior (1998): dois tipos de pneus em uma carreta (um estreito com 20 cm de largura (11,00-22"), um largo com 50 cm de largura (500/50-22,5")) - vantagem do pneu mais largo devido à redução no incremento da densidade do solo em cerca de 7%.

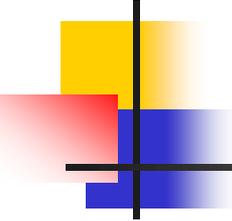


# Pressão de insuflagem do pneu

Tabela. Aumento na densidade do solo ( $\text{Mg m}^{-3}$ ) causado por 1 e 4 passadas do forwarder com 3 diferentes pressões nos pneus.

Passadas do forwarder	Pressão do pneu (kPa)		
	300	450	600
1	0,030a	0,033a	0,083a <sup>x</sup>
4	0,093b <sup>x</sup>	0,144b <sup>x</sup>	0,111a <sup>x</sup>

Valores médios na mesma coluna seguidos por letras diferentes são diferentes significativamente. Médias seguidas por um x são significativamente diferentes de 0.

- 
- A necessidade de maior pressão em pneus florestais deve-se à maior carga e presença de tocos e pedras que podem danificar os pneus.
  - O uso de esteiras nos pneus em “bogie” também impede o uso de uma pressão de insuflagem menor para evitar danos aos pneus.



# Camada de resíduos da colheita

- Quantidade e distribuição da camada orgânica superficial e resíduos da colheita.





## Camada de resíduos da colheita

---

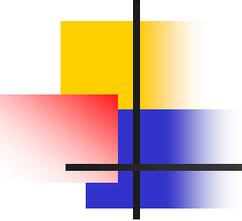
- Seixas et al. (1995): coberturas de galhos e acículas com densidades de 10 e 20 kg.m<sup>-2</sup> reduziram, em média, 40% do incremento na densidade do solo observado em parcelas sem cobertura.
- Tráfego de trator agrícola (com grua mais carreta) sobre 10 kg.m<sup>-2</sup> de casca, galhos e folhas (*E. grandis*), reduziu, em média, 56% do nível de compactação (densidade do solo) até 17 cm de profundidade do solo.



# Camada de resíduos da colheita

## Resultados de densidade do solo pré e pós tráfego

Profundidade		Solo com cobertura		Solo sem cobertura	
		Densidade* (g/cm <sup>3</sup> )	Umidade (%)	Densidade* (g/cm <sup>3</sup> )	Umidade (%)
5-10 cm	Pré	1,45	8,3	1,29	8,7
	Pós	1,73	9,5	1,75	8,6
	Dif. ( $\Delta\%$ )	0,28 (15%) <sup>a</sup>		0,46 (27%) <sup>b</sup>	
12,5-17,5 cm	Pré	1,53	8,8	1,40	9,0
	Pós	1,68	9,0	1,74	8,6
	Dif. ( $\Delta\%$ )	0,15 (8%) <sup>a</sup>		0,34 (19%) <sup>b</sup>	



**Harvester:** dispõe os resíduos da colheita sobre a trilha por onde ele e o forwarder irão trafegar.



**Descascamento no campo:** deposição da casca em parte da trilha por onde se deslocarão os equipamentos de extração de madeira.

- Sem exportação de matéria orgânica e os nutrientes nela contidos.



## 3. Efeitos da compactação

---

- Propriedades físicas do solo:
  - a porosidade total é reduzida às expensas dos macroporos (poros que são drenados na capacidade de campo nominal).
  - uma redução continuada no volume e forma dos macroporos pode inibir as trocas gasosas entre o solo e a atmosfera. Demanda por oxigênio é afetada.



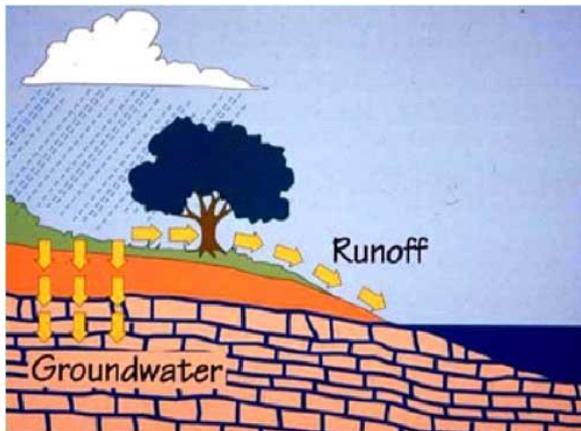
## 3. Efeitos da compactação

---

- Propriedades físicas do solo:
  - os microporos são menos afetados pela compactação e a sua proporção aumenta, passando o solo a se comportar como se fosse de textura fina.
  - com isso, aumenta-se o conteúdo volumétrico de água na capacidade de campo nominal(\*), aumentando-se o volume de água por unidade de volume de solo disponível para as raízes da planta.

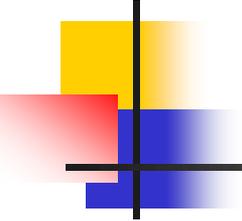
(\*) CC: é a capacidade máxima do solo em reter água, acima da qual ocorrem perdas por percolação de água no perfil ou por escoamento superficial.

- A compactação geralmente reduz a taxa de infiltração e a condutividade hidráulica saturada.
- A compactação pode aumentar o "runoff" superficial devido à redução na taxa de infiltração.
- A compactação pode aumentar a erosão do solo quando aumenta o "runoff".





**Formação de sulcos: problema de erosão**

- 
- Contudo, devido ao aumento da resistência, os solos compactados têm menor erodibilidade e, conseqüentemente, podem sofrer uma menor erosão para a mesma intensidade de “runoff”.
  - Assim, a compactação pode aumentar ou diminuir a erosão dependendo das circunstâncias.
  - Devido às mesmas razões, solos compactados podem ser mais resistentes à erosão eólica.





## As conseqüências da compactação no crescimento da floresta

---

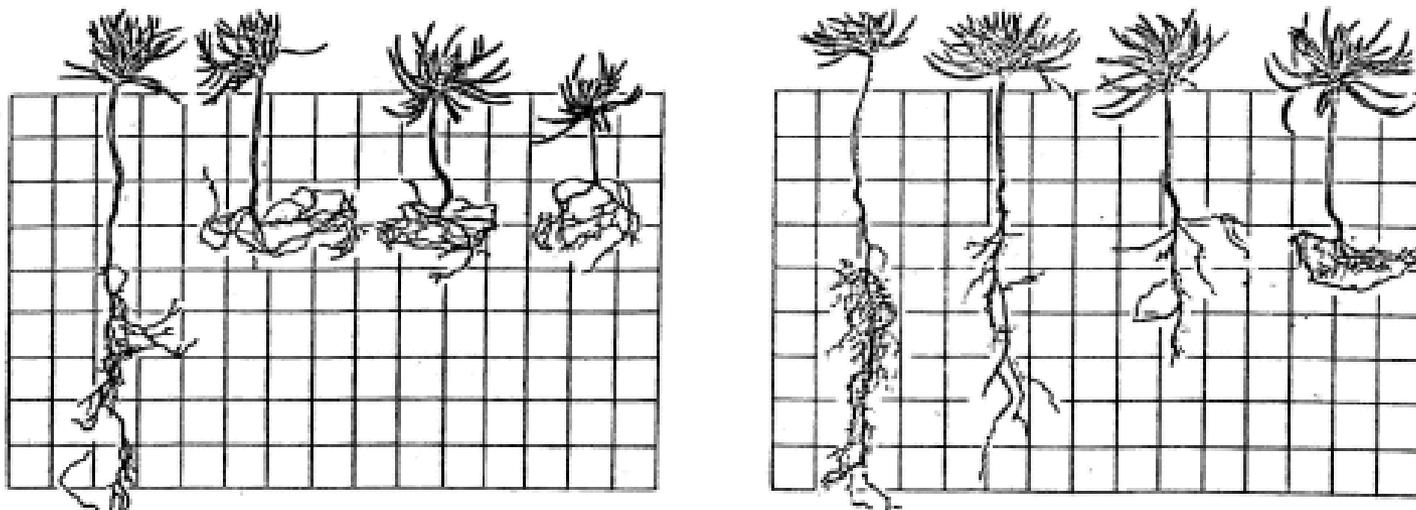
- Crescimento do sistema radicular: reduzido.
- Limite crítico: ao redor de 2,5 MPa.
- Decréscimo na produção: interações complexas entre resistência do solo, disponibilidade de água e nutrientes, aeração e populações micorrízicas.



## As conseqüências da compactação no crescimento da floresta

---

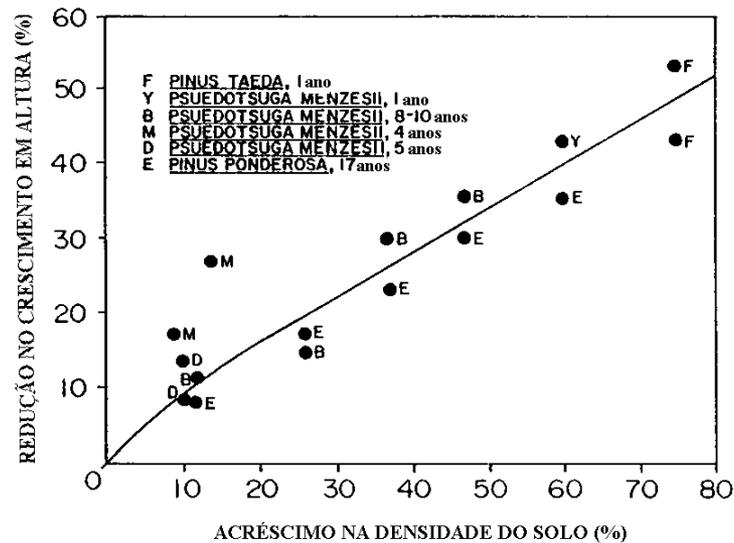
- Maior crescimento da raiz em solos mais úmidos: é devido à menor resistência do solo, maior quantidade de água ou uma combinação de ambos os fatores?
- Se o fornecimento de água, ar e nutrientes for o suficiente e o comprimento das raízes atender à planta, então o seu crescimento não será prejudicado em virtude da restrição ao sistema radicular.



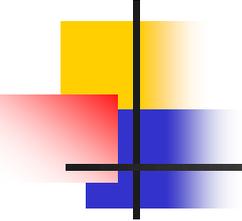
Efeito da densidade aparente a 1,2, 1,4, 1,6 e 1,8 g.cm<sup>-3</sup> no crescimento de mudas de pinheiro austríaco em solo franco-siltoso (Esq.) e franco-arenoso (Dir.) (2 cm de “gride”)

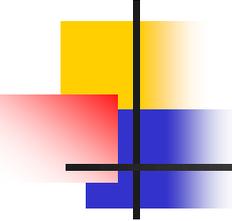
# Crescimento da parte aérea

- A compactação do solo afeta mais o crescimento volumétrico do tronco do que em altura.



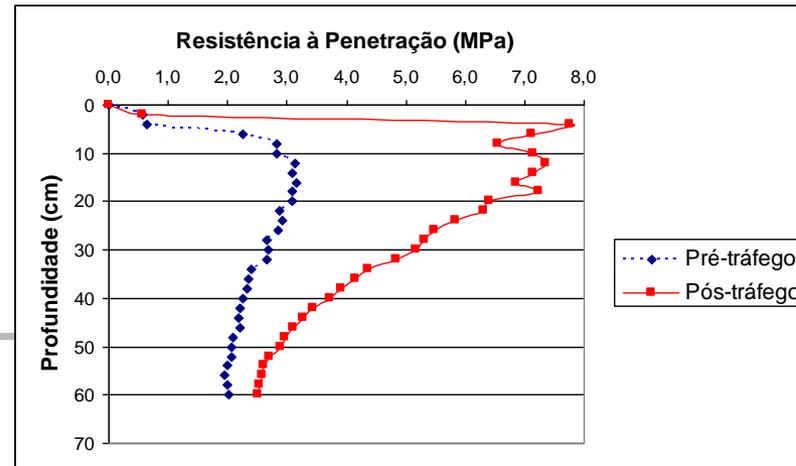
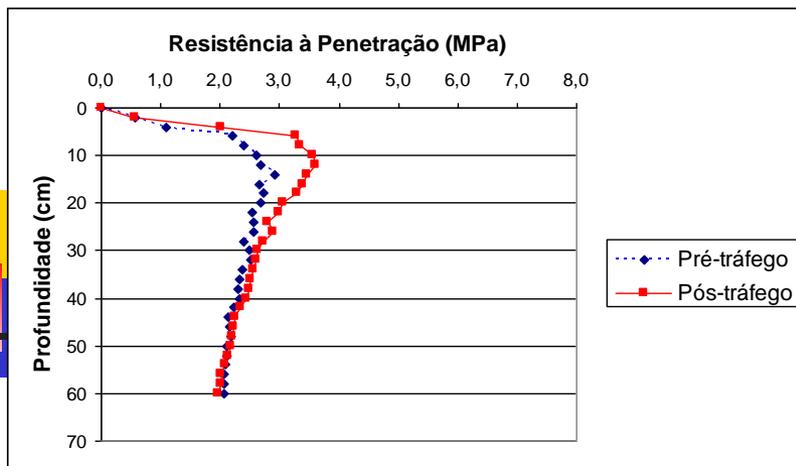
**Relação entre o acréscimo na densidade aparente e a redução no crescimento em altura de mudas**

- 
- 
- Dedecek e Gava (1997): persistência da compactação do solo, causada pela retirada de madeira por caminhões 4x2, durante 7 anos de crescimento da rebrota de cepas de eucalipto (10 a 30 cm de profundidade do solo). Reduções de até 2/3 no volume de madeira.



**Variação no crescimento em volume entre parcelas de um plantio de *E. camaldulensis*, com 4 anos de idade, em cambissolo (Pereira, 1990).**

Parcelas	Densidade do solo (g.cm <sup>-3</sup> )		Volume de madeira (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )
	0 – 20 cm	20 – 40 cm	
1	1,26	1,23	24,7
2	1,14	1,18	39,3
3	1,13	1,24	63,3
4	1,06	1,18	89,7



**Resistência à penetração do solo (MPa) após 1 (Esq.) e 20 (Dir.) passadas do trator+carreta**

**Após 7 anos**



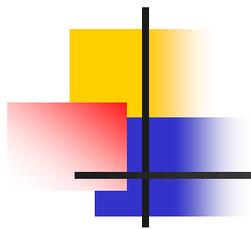
<b>Tratamentos</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>) /Árvore*</b>	<b>Produtividade (m<sup>3</sup>) /ha*</b>
<b>1 passada</b>	0,170 a	269,7 a
<b>3 passadas</b>	0,173 a	278,3 a
<b>5 passadas</b>	0,165 a	240,0 a
<b>10 passadas</b>	0,171 a	253,7 a
<b>20 passadas</b>	0,154 a	236,6 a
<b>Sem tráfego</b>	0,168 a	252,0 a



## 4. Medidas atenuantes contra a compactação do solo

---

- Reduzir a pressão de contato dos pneus para menos de 200 kPa e usar veículos com pneus com o maior diâmetro possível.
- Evitar carga excessiva.
- Manter o tráfego dentro do talhão sobre trilhas definidas, evitando-se a movimentação indiscriminada.
- Evitar o cruzamento de linhas de drenagem e cursos d'água em épocas mais úmidas.
- Evitar sempre que possível os saltos dos equipamentos, por exemplo, ao passar sobre troncos de árvores.





## 4. Medidas atenuantes contra a compactação do solo

---

- Evitar as operações de colheita em épocas de maior umidade no solo, ou logo após a ocorrência de chuvas moderadas ou pesadas.
- Manter a vibração do equipamento no mínimo possível.
- Procurar trafegar sobre camadas de resíduos da colheita.
- Produzir curvas de compressibilidade do solo para a determinação de épocas críticas para o tráfego de veículos.

# Uso de esteiras



- O uso de esteiras possibilita o tráfego de máquinas em condições de terreno com maior umidade e uma certa redução no nível de compactação do solo.
- Esteiras proporcionam uma maior área de contato e aumentam a flutuação, com menos distúrbios no solo do que pneus comuns.
- As esteiras também aumentam a produtividade, ampliam a durabilidade do pneu e reduzem os custos operacionais.

# Uso de esteiras

- Forwarder 1710 D (4 eixos, peso total em operação de 36,5 t) - pressão aplicada sobre o solo pelos pneus do eixo traseiro é de 105 kPa. Com a instalação de esteiras nos eixos traseiros, a pressão aplicada no solo cai para 61 kPa.



# Número de eixos



Características	Forwarders	
	Timberjack 1710 D	Timberjack 1010 D
Tara	19,5 t	12,5 t
Peso com carga	37,0 t	22,5 t
Pressão no terreno carregado		
Eixo frontal	53 kPa	54 kPa
Eixo traseiro	105 kPa	79 kPa

## 5. Impacto nas cepas

### IMPACTO DA COLHEITA EM CEPAS DE EUCALIPTO



Cepa após o arraste da madeira por meio de skidder



Brotação em cepa de clone híbrido *E.grandis* x *E. urophylla*

Tabela 1. Avaliação de área de cepa impactada e presença de brotação devido à ação de sistemas de colheita de madeira em um talhão de eucalipto híbrido (*E. grandis* + *urophylla*) após 2 meses do corte.

Impacto (%)	Nº Cepas (%)	Com Brotação	Sem Brotação
<b>“Feller-buncher Hydro Ax 611E + Skidder Cat 525”</b>			
0-25	3 (3,4)	3 (100,0 %)	
26-50	15 (17,1)	11 (73,3 %)	4 (26,7 %)
51-75	23,5 (26,9)	21,5 (91,5 %)	2 (8,5 %)
76-100	46 (52,6)	35,5 (77,2 %)	10,5 (22,8 %)
<b>Totais</b>	<b>87,5 (100,0)</b>	<b>71,0 (81,1 %)</b>	<b>16,5 (18,9 %)</b>
<b>Motosserra + Caminhão</b>			
0-25	59,5 (74,4)	59 (99,2 %)	0,5 (0,8 %)
26-50	14 (17,5)	13,5 (96,4 %)	0,5 (3,6 %)
51-75	4,5 (5,6)	4 (88,9 %)	0,5 (11,1 %)
76-100	2 (2,5)	2 (100,0 %)	
<b>Totais</b>	<b>80,0 (100,0)</b>	<b>78,5 (98,1 %)</b>	<b>1,5 (1,9 %)</b>



Tabela 2. Avaliação de área de cepa impactada (%) e presença de brotação devido à ação de sistemas de colheita de madeira em um talhão de *Eucalyptus grandis* após 2 meses do corte.

<b>Impacto (%)</b>	<b>Nº Cepas (%)</b>	<b>Com Brotação</b>	<b>Sem Brotação</b>
<b>“Feller-buncher” + Processador + “Forwarder” SISU 626</b>			
0-25			
26-50	1,5 (1,9)	1,5 (100,0 %)	
51-75	19,0 (24,0)	15,5 (81,6 %)	3,5 (18,4 %)
76-100	58,5 (74,1)	42,5 (72,7 %)	16,0 (27,3 %)
<b>Totais</b>	<b>79,0 (100,0)</b>	<b>59,5 (75,3 %)</b>	<b>19,5 (24,7 %)</b>
<b>“Harvester” + “Forwarder” SISU 626</b>			
0-25	13,0 (14,3)	12,0 (92,3 %)	1,0 (7,7 %)
26-50	21,5 (23,8)	18,0 (83,7 %)	3,5 (16,3 %)
51-75	22,5 (24,9)	20,5 (91,1 %)	2,0 (8,9 %)
76-100	33,5 (37,0)	30,5 (91,0 %)	3,0 (9,0 %)
<b>Totais</b>	<b>90,5 (100,0)</b>	<b>81,0 (89,5 %)</b>	<b>9,5 (10,5 %)</b>

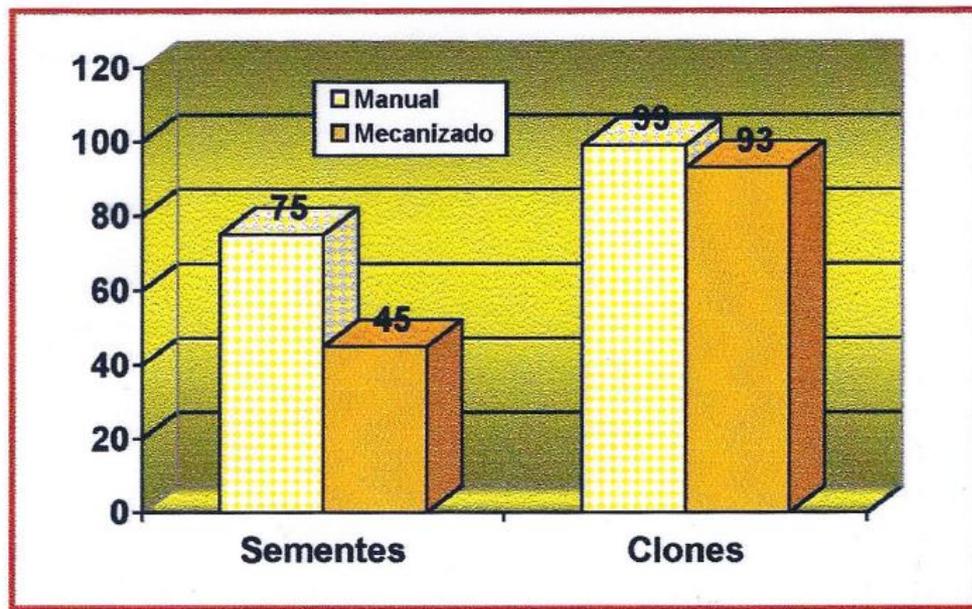


Figura 1. Comparativo entre a porcentagem de brotação obtida nos sistemas de colheita manual e mecanizada em plantios oriundos de sementes (*E. grandis*) e clones (*E. urograndis*).

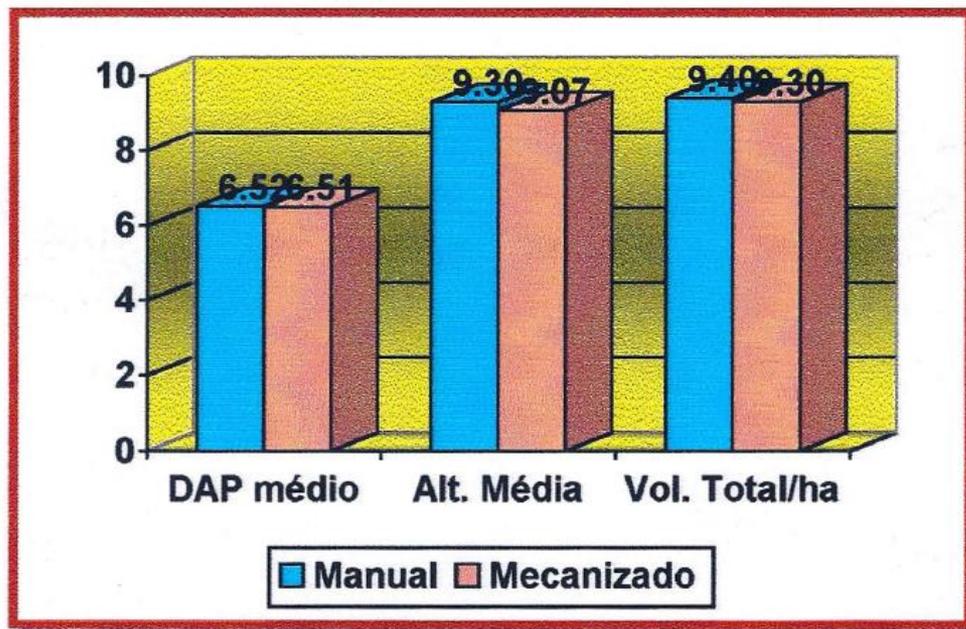
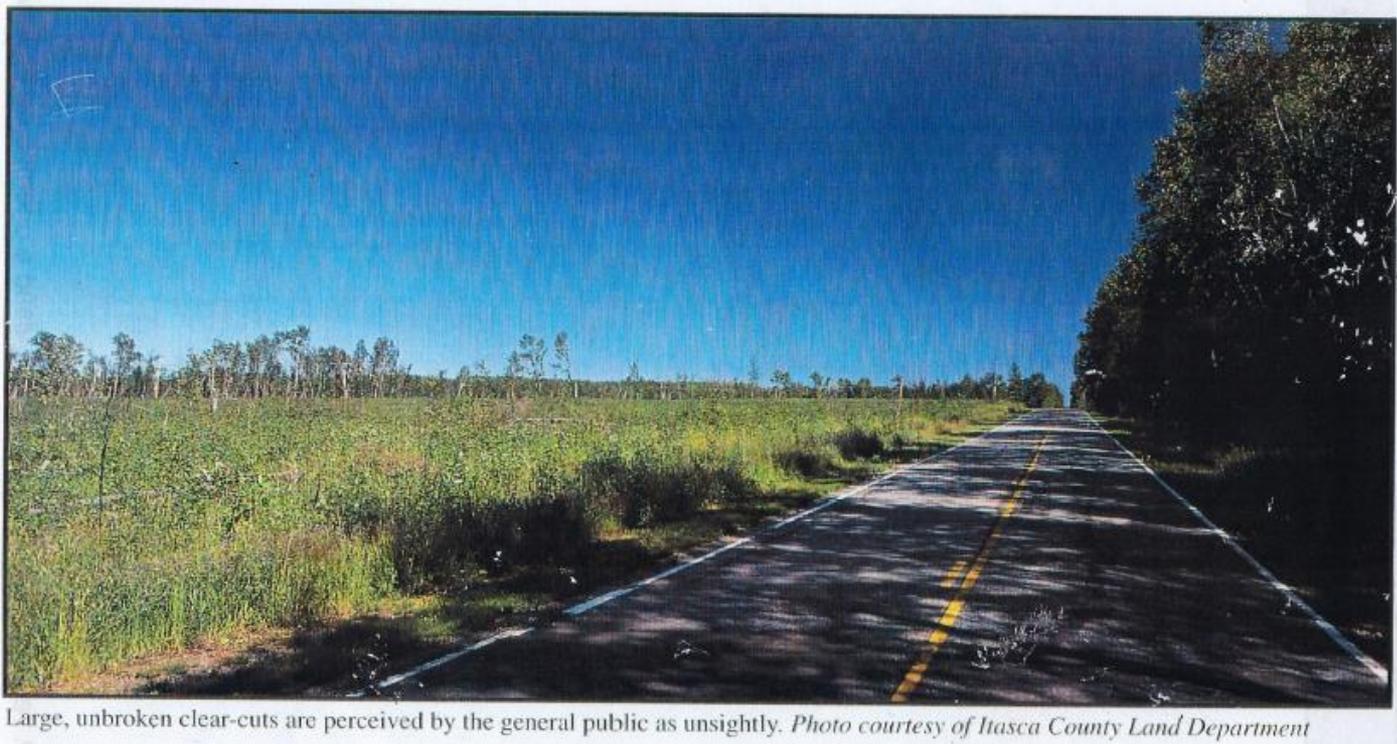


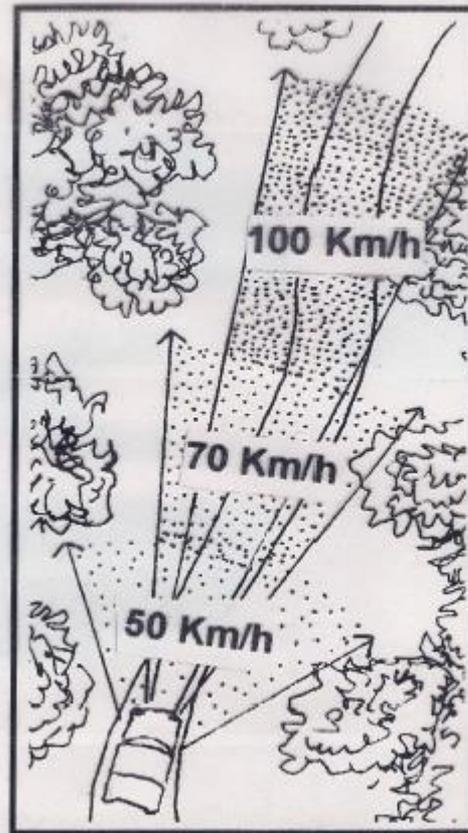
Figura 2. Gráfico da altura e DAP médios e volume total/ha das brotações aos 18 meses de idade para os dois sistemas de colheita.

Fonte: Depieri, O.A. et al. O sistema atual de colheita florestal mecanizada da Champion e sua influência na condução de clones híbridos de eucalipto. X Seminário de atualização sobre sistemas de colheita de madeira e transporte florestal. Curitiba, UFPR, 1998. P. 95-105.

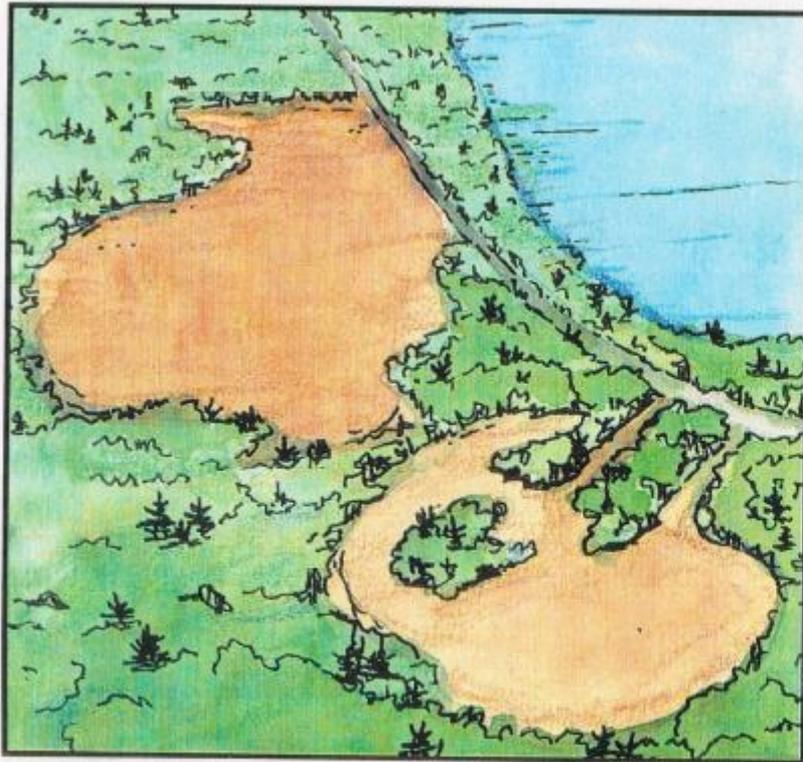
## 6. Impacto visual



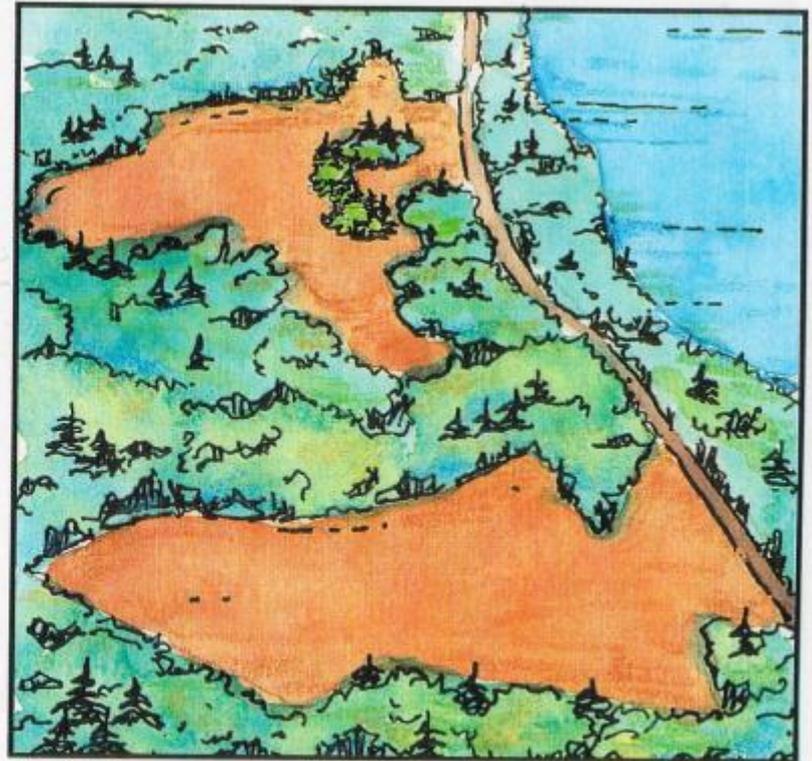
## Tamanho Aparente da Área de Colheita



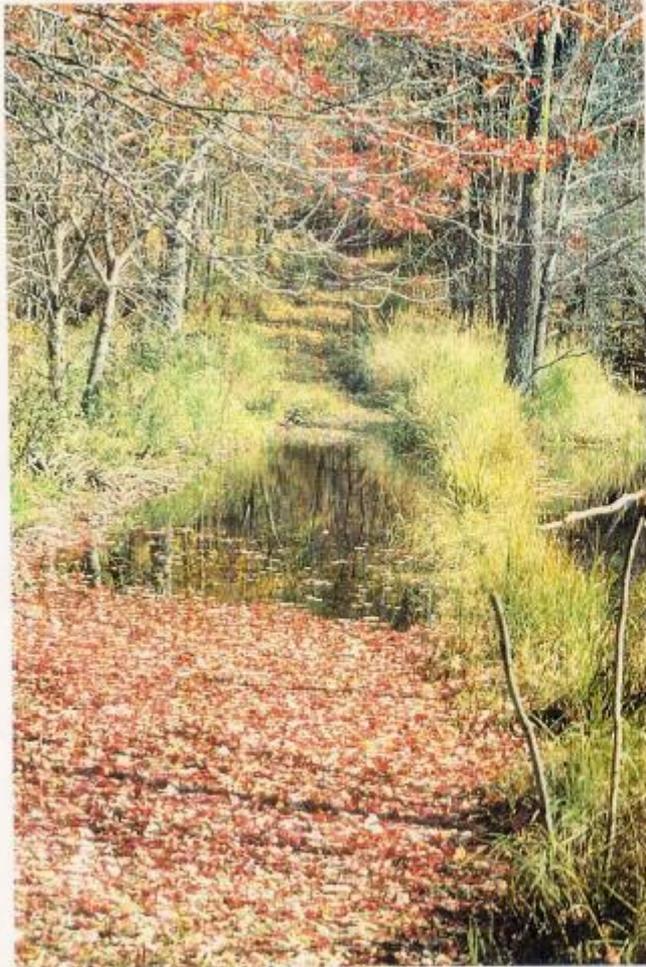
A velocidade afeta o campo de visão e o tempo de observação



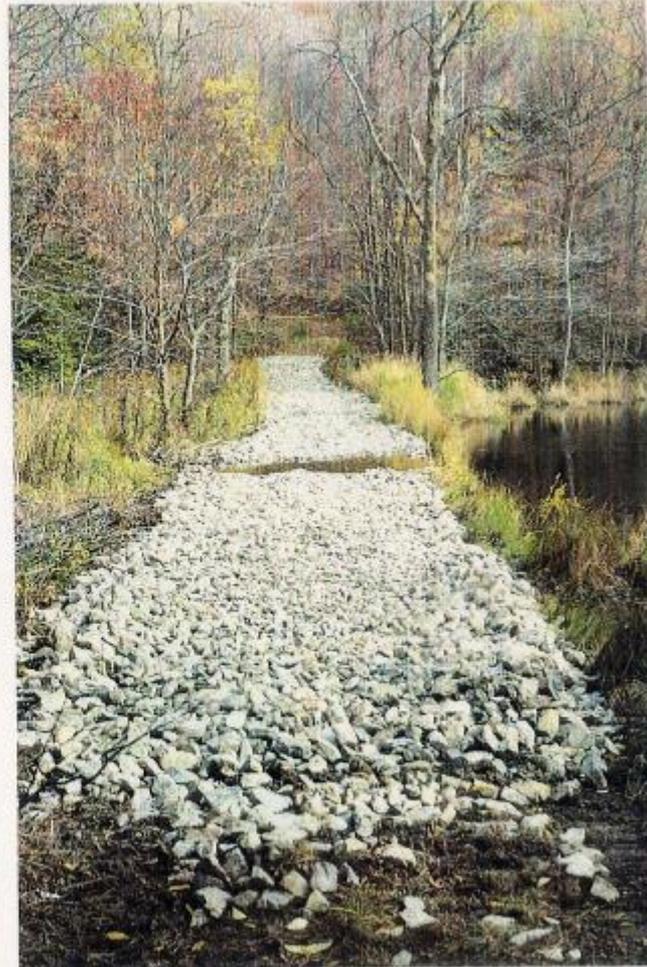
The impact of a highly visible harvest area (*upper left*) is reduced by the use of narrow openings into the harvest area (*lower right*). A vegetative island further blocks the view into the harvest area.



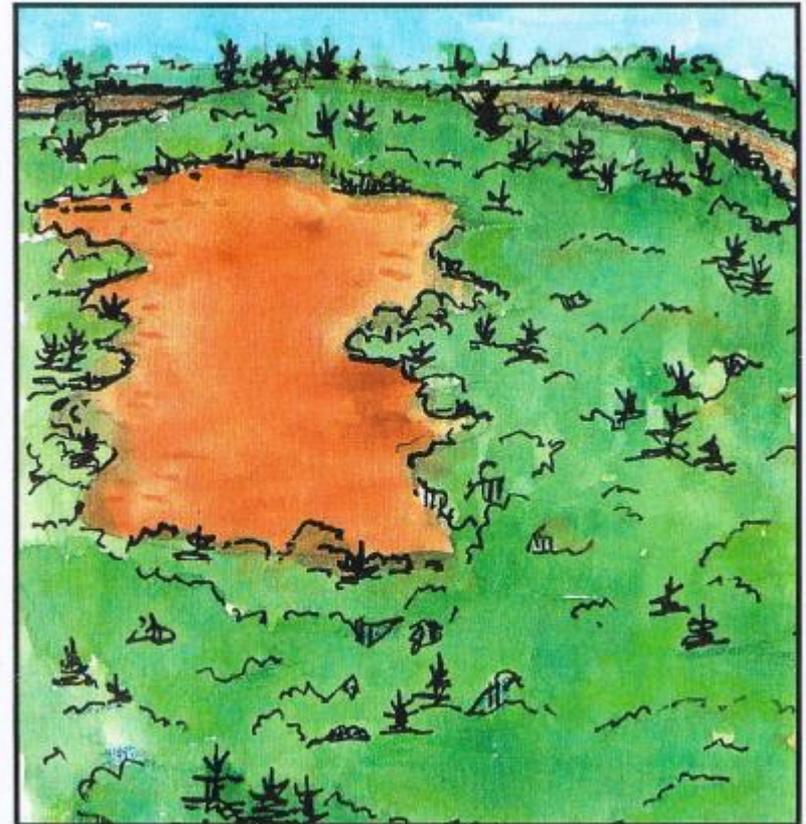
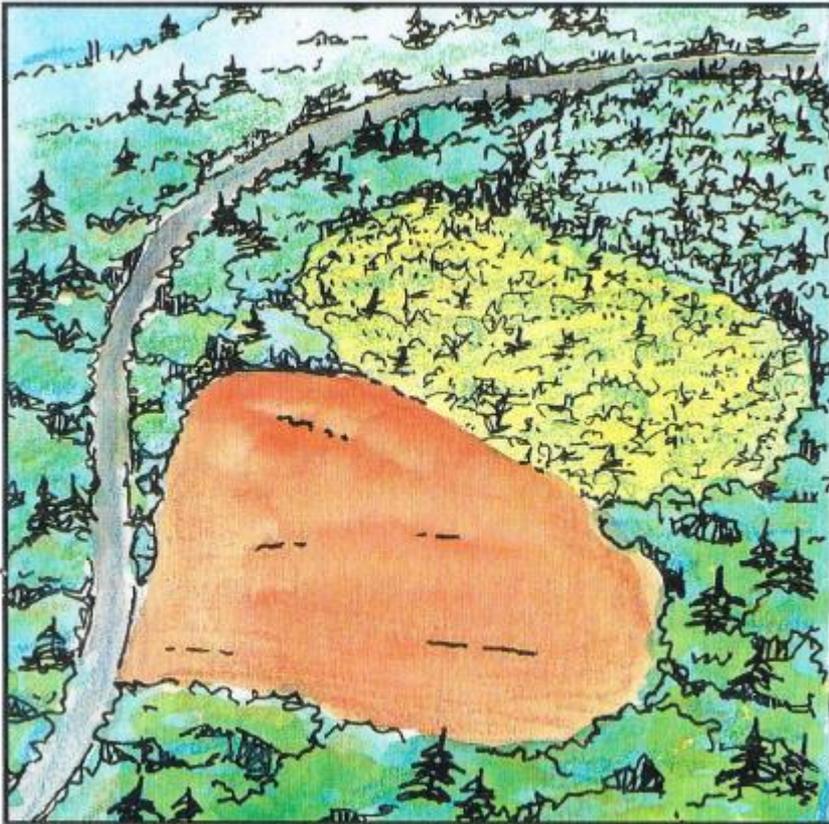
Shaping clear-cuts to resemble natural openings (*above*) is more visually pleasing than geometric clear-cut areas (*below*). The top opening also uses a vegetative island to reduce apparent size from the road.



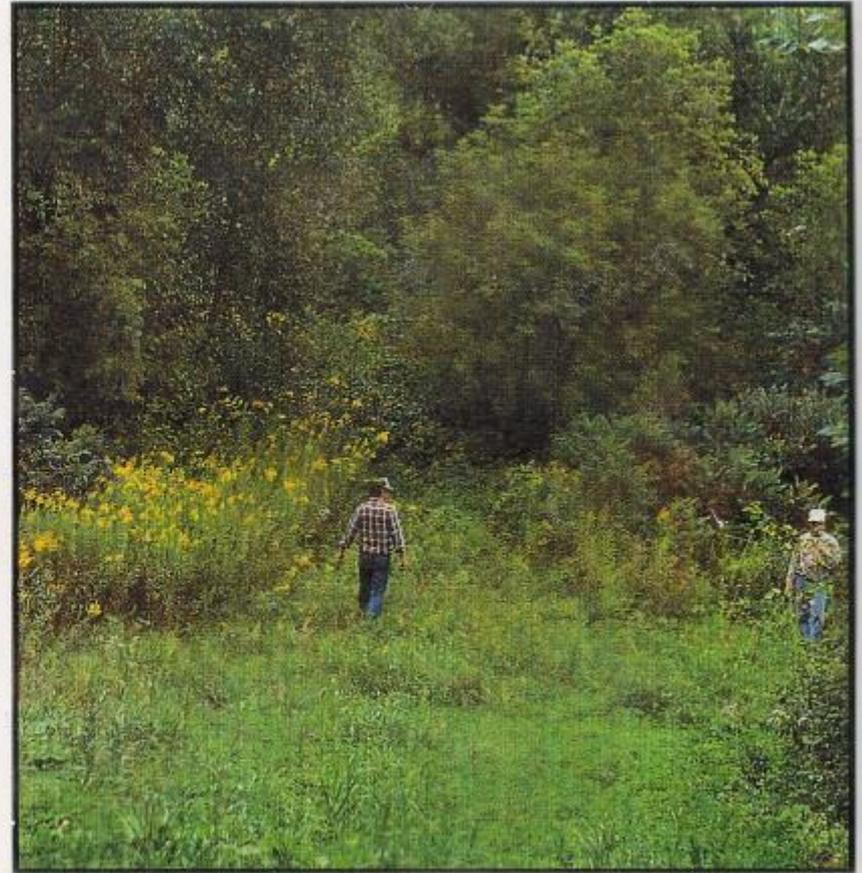
*Road improvements are designed to be cost-effective and functional, but how often is the appearance of these improvements considered?*



*Through thoughtful planning, the same road can be upgraded so that it is attractive, functional, and maintenance-free at a competitive cost.*



Multiple-stage cutting (*left*) and using natural terrain to screen clear-cuts (*right*) are two practices that reduce the apparent size of a harvest area.



After harvesting is completed, landings can be seeded to become attractive openings. *Photos courtesy of Potlatch Corporation (left) and Minnesota Department of Natural Resources (right)*



*Many people tend to judge the quality of an entire harvest by the appearance of the landing both during and after the harvest.*





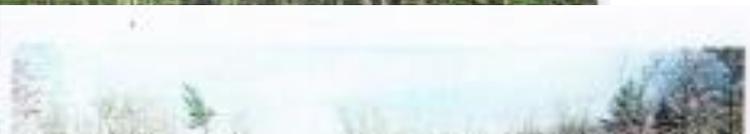
*This landing was large in order to the sorting and p 1,200 cords of p*



*To soften the landing of det responsibility.*



*in mid-August seed the land share program*



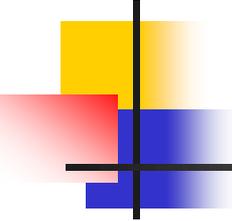
*By November a had been repla*



*in June of the fall*



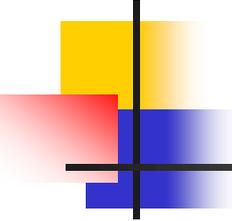
*Landings can help provide wildlife openings, which are often few and far between in heavily forested areas.*



## 7. Utilização de óleos biodegradáveis

---

- Motosserras: comercialização anual de 10 milhões de litros de bio-lubrificantes somente na França.
- Óleo lubrificante de corrente e sabre de motosserra com base em Canola: 40% de redução no seu consumo.
- Aumento na vida útil dessas peças, pela melhor aderência ao metal e lubrificação do óleo vegetal em comparação ao óleo de origem fóssil.

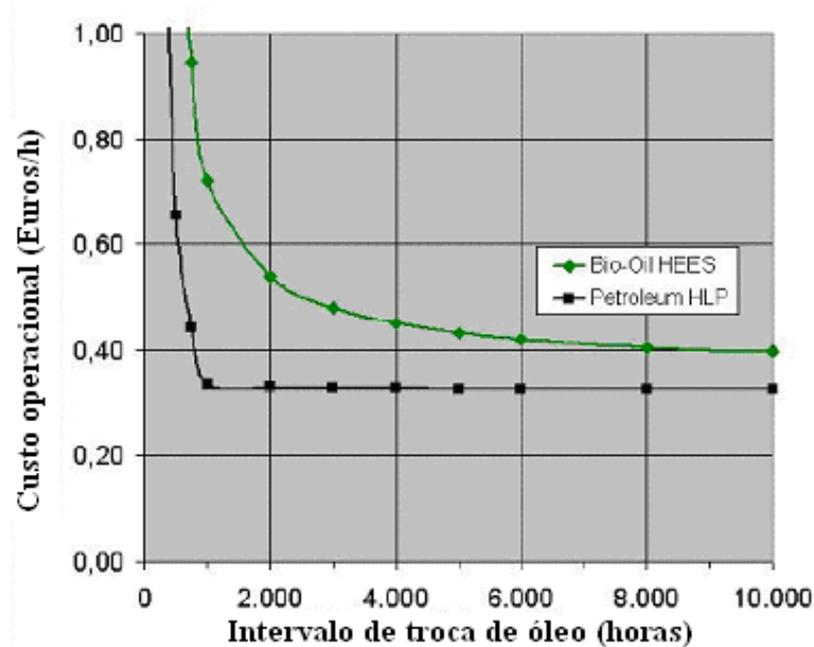


## 7. Utilização de óleos biodegradáveis

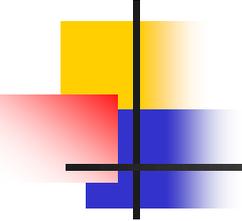
---

- O óleo de Canola tem baixa pressão de vapor, o que reduz a inalação de fumaça pelo operador, e sua composição é similar ao óleo da pele humana, o que pode reduzir irritações e eczemas em operadores e mecânicos.
- Ele não é tóxico e a sua degradação é rápida (97% em 21 dias), de acordo com fabricantes.

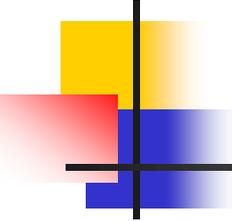
- O bio - óleo é mais caro (3 - 5 €/litro) do que os óleos minerais comuns (1 - 1,50 €/litro)



**Comparação de custos entre óleo mineral e bio-óleo**

- 
- Comissão Florestal do Reino Unido: todos os tratores florestais teriam que usar óleo hidráulico biodegradável a partir de Abril de 2007.
  - **Mas**, a rápida degradação dos mesmos pode levar à diminuição dos níveis de oxigênio no solo ou água, com possível mortalidade de microrganismos do solo e peixes.
  - Alguns estudos sugerem também que os produtos resultantes da quebra das moléculas dos óleos podem ser tóxicos para bactérias do solo.

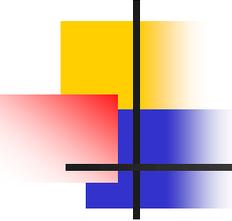




## Instituto de Pesquisa Florestal Finlandês (FFRI)

---

- Uso de bio-óleos em máquinas florestais - 375 máquinas: 40% delas utilizavam bio-óleo hidráulico.
- Entre 27 e 38% dos proprietários experimentaram um ou mais dos seguintes problemas técnicos:
  - remoção de óleo endurecido da máquina, deterioração de mangueiras, falhas de bombas, problemas em clima frio e rápida oxidação ou baixa viscosidade em clima mais quente.
  - Perdas ao redor de US\$10,500, com o maior custo de reparos tendo atingido US\$38,000, em virtude do uso desse tipo de óleo biodegradável.



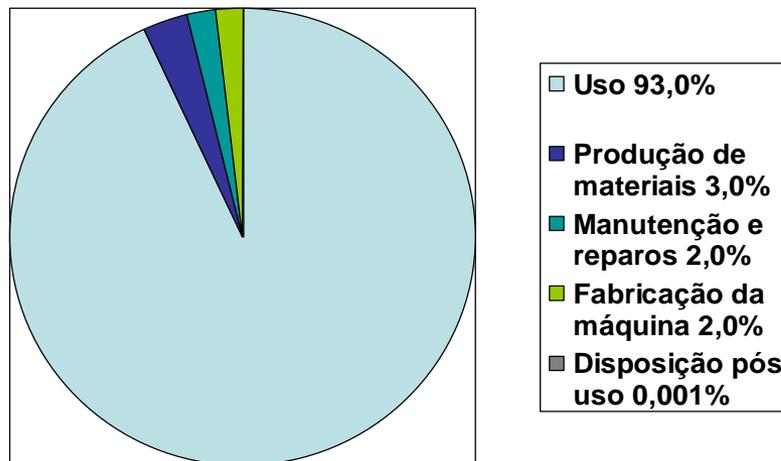
# Instituto de Pesquisa Florestal Finlandês (FFRI)

---

- Entre 27 e 38% dos proprietários experimentaram um ou mais dos seguintes problemas técnicos:
  - Um quarto dos usuários retomou o uso de óleo mineral - consumo de óleo biodegradável por máquina: 440 L por máquina **X** 330 L óleo mineral.
  - 5 a 20% dos operadores reclamaram do cheiro desagradável, problemas de irritações na pele, dificuldades de respiração, irritações nos olhos e outros sintomas.

## 8. Considerações

- Ciclo de vida da máquina
- Fase operacional gera: 450,0 t de gás carbônico, **4,5 t de óxido de nitrogênio**, 0,5 t de óxido de enxofre e 235 kg de material em partículas.



Diferentes fases do ciclo de vida do harvester Timberjack 770, com seus respectivos percentuais do total do impacto ambiental

## 9. Impacto social

- Intensificação da mecanização florestal
- Prod



OS

## Comparativo entre sistemas de colheita florestal – Champion

Convencional	Feller I
4 caminhões F1400 basculantes	1 Feller-Buncher
2 carregadeiras pequenas	2,3 mini skidder
1 carregadeira média	8 motosserras
18 motosserras	1 carregadeira pequena
1,5 ônibus	1 carregadeira média
	0,5 ônibus
Feller II	Feller III
1 feller-buncher	2 feller-bunchers
1,3 mini-skidder	1 skidder
1 motosserra na garra	2 motosserras na garra
1 carregadeira média	1 carregadeira média
2 motosserras	2 motosserras
0,5 ônibus	0,5 ônibus

### Rendimentos:

	1ª rotação	2ª rotação
<b>Feller I</b>		
Feller-buncher	45 st/h	30 st/h
Mini-skidder	18 st/h	15 st/h
(dist. Média = 150 m)		
Traçamento	65 st/homem.dia	50 st/homem.dia
Desgalhamento	150 st/homem.dia	120 st/homem.dia
<b>Feller II</b>		
Mini-skidder	30 st/h	23 st/h
Traçamento mecânico		
.direto no caminho	40 st/h	35 st/h
.na pilha	45 st/h	40 st/h
<b>Feller III</b>		
Skidder	90 st/h	75 st/h

### Quadro geral comparativo:

	St/mês	Mão-de-obra	US\$/st
Convencional	14.000	60	3.80
Feller I	14.000	20	2.80
Feller II	14.000	15	2.65
Feller III	28.000	20	2.20

# Gestão de ocorrências – Cia. Suzano

- A gestão de ocorrências é o processo de atendimento a demandas recebidas do público externo, tais como **reclamações**, dúvidas, elogios e **críticas** relacionadas às atividades operacionais de Suzano.

- Além da avaliação do atendimento e da efetividade das ações, também é monitorado o tempo médio de resposta às ocorrências.



- Fonte: <http://centraldesustentabilidade.suzano.com.br/indicadores/?ind=gestao-de-ocorrencias-642f089c9a2e7>

# Exemplos de Impactos Sociais Adversos e Ações de Controle

- **Impacto:** incômodo causado por deriva de produto em áreas vizinhas.
- Medidas preventivas e mitigatórias: utilização de produtos autorizados pelos órgãos ambientais, sinalização do local, treinamento dos(as) empregados(as) que aplicam os produtos, manutenção dos equipamentos utilizados para aplicação.



# Exemplos de Impactos Sociais Adversos e Ações de Controle

- **Impacto:** aumento do risco de acidentes.
  - Medidas preventivas e mitigatórias: velocidade reduzida e controlada, paradas obrigatórias para checagem e reaperto da carga transportada, campanhas voluntárias de segurança no trânsito.



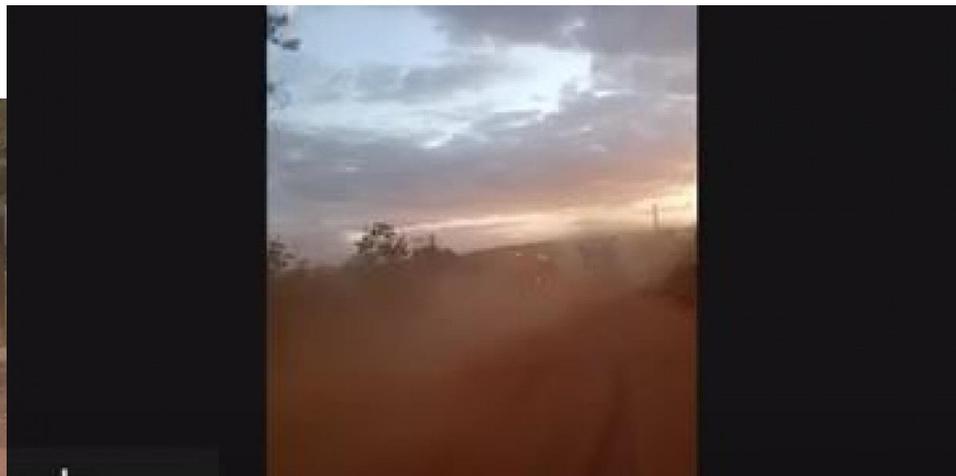
# Exemplos de Impactos Sociais Adversos e Ações de Controle

- **Impacto:** poeira.
  - Medidas preventivas e mitigatórias: redução de poeira com umectação das estradas utilizando caminhões-pipa.



# Idosa morre após inalar poeira em área sem asfalto, no DF – 22/08/23

- Uma idosa de 68 anos morreu após inalar poeira em uma área sem asfalto em Brazlândia, no Distrito Federal. Ogeni Pereira Cortes passou mal e perdeu a vida após fazer filmagens do problema na região para denunciá-lo.



# Exemplos de Impactos Sociais Adversos e Ações de Controle

- **Impacto:** comprometimento da qualidade da malha viária.
  - Medidas preventivas e mitigatórias: manutenção das estradas durante as operações, monitoramento e controle de peso das carretas de transporte de madeira.

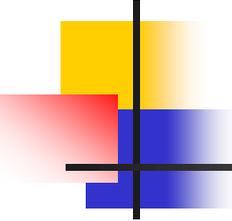


# Exemplos de Impactos Sociais Adversos e Ações de Controle

- **Impacto:** ruído.
  - Medidas preventivas e mitigatórias: negociação de horário de realização das operações.



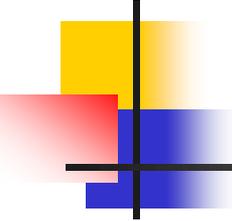
**Jornal do Caminhoneiro:** Idosa revoltada com barulho de caminhão dá vassouradas em caminhoneiro



# Índice de satisfação no atendimento à ocorrência por região

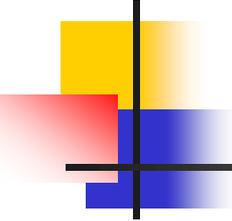
São Paulo  
MS  
ES  
Bahia  
Maranhão  
Total

	2020	2021	2022
	%	%	%
São Paulo	n/d	82,00%	90,00%
MS	80,00%	89,33%	89,33%
ES	90,00%	90,30%	90,00%
Bahia	n/d	90,33%	90,00%
Maranhão	n/d	89,30%	90,00%
Total	85,00%	88,26%	89,67%



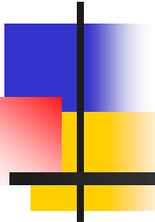
# Número de reclamações recebidas por região

	2020	2021	2022 <sup>1</sup>
	número total	número total	número total
São Paulo	233	504	784
MS	36	30	69
ES	94	123	175
Bahia	34	16	48
Maranhão	72	18	22
Total	469	691	1.098



# Principais reclamações recebidas por região

	2022					
	Bahia	Espírito Santo	Maranhão	Mato Grosso do Sul	São Paulo	Total
	número total	número total	número total	número total	número total	número total
Incômodo causado pela poeira	7	13	5	7	182	214
Comprometimento da qualidade da malha viária	9	29	3	15	129	185
Incômodo causado pelo odor	0	5	0	0	155	160
Danos aos bens públicos e ao patrimônio privado	25	69	7	37	0	138
Aumento do risco de acidentes (pessoas e animais)	7	19	1	17	0	44
Incômodo causado pelo ruído	0	0	0	0	36	36
Interrupção de energia elétrica	2	19	0	1	9	31
Interrupção de tráfego	0	19	0	2	0	21
Alteração da disponibilidade de água	0	2	0	2	10	14
Incômodos causados pela redução da qualidade do trânsito	0	11	1	2	0	14



# Colheita de resíduos para energia

---

Uma opção viável?



Linha de acúmulo de casca

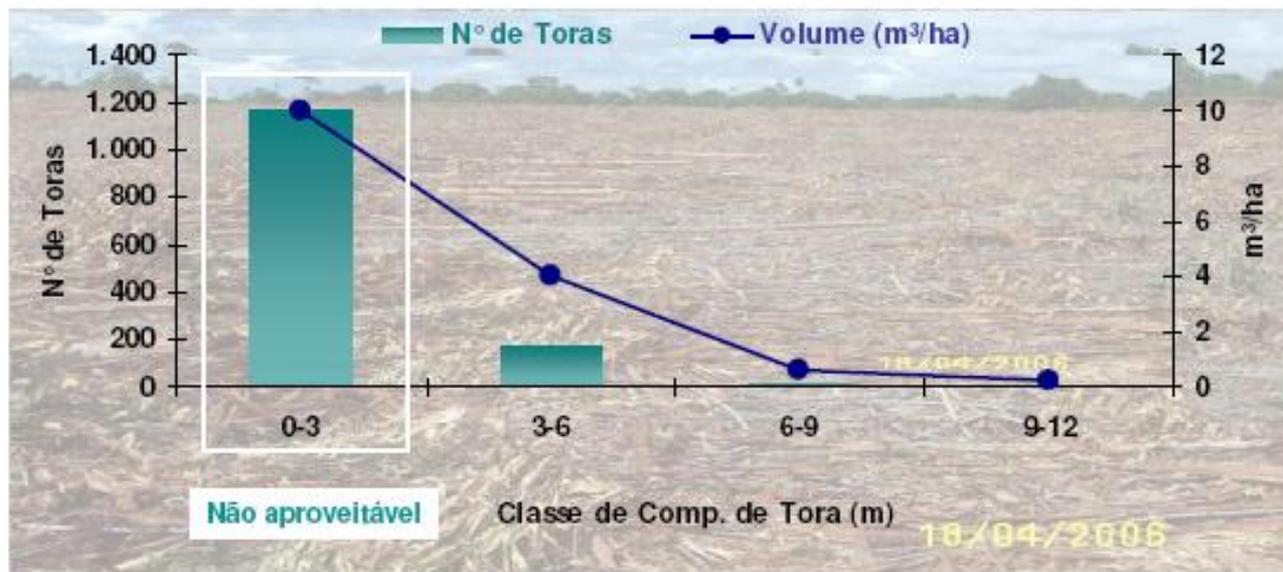


Acúmulo de casca

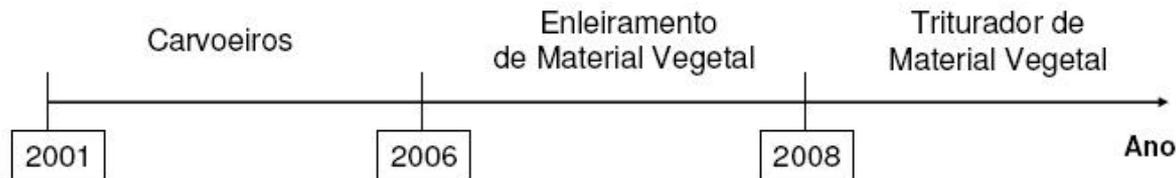
15 10 08

# Exemplo Veracel

Classe (Comp. de Toras)	Número de Toras	Volume de Material Vegetal	
		%	m <sup>3</sup> /ha
0-3	1.166	86,1%	10
3-6	171	12,6%	4
6-9	14	1,0%	0,6
9-12	3	0,2%	0,2
<b>Total</b>	<b>1.354</b>		<b>14,8</b>



# Exemplo Veracel



- Razões da desmobilização da atividade de retirada de material vegetal:
  - Péssimas condições de trabalho e segurança;
  - Péssimas instalações e alojamentos;
  - Importância da permanência do material vegetal no campo (matéria orgânica x sustentabilidade da produção florestal)



Alojamentos



Segurança



# Colheita de resíduos

---

- Exemplo da Cia. Suzano
  - INICIO DA JORNADA DE TRABALHO: segurança, informações e ginástica laboral.



# Colheita de resíduos

- Exemplo da Cia. Suzano
  - Infra-estrutura de apoio



# Colheita de resíduos

- Preparo do resíduo
  - 1 operador de MS + 5 ajudantes
  - Produtividade: 136 st/homem.mês



# Colheita de resíduos

## □ Extração:

- 3 tratores auto-carregáveis
- Produtividade: 3.000 st/trator.mês
- 18,5 m<sup>3</sup>/ha ⇒ R\$107,00



# Colheita de resíduos

---

- Transporte rodoviário:
  - Opções: Carreta 3 eixos (66 st) ou Bi-trem (81 st) (Fator: 250 kg/st)
  - Composições equipadas com telas alternadas nos fueiros laterais (segurança).



# Colheita de resíduos – Impactos da atividade

---

ECONÔMICO

- ❑ Redução dos custos de reforma
- ❑ Melhoria na qualidade dos plantios
- ❑ Redução de acidentes

AMBIENTAL

- ❑ Oferta de biomassa a partir de florestas certificadas

SOCIAL

- ❑ Geração de empregos (80 diretos)
- ❑ Geração de renda
- ❑ Geração de impostos
- ❑ Fornecimento de refeição no campo



## SITUAÇÃO ATUAL



X

- Introdução de descascamento no campo (2007)*
- Redução da venda de resíduos de eucalipto*
- Aumento dos resíduos vegetais*



- Dificuldade de execução da operação de subsolagem*



**Triturador de Material Vegetal**

[https://www.ted.com/talks/bernie\\_krause\\_the\\_voice\\_of\\_the\\_natural\\_world?language=pt  
&subtitle=pt-br](https://www.ted.com/talks/bernie_krause_the_voice_of_the_natural_world?language=pt&subtitle=pt-br)

---