

Desafios da produção
e abastecimento
industrial conjugado
de madeira para
celulose e energia

Consumo específico de vapor

Fábrica de Celulose



Energia necessária pode ser suprida pela queima de resíduo Florestal

Fábrica de Papel



Consumo específico de vapor

Resíduo florestal é um subproduto gerado pela colheita de madeira para processo

Otimização do Processo

▶ Demanda
por Biomassa

▶ **Conjugar a produção**

Madeira → Celulose

Resíduos → Energia

Redução de até
R\$ 400/ha

*do custo de preparo do
terreno para reforma*

▶ O custo da biomassa é
o custo de coleta

Caso Klabin

O aumento de demanda por biomassa, mudou o sistema de colheita e criou um sistema de coleta e processamento de resíduos

Caldeira a biomassa de 370 ton de vapor/h

500 mil t/a de biomassa residual

Desafios

▶ **Colheita**

▶ **Tratamento**

▶ **Transporte**



Desafios de Colheita

Cut-to-length *(harvester-forwarder)*

— Deixa os resíduos espalhados pelo talhão.

Soluções existentes com custo alto
(ex: equipamento de coleta e
enfardamento da biomassa)

Full-tree *(feller-buncher-skidder)*



+ naturalmente já concentra os
resíduos próximo a estrada

O sistema de colheita tem que ser compatível com a coleta da biomassa residual

Desafios Tratamento

*Madeira para
Processo*

*Biomassa
Residual*

Teor de cinzas
(areia e terra)



0,5%

3% a 4%

1

Sistema de classificação pneumático para limpar a biomassa



Alto custo de operação

2

Caldeira preparada para aceitar esse combustível "mais contaminado"



Leito Fluidizado



Desafios de Transporte

1

Transportar a Biomassa e picar na Fábrica

+ Eficiência da operação de picagem

- Baixa densidade inviabiliza o custo do frete

2

Picar a Biomassa no Talhão

+ Frete mais eficiente

- Separação de areia e pedras



Desafios de Transporte

Nossa solução foi utilizar um picador de grande porte, transportável e autopropelido

Sistema de picagem utilizado foi o reversível martelo/facas. Hoje, usamos martelo, já que facas apresentou problemas com a casca do Eucalipto

Produção de biomassa aproveitável

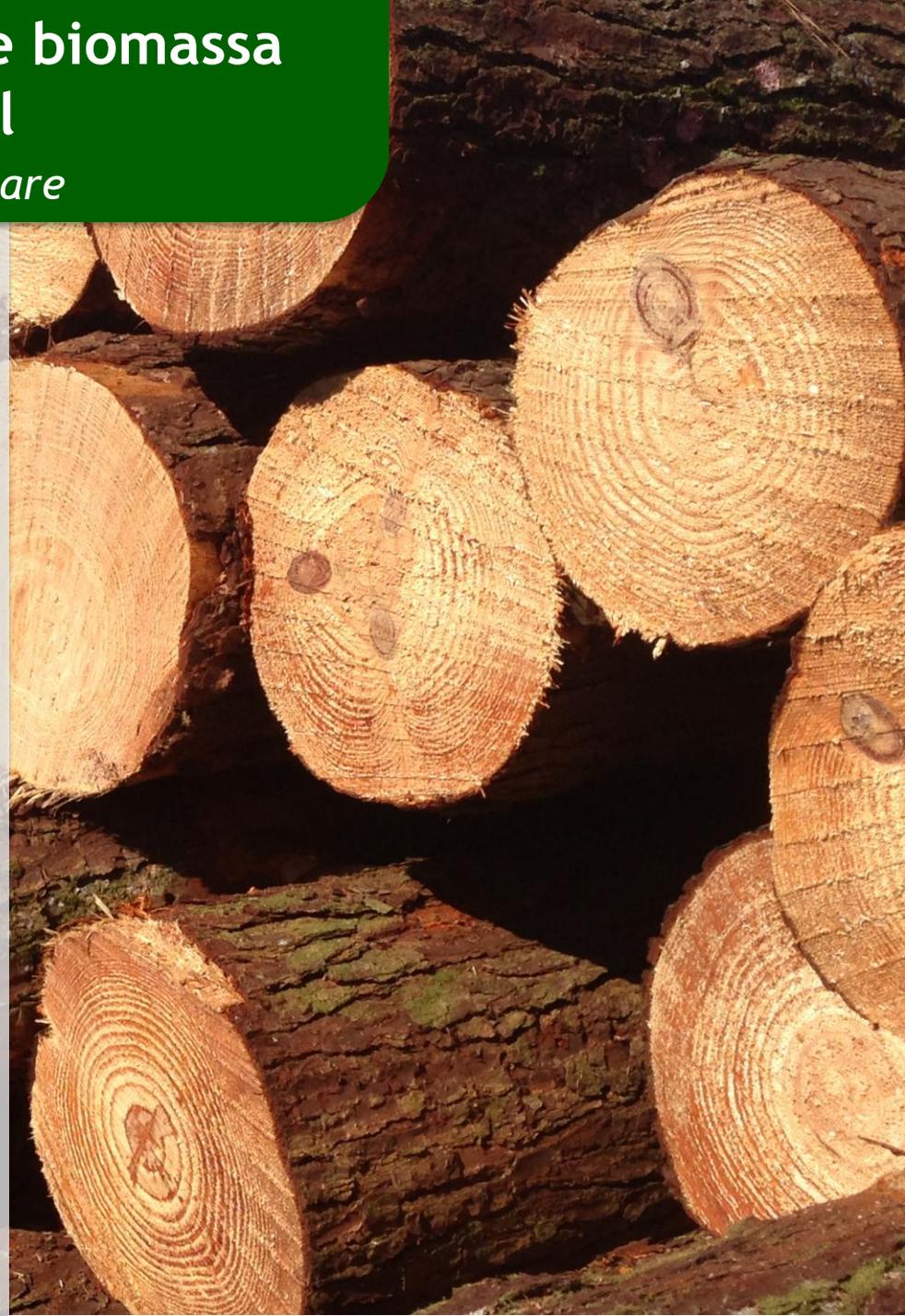
tonelada/hectare



EUCALIPTO
25



PINUS
35



Lições aprendidas

- **Concentrar os resíduos** antes da operação de picagem usando escavadeiras (o picador pode produzir 100 t/h mas é difícil manter essa produção sem um estoque adequado compatível de material)
- **Descarregar o material picado diretamente no caminhão** para evitar mais contaminação ao estocar diretamente no chão
- **Usar carretas com piso móvel** para facilitar a descarga na fábrica
- **Ter uma peneira na fábrica reclassificando o material.** Pode ser interessante ter uma peneira maior no picador no campo (mais produção, menos manutenção) desde que haja oportunidade de retirar o *oversize* antes do sistema de alimentação da caldeira

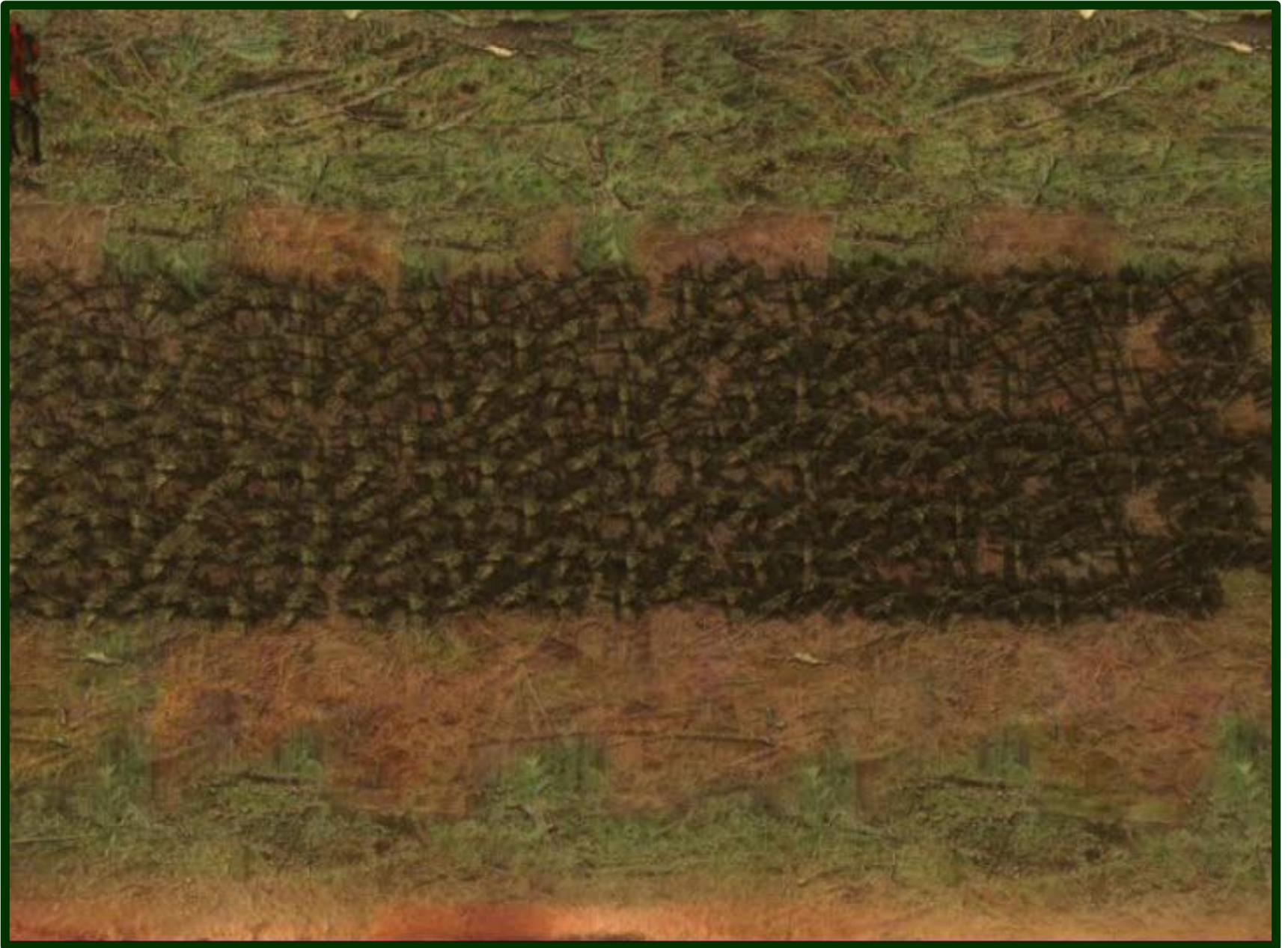
Desafios de Produção

Em alguns lugares, especialmente na Escandinávia, há mais de 15 anos se faz a coleta até mesmo do toco das árvores

Desafios de Produção

Existe uma questão ainda não totalmente respondida sobre a extração de nutrientes do solo.







Muito Obrigado!



Klabin

klabin.com.br