Eucalyptus Online Book & Newsletter

Eucalyptus Newsletter nº 86 – Março 2021

Cursos & Coletâneas Bibliográficas por Celso Foelkel

Cavacos de Madeira como Matéria-Prima para Celulose e Papel

A Qualidade Definitiva da Madeira – "The Ultimate Wood Quality"

Criação e Autoria dessa edição da Eucalyptus Newsletter: **Celso Foelkel**

Uma realização da parceria:

Grau Celsius – Negócios em Gestão do Conhecimento

ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

Organizações facilitadoras

ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores

IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais

RIADICYP – Red IberoAmericana de Docencia e Investigación en Celulosa, Papel y Productos Lignocelulósicos

Empresas e organizações apoiadoras na Categoria "*Premium*"

Suzano – Categoria *Premium*

ArborGen Tecnologia Florestal - Categoria *Premium*

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores - Categoria *Premium*

Empresas e organizações apoiadoras na Categoria "*Master*"

ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

Categoria *Master*

Bracell - Categoria *Master*

Klabin **-** Categoria *Master*

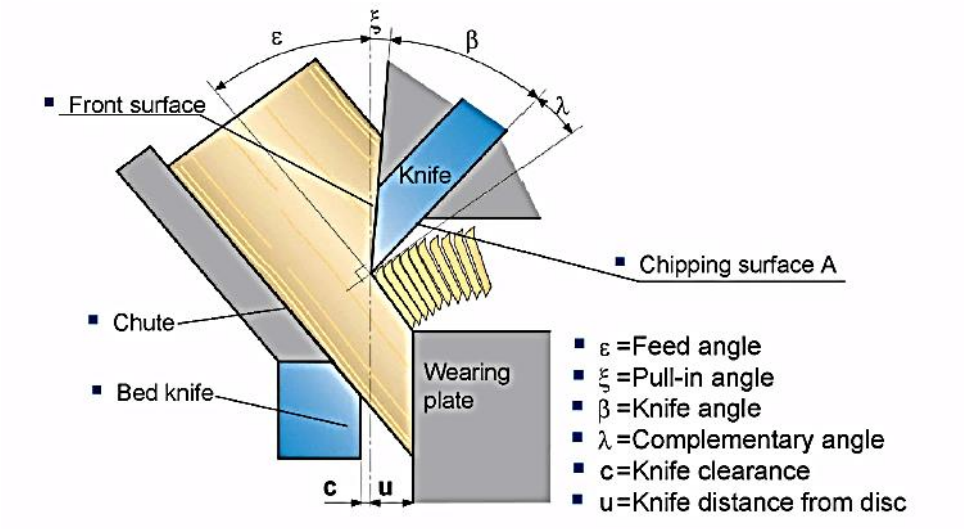
Veracel Celulose - Categoria *Master*

Eucalyptus Online Book & Newsletter

Cursos & Coletâneas Bibliográficas por Celso Foelkel

Cavacos de Madeira como Matéria-Prima para Celulose e Papel

A Qualidade Definitiva da Madeira – "The Ultimate Wood Quality"



Origem da Figura:
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2006_Eucalyptus+Wood+Preps.pdf

Autoria e estruturação do curso: Professor Celso Foelkel

Preâmbulo pelo autor:

Apesar do grande empenho setorial para se promover a integração entre a equipe que produz e se esforça para melhorar a madeira em florestas plantadas e a equipe da fábrica que produz a celulose kraft em seus digestores, ainda existem muitos conflitos e dissintonias entre esses setores

Talvez o principal desses problemas seja exatamente sobre quais madeiras ambas as equipes estejam falando ou comparando:

- **A equipe florestal em geral possui milhares de dados sobre a qualidade da madeira presente nas árvores e já começa a obter os mesmos em épocas precoces – por isso, ela acredita estar fazendo sua parte na tentativa de oferecer a melhor matéria-prima para a fábrica de celulose**

- **Já a equipe industrial está mais focada na madeira que está sendo alimentada nos digestores na forma de cavacos: É essa a madeira que vai se converter em celulose e ela não corresponde exatamente às madeiras que estavam nos troncos das árvores nas florestas**

Apesar do pessoal da área de Preparo da Madeira exigir conhecer a madeira que chega à fábrica em forma de toras, ela pouco conhece da que realmente entra nos digestores

Todos sabem que as madeiras das árvores acabam mudando com o tempo e também com as aplicações de processos sobre elas, tais como: abate das árvores, estocagem de toras, descascamento, conversão a cavacos, estocagem de cavacos,

peneiramento e finalmente vaporização e impregnação dos cavacos para a polpação dentro do digestor

Outro fator complicador é a enorme quantidade de árvores que alimenta diariamente a fábrica e que se vão misturando com outras toras e cavacos previamente estocados em outras épocas

Somem-se a isso, as misturas de madeiras oriundas de talhões com diferentes idades, clones, condições edafoclimáticas, etc.

Para piorar ainda mais, quase sempre as amostragens tomadas de árvores e cavacos são diminutas, em pequeno número e as análises feitas o são em um número de repetições que levam a erros de qualidade dos dados e de interpretações dos resultados ***Como poderíamos resolver esse problema e permitir que as ações de melhoria interna nas fábricas sejam obtidas pela melhor integração entre as áreas de fabricação de celulose e as de suprimento de madeira?***

Eu só vejo uma maneira: **Aumentar o nível de conhecimento e habilidades entre as áreas e nas pessoas das empresas para um melhor diálogo e pela busca de otimizações de processo e não na simples caça de pessoas ou áreas culpadas por perdas de produtividade, qualidade e lucratividade**

Outras coisas a incluir seriam: ***Responsabilidade, Compromisso, Diálogo, "Timing" e Respeito entre os envolvidos***

Porém, o alicerce para isso sem dúvidas é o CONHECIMENTO

Um dos predicados de uma pessoa que conhece muito bem algum assunto é ela também assumir que sempre algumas coisas ainda estão em falta em seu conhecimento – são coisas que se constituem em conhecimentos que precisam ser aprendidos e preenchidos – e isso ela consegue integrando-se com as equipes que trabalham na rede de suprimentos ou estudando por conta própria

Para facilitar esse aprendizado, criamos um conjunto de materiais de cursos virtuais, oferecidos gratuitamente através de nossos websites www.eucalyptus.com.br e www.celso-foelkel.com.br (e distribuídos via mensagens através da nossa parceira ABTCP e pelo Linkedin) cuja finalidade é ajudar a que esse nível de conhecimentos possa aumentar pela oferta desses materiais

Com isso, o diálogo entre as partes interessadas poderá ser mais produtivo e eficiente, resultando em melhores desempenhos e reduções de conflitos internos e externos (entre os clientes e fornecedores na rede de valor).

Esse presente curso finaliza esse conjunto de ações realizadas pelo autor Celso Foelkel com foco em

Qualidade das Madeiras, Fibras e Polpas Celulósicas

O objetivo sempre tem sido oferecer algo prático, didático, sem exageros tecnicistas e que possa ser útil e aplicado a todos os leitores interessados

Através da seleção de algumas centenas de trabalhos, artigos e teses apresentada em uma coletânea nessa presente publicação, também foi possível se reunir um enorme banco de conhecimentos apresentado como tema nº 13, compondo assim um maravilhoso conjunto de publicações e estudos de centenas de autores nacionais e internacionais

Ao longo de nossas criações recentes, tornou-se possível que o autor acompanhasse e conhecesse grupos fantásticos de geradores de conhecimentos sobre as madeiras, cavacos, fibras e polpas celulósicas dos *Eucalyptus* e *Pinus*, desde as florestas até os seus produtos finais

Um agradecimento especial a todos os estudiosos e pesquisadores dessas temáticas vitais ao nosso setor de base florestal plantada e aos nossos milhares de leitores

Outro agradecimento especial deve ser feito e com destaque à nossa parceira de mais de cinco décadas, a ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel que nos oferta para compartilhamento público inúmeras de suas publicações de cursos, eventos, revistas e materiais técnicos que são disponibilizadas em seu Acervo Técnico

E vamos em frente, ainda há muito a estudar e trabalhar nesses assuntos

Esse presente curso finaliza e se agrega a outros materiais produzidos recentemente por Celso Foelkel sobre essa temática de Qualidade das Madeiras, Fibras e Polpas Celulósicas, que recomendo visitarem:

Curso por Celso Foelkel: **Qualidade da madeira para polpação kraft ...Da floresta ao usuário final do papel.** C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 72. 291 pp. (2019)

http://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Curso+Qualidade+Madeira_Processo+Kraft.pdf (em Português)

e

http://www.eucalyptus.com.br/news/pt_julho19.pdf (em Português)

Curso por Celso Foelkel: **Integrando a qualidade da madeira ao processo kraft de produção de celulose ...Dos cavacos de madeira até as fibras kraft individualizadas.** C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 73. 382 pp. (2019)

http://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Curso_Interacao+Madeira+Cavacos+Processo+Kraft.pdf (em Português)

e

http://www.eucalyptus.com.br/news/pt_agosto19.pdf (em Português)

Qualidade das madeiras, fibras e polpas celulósicas. (*Um Relato de Vida e uma Coletânea de cerca de 270 Artigos, Palestras, Cursos e Teses de autoria, coautoria, orientação ou colaboração do Professor Celso Foelkel*). C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 77. 87 pp. (2020)

https://www.eucalyptus.com.br/news/pt_janeiro2020.pdf (em Português)

A evolução tecnológica no Brasil da qualidade das madeiras e das fibras celulósico-papeleiras dos eucaliptos sendo contada pela sequência temporal dos trabalhos técnicos divulgados e disponibilizados através de eventos e publicações da ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 80. 131 pp. (2020)

https://www.eucalyptus.com.br/news/pt_jun2020.pdf (em Português)

Curso & Relato de Vida por Celso Foelkel: **Multi-polpas & multi-fibras - BHKMP – Bleached Hardwood Kraft Market Pulps -** ***Foco em fibras & polpas kraft branqueadas de Eucalyptus.*** C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 81. 594 pp. (2020)

https://www.eucalyptus.com.br/news/pt_ago2020.pdf (em Português)

Uma Galeria de Imagens e um Relato de Vida por Celso Foelkel. Parte 1: ***Multi-fibras & multi-polpas celulósicas. Um atlas de imagens & paisagens anatômicas de fibras & polpas.*** C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 82. 286 pp. (2020)

https://www.eucalyptus.com.br/news/pt_set2020.pdf (em Português)

Galeria de Imagens; Coletânea Bibliográfica & Relato de Vida por Celso Foelkel. Parte 2: **Microscopia de madeiras e papéis. Contendo atlas de imagens & paisagens anatômicas de madeiras & papéis.** C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 83. 342 pp. (2020)

https://www.eucalyptus.com.br/news/pt_out2020.pdf (em Português)

Uma Coletânea e um Relato de Vida... **A evolução tecnológica no Brasil da produção de celulose e papel a partir de madeiras de *Pinus* e de outras coníferas sendo contada pela sequência temporal dos**

trabalhos técnicos divulgados e disponibilizados através de eventos e publicações da ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. C. Foelkel. PinusLetter nº 57. 94 pp. (2020)

http://www.celso-foelkel.com.br/pinus/pinus_57.pdf (em Português)

Material de Curso: **Madeiras para uso celulósico/papeleiro: Formação, ultraestrutura, química e topoquímica.** (*Curso Científico e Tecnológico & Coletânea sobre Química da Madeira. Um curso para consolidar conhecimentos sobre madeiras industriais*). C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 84. 645 pp. (2020)

https://www.eucalyptus.com.br/news/pt_dez2020.pdf (em Português)

Material de Curso: **Importância da qualidade das madeiras e fibras celulósicas** *...das Árvores Engenheiradas pelo Melhoramento Genético até as Polpas Produzidas para Atendimento das Necessidades Papeleiras.* C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 85. 953 pp. (2021)

https://www.eucalyptus.com.br/news/pt_fev2021.pdf (em Português)

Competências a serem conquistadas através desse curso:

Cavacos de Madeira: ***A Qualidade Definitiva da Madeira para Polpação***

- ✓ ***Entendimento e atuação nas interações entre as qualidades das madeiras nas árvores, nas toras, nos cavacos e no desempenho industrial e na qualidade das polpas celulósicas obtidas***

- ✓ ***Acompanhamento da Qualidade das Madeiras: Da floresta à saída do digestor, incluindo colheita florestal, armazenamento, pátio de madeira, produção e manuseio dos cavacos, primeiras modificações nos cavacos de madeira em seu trajeto dentro do digestor kraft, etc.***

- ✓ ***Valorização dos cavacos de madeira e sua qualidade total: dimensões, uniformidade, densidade, limpeza, qualidades intrínsecas da madeira e umidade***

- ✓ ***Melhoria do desempenho da madeira para os processos industriais e para os seus produtos derivados e planejamento do uso na fábrica das madeiras produzidas pelas florestas***

- ✓ ***Facilitação para que os envolvidos nesse tema possam trabalhar na otimização dos seus processos produtivos via acompanhamento e melhoria da qualidade das madeiras de seus cavacos***

Conteúdo do curso:

1. **Conceituando Qualidade da Madeira na Forma de Cavacos**

2. **Os Cavacos e sua Variabilidade: A Necessidade de Amostragens e Análises Representativas**

3. **Qualidade dos Cavacos Começa no Preparo da Madeira: Da Colheita Florestal às Operações Que Antecedem à Picagem**

    3.1. Colheita Florestal
    3.2. Estocagem das toras
    3.3. Recebimento das toras ou cavacos nas fábricas
    3.4. Descascamento das toras
    3.5. Lavagem das toras

4. **Conversão de Toras em Cavacos: Os Picadores**

5. **Conversão de Toras em Cavacos: As Peneiras Classificadoras**

6. Sugerindo Metodologias de Ensaios de Qualidade de Cavacos

7. Madeira em Formato de Cavacos e suas Propriedades Vitais

8. Cavacos Ideais - Fatores que Afetam a Qualidade da Madeira na Forma de Cavacos

9. Variação da Quantidade e Qualidade da Madeira no Processo de Preparo da Madeira e Produção de Cavacos

10. Pré-Vaporizando os Cavacos de Madeira

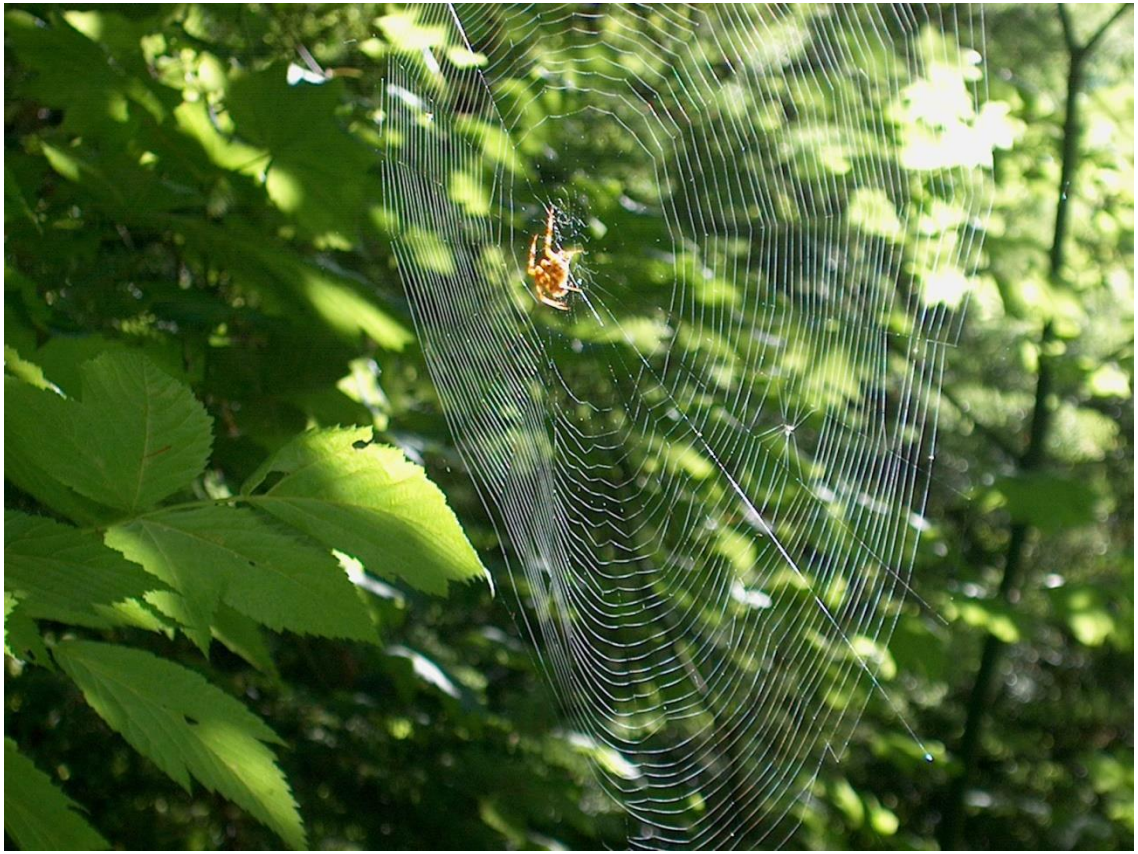
11. A Impregnação dos Cavacos pelo Licor de Polpação Kraft

12. Recomendações Finais e Estratégias para Cavacos de Madeira

13. Coletânea de Referências de Literaturas Técnicas e Científicas sobre Produção e Qualidade de Cavacos para Polpação Kraft

Origem da Figura:

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2017_Inovazao+Qualidade+Madeira+Eldorado.pdf



Florestas / Madeiras / Cavacos / Polpas Celulósicas/ Papéis
Uma rede de interdependências

Tema nº 01:

Conceituando Qualidade da Madeira na Forma de Cavacos

Qualidade = "Adequação ao uso"

"Fitness for use" – Joseph Juran

"Adequação ao uso" = quando o produto ou matéria-prima for usado e são gerados os desejados benefícios aos sonhos do consumidor e não são trazidos pesadelos nessa utilização

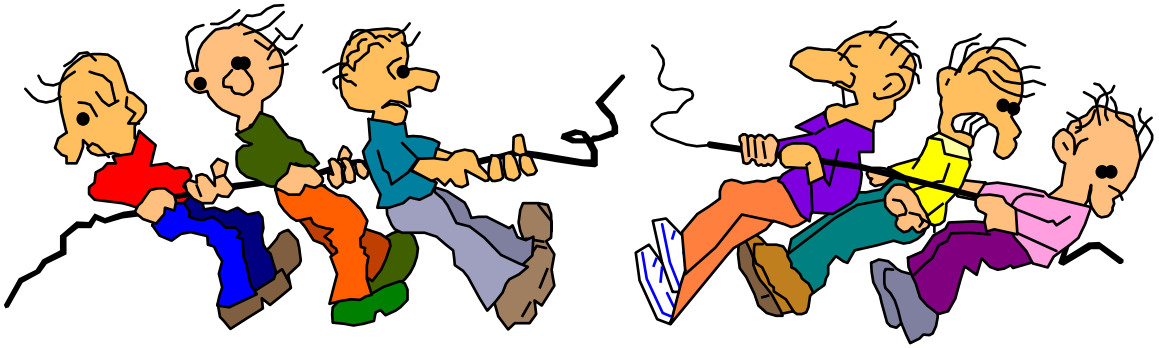
Cavacos são fragmentos de madeira especialmente preparados em máquinas robustas e poderosas (picadores e peneiras classificadoras) e que podem ser utilizados para diversos tipos de processos industriais e agrícolas:

- **Produção de celulose e papel**
- **Produção de painéis e chapas de madeira (MDF, MDP, etc.)**
- **Bioenergia (queima direta, péletes, briquetes)**
- **Compostagem e "mulching" agrícola**

Na fabricação de celulose kraft, os cavacos são produzidos com a finalidade de aumentar a superfície de exposição da madeira ao licor de cozimento

Dessa forma, o licor pode impregnar a madeira e executar sua missão de dissolver e modificar os compostos cimentantes dos elementos anatômicos e individualizar as fibras celulósicas

Cada fábrica ou cada digestor tem suas próprias exigências em qualidade de cavacos, em função de seu processo e das necessidades dos clientes imediatos



O grande problema é que o cliente dos cavacos é um cliente interno da rede de valor da fábrica

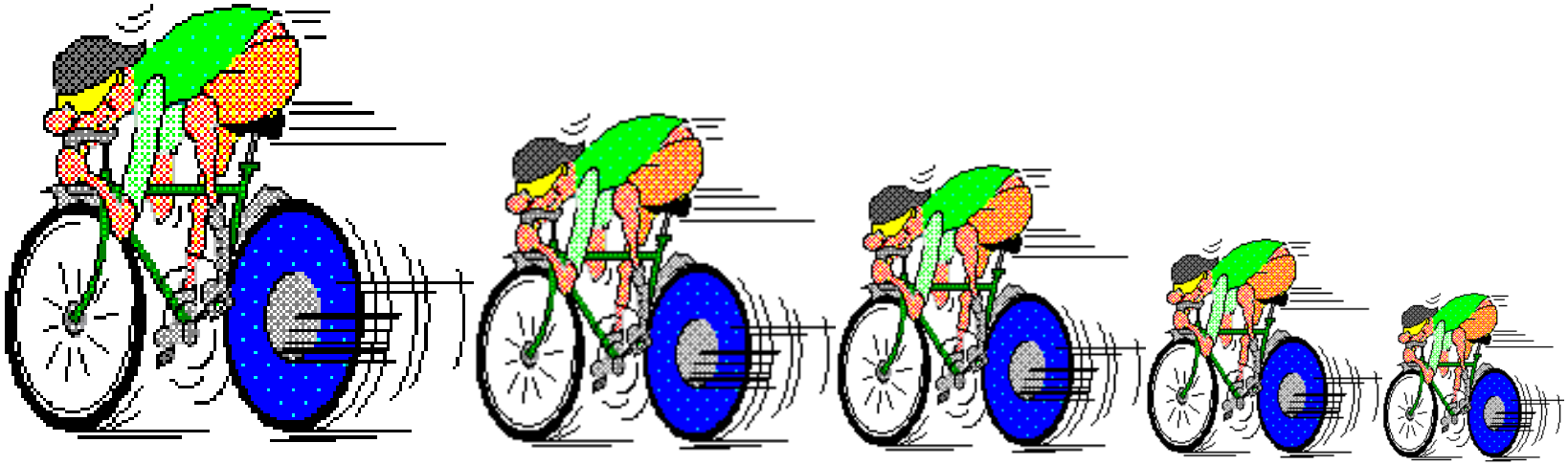
Não há, portanto, muito espaço de negociação entre produtores e consumidores dos cavacos – não há concorrência para ameaçar algum dos elos da rede

Os gargalos de processo acabam gerando as especificações impostas para a qualidade da madeira e de seus cavacos

Resolvido o gargalo por investimentos ou adequações, as especificações dessas qualidades podem mudar completamente

Desenvolver qualidades de madeiras em formato de cavacos consiste em processos sem fim...

Isso porque as fábricas e florestas estão sempre em contínuas mudanças, evoluindo em tecnologias, ritmos e capacidades de produção, mercados e clientes



O usuário quer na verdade que os cavacos desempenhem bem em seu processo, dando rendimentos, consumos, custos e atendimento dos desejos dele, da sua empresa e dos usuários das polpas sendo produzidas

O produtor de cavacos precisa conhecer muito bem as necessidades de seu cliente imediato

Conforme o tipo de produto em que os cavacos serão utilizados, variam as exigências em qualidade:

Polpa kraft?

Pasta de alto rendimento?

“Medium Density Fiberboard” (painel MDF)?

“Medium Density Particleboard” (painel MDP)?

“Hardboard” (Chapas duras)?

Bionergia (queima direta)?

Bioenergia (Péletes ou Briquetes)?

Produtores + Consumidores de árvores/madeiras para a indústria de fabricação de celulose kraft

Objetivos do produtor de florestas plantadas:

- **Máxima produtividade florestal em volume**
- **Mínimos custos operacionais**
- **Homogeneidade de produção**
- **Mínima geração de resíduos**
- **Altas plasticidades dos clones e das madeiras produzidas**
- **Qualidade da madeira dentro das exigências do consumidor**

- **Objetivos do produtor de celulose de mercado:**

- **Máxima produtividade dos processos industriais**
- **Alta homogeneidade do produto**
- **Alta flexibilidade do uso da celulose**
- **Mínimos gargalos operacionais (alimentação de cavacos, produção de licores branco e preto, sólidos secos para caldeira de recuperação, perdas de processo, etc.)**
- **Mínimos custos operacionais**
- **Homogeneidade, estabilidade e continuidade de produção (quantidade diária e qualidades)**
- **Mínima geração de perdas, paradas operacionais, refugos de qualidade, etc.**

25 10 2006

Atualmente, na área de Preparo da Madeira se atua muito mais sob a visão de avaliações da Qualidade dos Cavacos ao invés da proposta desse curso que seria a Qualidade da Madeira na Forma de Cavacos Alimentados ao Digestor

Apesar do reconhecimento da importância que os cavacos apresentam para o processo de polpação kraft, essa área da tecnologia da madeira não tem merecido a necessária atenção

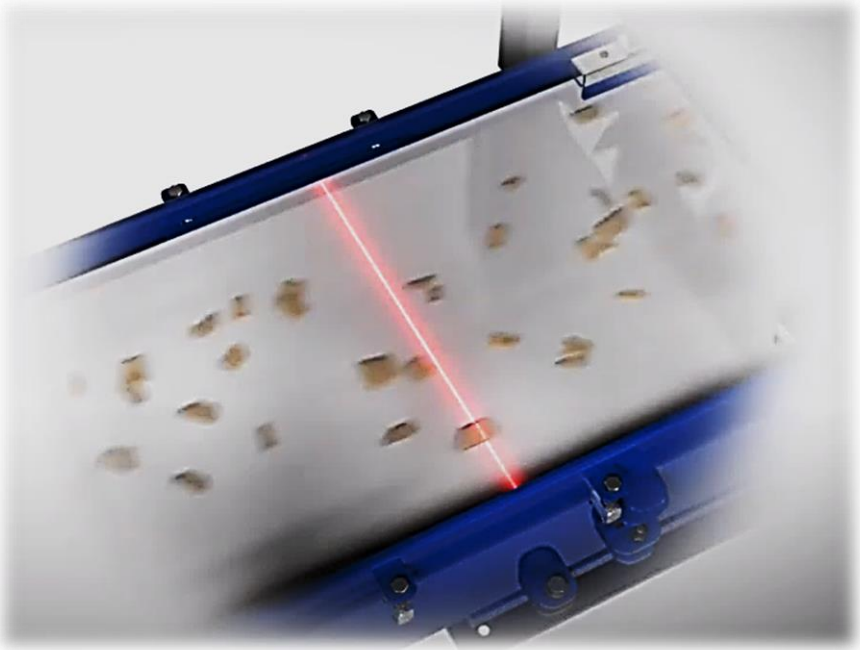
A maior parte dos estudos e desenvolvimentos se concentra na evolução de medições e de tecnologias para aumento de capacidade e obtenção de fragmentos de madeira adequados em dimensões, limpeza, umidade e densidade a granel

Praticamente, não existem preocupações quanto à anatomia e química da madeira que alimenta os digestores olhando e gerenciando diretamente os cavacos e não as madeiras das florestas colhidas poucos meses atrás

Em parte, esse filosofia resultou das dificuldades de se obter amostras representativas e confiáveis, bem como das avaliações entediantes nos laboratórios, em função da enorme população de cavacos que alimentam as fábricas no seu dia-a-dia operacional

As velocidades de apresentação dos resultados e a qualidade dos mesmos nem sempre têm sido bem aproveitadas para opções de gestão e otimizações
Apenas têm servido para um monitoramente, às vezes inconsequente

Atualmente já se dispõem de metodologias de avaliação através de sensores óticos ou elétricos, que permitem se obter "just-in-time" algumas dessas características tradicionais dos cavacos: granulometria, densidade aparente, umidade e carga alimentada base peso e volume



Origem da Imagem: https://www.youtube.com/embed/374-2uAhuRY?autoplay=1

Com maior rapidez através das respostas instantâneas e online, os gestores operacionais passaram a ter ferramentas mais poderosas para controlar e monitorar aquilo que por décadas foi algo cinzento e pouco explorado da Qualidade da Madeira

Isso acabou mudando o conceito tradicional e a frase apresentada a seguir já pode ser encontrada em muitos artigos publicados recentemente:

"Cavacos de alta qualidade não são somente uma questão de dimensões, densidade aparente e limpeza"

Essa frase emergiu do fato de que, mesmo com cavacos melhores, o digestor pode operar mal, ainda que com cavacos de dimensões, limpeza e densidade aparente dentro do especificado
...por razões relacionadas às características intrínsecas da madeira

Partículas ou minicasacos para produção de painel MDP

Algumas outras evoluções importantes aconteceram na área de produção de celulose kraft, associadas aos cavacos:

- **Aproveitamento energético dos cavacos rejeitados e da casca em caldeiras térmicas de biomassa, o que favorece o uso de cavacos rejeitados para produção de celulose, tais como: finos, palitos ("pin chips"), sobre-espessos ("over-thicked") e sobre-dimensionados ("over-lengthed")**

  A aceitação de cavacos de madeira pelos operadores das caldeiras de biomassa causa enorme felicidade a eles, pois a madeira é um biocombustível mais potente do que a casca

  Assim, é comum que o pessoal da caldeira "fique pedindo mais rejeitos de cavacos", pois isso é bom para eles – mas muito mal para o processo de polpação

- **Introdução de uma nova tecnologia para pré-impregnação dos cavacos antes da polpação kraft (vaso de impregnação), reduzindo assim as exigências em termos de dimensões dos cavacos**

  Com essa nova condição operacional, cavacos maiores passaram a ser usados sem reclamos do pessoal do setor de polpação kraft (entre 25 a até mesmo 32 mm de comprimento), por não terem ocasionado problemas de geração maior de rejeitos e "shives" no digestor

Essas duas opções tecnológicas vêm sendo adotadas em praticamente todos os novos empreendimentos do setor de celulose kraft e também nas modernizações de muitas das fábricas kraft existentes

"Tamanha tem sido a confiança" de que as dimensões dos cavacos podem ser aumentadas pelas tecnologias disponíveis atualmente, que os investidores em fábricas de celulose acreditam que não se faz necessário em investir mais no setor de preparação dos cavacos em situações de modernização ou ampliação de capacidade de fábricas

"Entre erros e acertos e nosso setor de fabricar celulose kraft caminha em direção ao seu futuro"

Existem algumas causas para que o setor de preparação da madeira não seja prioridade ao muitos dos investidores em fábricas do setor:

→ **Visão dos gestores, que enxergam custos a mais se investirem no preparo dos cavacos e preferem investir em caldeiras, digestores e novas instalações para produzir mais polpa (ampliação de capacidade)**

→ **Falta de empenho do pessoal técnico para comprovar as vantagens em redução de consumos específicos, custos unitários de produção e aumento da produção do digestor pela atuação sobre a qualidade da madeira e dos cavacos**

→ **Perda de motivação acumulada em diversas décadas de baixa atenção para a área de preparação de cavacos em relação a outras prioridades das fábricas**

→ **A própria robustez dos equipamentos do setor de produção de cavacos acaba permitindo que os gestores se esqueçam deles, pois temos picadores e peneiras de classificação de cavacos atuando há mais de 5 décadas em muitas fábricas do setor**

Falta uma visão mais clara em muitas empresas sobre os seguintes fatos:

- **A qualidade dos cavacos afeta a produtividade dos digestores tanto em quantidade de polpa sendo liberada a partir de mesma quantidade de cavacos como da própria capacidade ou incapacidade de se alimentar mais madeira ao digestor**

- **A qualidade dos cavacos tem enorme influência sobre o Consumo Específico de Madeira para produção de celulose, principalmente se incluirmos nessa qualidade os dados de constituição química das madeiras, estado de deterioração, etc. em adição aos tradicionais parâmetros de qualidade dos cavacos**

Praticamente se perdem os esforços da área de Melhoramento Florestal em buscar otimizar a qualidade da madeira das árvores quando elas chegam à idade de colheita caso....

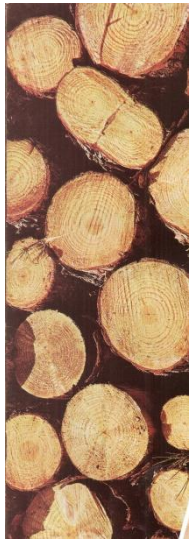
.... o setor de preparação de cavacos destruir essas virtudes e ganhos potenciais pelo fato de produzir cavacos com excesso de casca, com muita madeira deteriorada, com excesso de finos e sobre-espessos para eliminar, etc.; etc.

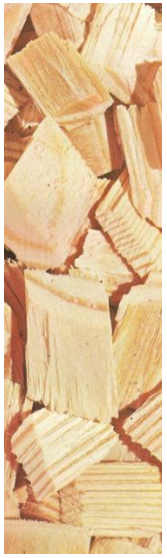
Por essas e outras razões, a área de Preparo da Madeira e de Produção de Cavacos deveria estar inserida de forma prioritária no Programa de Qualidade da Madeira da fábrica de celulose

E mais que isso – essa área deveria carregar a liderança de manter monitoramento e controle sobre a qualidade de toda madeira que entrar na fábrica e no digestor

Os cuidados com a madeira devem se iniciar tão logo as árvores sejam abatidas, cortadas em toras, estocadas para secagem no campo e enviadas para as fábricas

Após o recebimento nas fábricas toda a atenção deve ser colocada com compromissos em preservar a qualidade e a quantidade do que entrou como madeira (com ou sem casca) pelos portões da fábrica





A qualidade da madeira presente nas árvores das florestas plantadas definitivamente não é aquela que entra nos digestores na forma de cavacos

A madeira é submetida a um conjunto de alterações nessa rota entre floresta e alimentação do digestor, algumas delas muito perversas ou drásticas, tais como:

Secagem

Deterioração de constituintes químicos

Perda de resistência mecânica

Contaminações com terra, casca, pedras, metais, plásticos,

Degradação de diversos constituintes químicos: extrativos, hemiceluloses, celulose, lignina

Conversão a fragmentos e classificação dos mesmos de acordo com dimensões especificadas (cavacos)

Em praticamente toda essa rota que a madeira trafega, temos alterações tanto de qualidade como de quantidade de madeira

Logo, são erros muito graves as extrapolações dos dados de produtividade da floresta (Incremento Médio Anual) e os de Qualidade da Madeira para a saída do digestor (IMACel) sem descontar as perdas e sem levar em conta as alterações de qualidade da madeira

Essas avaliações são úteis e necessárias, mas servem apenas de números iniciais para traçar estimativas e previsões sobre os momentos futuros de utilização das madeiras dessas florestas

Mais uma vez reforço para não ficarem dúvidas:

"A QUALIDADE DAS MADEIRAS QUE VÃO ESTAR ENTRANDO NOS DIGESTORES NA FORMA DE CAVACOS NÃO CORRESPONDE À MESMA QUALIDADE DAS MADEIRAS QUE ESTAVAM PRESENTES NAS ÁRVORES QUE FORAM COLHIDAS E DIRECIONADAS PARA A PRODUÇÃO DESSES CAVACOS"

Algumas coisas mudaram em quantidade e qualidade – tenham certeza e estejam atentos a isso

Nesse presente curso, estou advogando e defendendo que a Qualidade da Madeira para as fábricas de celulose sejam medidas, avaliadas, monitoradas e controladas principal e diretamente nos cavacos que são entregues na boca do digestor

Mas não entendam que a tradicional avaliação de Qualidade da Madeiras das árvores das florestas seja esquecida:
As qualidades das madeiras de árvores nas florestas devem ser monitoradas e seus resultados utilizados pelo melhoramento florestal e para a previsibilidade e estabelecimento dos programas de suprimento o mais uniforme e desejado possível de madeira às fábricas, inclusive de *mixes*, seja como toras ou cavacos

Esse seria então aquilo que estou denominando de "*Qualidade Definitiva da Madeira para Produção de Celulose Kraft*" ou então "*The Ultimate Wood Quality for Kraft Pulping*"

Para chegar nas metas de um programa desse tipo há necessidade de muita integração entre as áreas florestais, de preparação da madeira e conversão da mesma em cavacos, da linha de fibras e da áreas comercial

Cada uma deve expor seus objetivos, seus temores, seus sonhos e os resultados esperados do programa – inclusive seus compromissos e metas

Por exemplo, o que o pessoal das fábricas espera com o uso dos cavacos de madeira:

- **Estabilidade de desempenho e qualidade do digestor (carregamento, fluxos, ausência de prisões de coluna, descarga da polpa no número kappa e viscosidade planejados, etc.)**

- **Maximização da produtividade do digestor, através da maior carga de cavacos, maior rendimento depurado de polpação, menor geração de rejeitos e palitos da depuração, menor consumo específico de madeira, menor consumo de álcali ativo e menor geração de sólidos secos para a caldeira de recuperação**

Cada digestor e cada tipo de madeira acabam se integrando de forma a atingir esses ou outros objetivos, já que os desenhos e projetos industriais não são os mesmos – tampouco as florestas são iguais em espécies, clones, idades, condições edafoclimáticas, etc.

Vejam como as fábricas podem variar em suas tecnologias:

- **Algumas fábricas possuem vasos de pré-impregnação e outras não**

- **Os digestores podem ser de diferentes fabricantes ou conceitos: CompactCooking, Lo-Solids, Batch Cooking, etc.**

- **Algumas possuem gargalos fortes na rosca de alimentação de cavacos, outras na quantidade de licor branco sendo produzida, outras na disponibilidade de dióxido de cloro para branqueamento, outras na capacidade de queima de licor preto, etc., etc.**

- **Algumas querem produzir celulose tipo "commodity", com qualidades similares em todos os fardos; outras trabalham com especialidades ou multi-produtos**

- **Todas sem exceção possuem foco em custos, eficiência e continuidade operacional**

Dessa forma, para que todos fiquem felizes nessa rede de integração nossos programas de qualidade de madeira devem ser simples, práticos, aplicados, entendidos por todos, viáveis tecnicamente e comprometidos

Devemos então testar tantas vezes quanto necessário for aquilo que se mostrar como essencial e que permitir tomada de decisões e de ações gerenciais e tecnológicas

E tudo dentro da melhor ciência (florestal, química, mecânica, estatística, matemática, biológica) e de cunho focado na sustentabilidade, inclusive do negócio

"Ultimate Wood Quality" = Função de (QM_0 + QM_1 + QM_2 + QM_3)

QM_0 = Qualidade da Madeira nas árvores das florestas (Qualidade potencial)

QM_1 = Qualidade da Madeira no recebimento das toras pelas fábricas

QM_2 = Qualidade da Madeira tal qual na rosca de alimentação do digestor (características intrínsecas da madeira sendo alimentada)

QM_3 = Qualidade dos cavacos na rosca de alimentação do digestor

QM0 = Qualidade da Madeira nas árvores das florestas (Qualidade potencial e desenvolvida pelos programas de Melhoramento Florestal das empresas para as madeiras a serem obtidas nas árvores em sua colheita para uso industrial – permite previsibilidade e planejamento do suprimento às fábricas – A mais completa em avaliações)

Projetada para a IDADE DE COLHEITA – nem antes e nem depois

- ✓ **Densidade básica da madeira**
- ✓ **Teores de extrativos totais e de lignina**
- ✓ **Relação Siringila/Guaiacila**
- ✓ **Rendimento da polpação**

- ✓ **Consumo específico de madeira na polpação**
- ✓ **Consumo de álcali ativo ou efetivo**
- ✓ **Características relacionadas às fibras (fração parede, "Coarseness", população fibrosa, teor de finos, etc.)**
- ✓ **Sólidos secos gerados na polpação**

É através da QM0 que empresas e universidades desenvolvem as madeiras das futuras gerações de florestas plantadas, para suprimento cada vez mais em sintonia com as demandas dos usuários dessas madeiras

QM1 = Qualidade da Madeira no recebimento das toras pelas fábricas (Avaliações visuais e confirmativas mais expeditas)

- ✓ **Clone, espécie, idade das florestas**
- ✓ **Tempo pós corte ("Frescor" ou estágio de deterioração)**
- ✓ **Densidade aparente das toras (Peso seco por volume tal qual)**
- ✓ **Limpeza das toras**
- ✓ **Distribuição diamétrica das toras**
- ✓ **Presença de situações anormais no suprimento das toras (madeira queimada, presença de materiais estranhos, madeira não certificada, etc.)**

QM2 = Qualidade da Madeira tal qual na rosca de alimentação do digestor (características intrínsecas da madeira sendo alimentada)

- ✓ **Densidade básica da madeira**
- ✓ **Teor de extrativos totais**
- ✓ **Teor de lignina Klason**

QM3 = Qualidade dos cavacos na rosca de alimentação do digestor

- ✓ **Teor de casca**
- ✓ **Densidade aparente ou a granel dos cavacos**

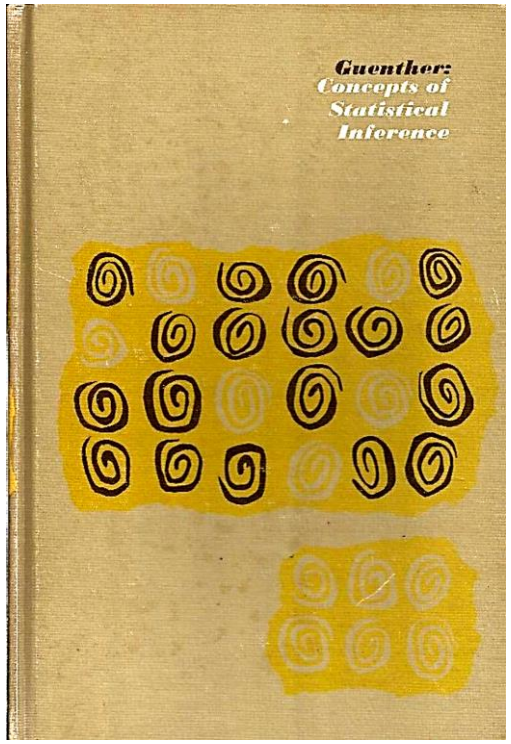
- ✓ **Granulometria ou classificação granulométrica**
- ✓ **Teor de umidade**
- ✓ **Tipo e teor de outros contaminantes (areia, pedras, plásticos, etc.)**

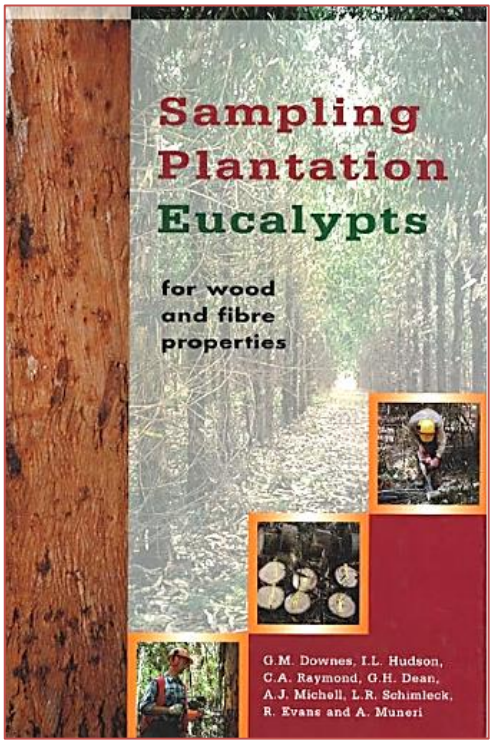
Qualidade da Madeira = um jogo técnico para unir equipes e competências...

... e não para administrar conflitos e recursos escassos

Tema nº 02:

Os Cavacos e sua Variabilidade:
A Necessidade de Amostragens e Análises Representativas





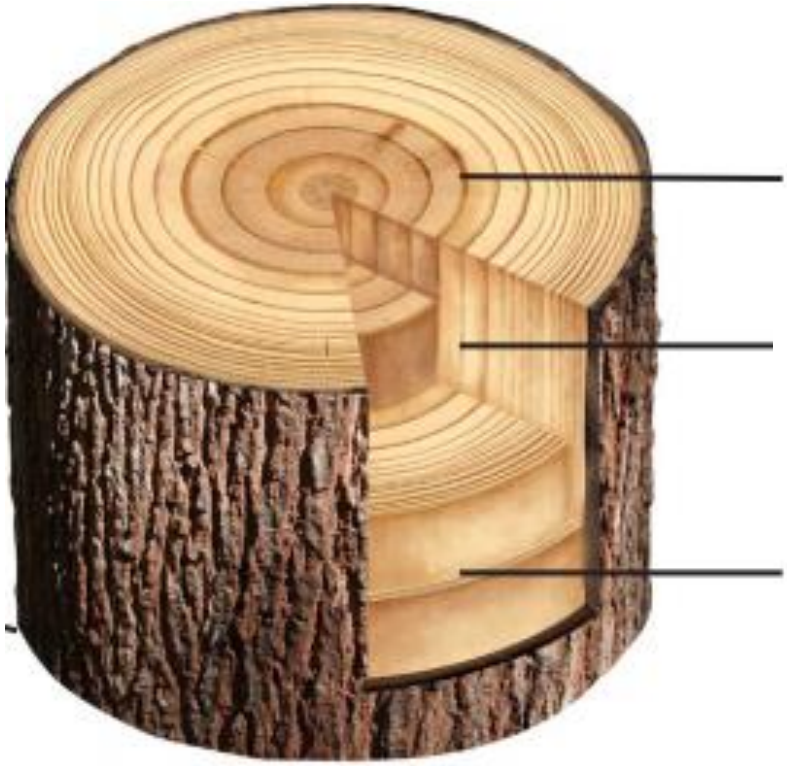
A madeira é um material biológico que apresenta uma grande variabilidade em suas propriedades, quer as de natureza química como as relacionadas aos seus constituintes anatômicos

Essa variabilidade é magnificada pelas maneiras de distribuição dos elementos anatômicos (fibras, elementos de vaso, parênquimas, etc.) em relação ao eixo da árvore

Dessa forma, a madeira apresenta 3 faces ou seções que nos permitem observar a distribuição dos elementos anatômicos em sua disposição relativamente ao eixo do tronco

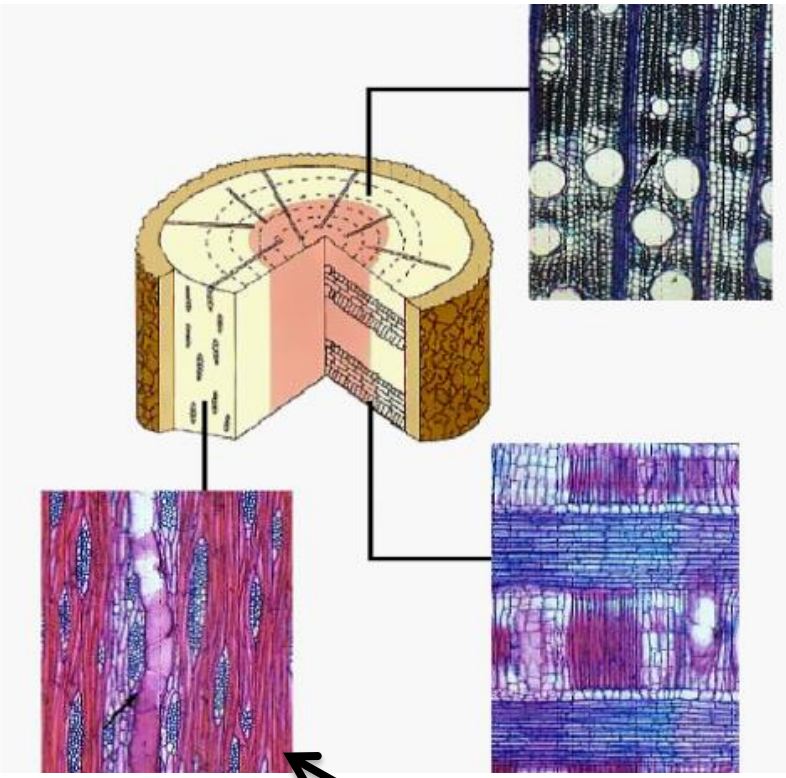
Essas seções são também respeitadas nos cavacos, uma vez que as facas cortam os cavacos tendo o seu topo correspondendo à seção transversal da madeira e o seu comprimento correspondendo à seção longituninal, com variações de predominância da seção radial ou tangencial conforme a posição do cavaco no momento em que ele foi formado

Apenas recordando:



Adaptado de: https://lrfl.paginas.ufsc.br/files/2016/05/Documentos-194-EMBRAPA-identifica%C3%A7%C3%A3o-macrosc%C3%B3pica-de-Madeiras.pdf

Apenas recordando:

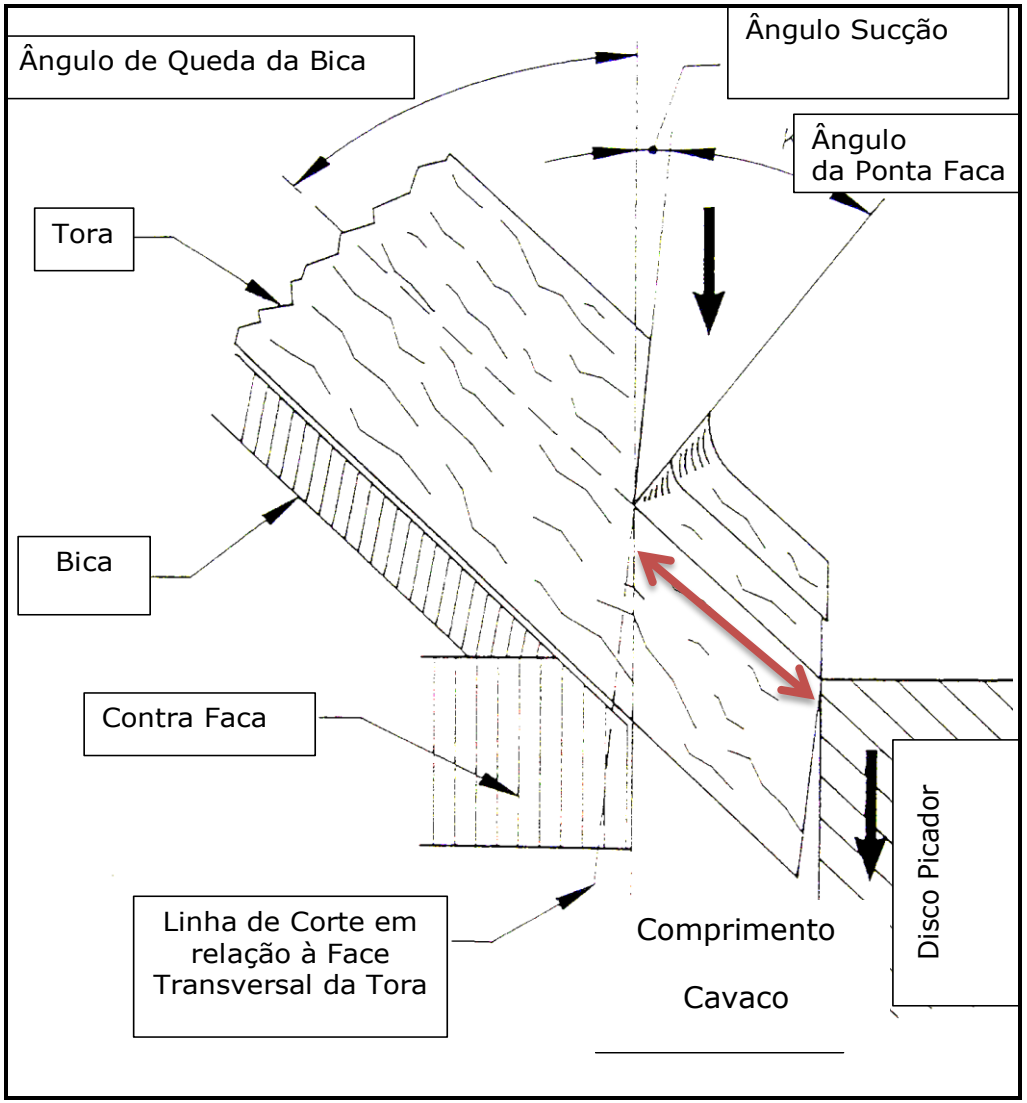


Seção transversal

Seção longitudinal radial

Seção longitudinal tangencial

Adaptado de: https://lrfl.paginas.ufsc.br/files/2016/05/Documentos-194-EMBRAPA-identifica%C3%A7%C3%A3o-macrosc%C3%B3pica-de-Madeiras.pdf



Origem da Imagem:
http://eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT31_ProcessoKraftEucalipto.pdf

Origem das Imagens:

http://eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT31_ProcessoKraftEucalipto.pdf

Com a transformação das toras de madeira do tronco das árvores em cavacos, a variabilidade aumenta ainda mais pela introdução da variável dimensões dos cavacos nesse jogo da variabilidade

Pode-se até mesmo dizer que cada um dos cavacos produzidos por uma fábrica é único e não existe outro exatamente igual em termos de sua qualidade (dimensões e constituição química e anatômica)

Um cavaco pode ter tipos diferentes de madeira formada pela árvore, podendo conter diferentes proporções de cerne, alburno, lenho inicial, lenho tardio, madeira juvenil, madeira de reação, etc.

Somemos a isso o fato que a madeira no tronco varia em composição química e dimensões de seus elementos anatômicos no sentido base→topo e no sentido medula→casca
Isso é mais ampliado ainda pela presença ou não de casca e câmbio nos cavacos

Uma das grandes dificuldades e motivos de erros enormes em termos de avaliações da Qualidade dos Cavacos é exatamente a amostragem e avaliação do material para ensaiar

Por amostragem entende-se:

- **Dimensão ou quantidade da amostra: pouca amostra, muita amostra, amostragem adequada**
- **Número de amostras a colher: quantas amostras por período? amostragem composta?**
- **Local de coleta de amostras**
- **Formas de colher amostras representativas**
- **Época de colher a amostra**

- **Armazenamento das amostras**
- **Registro e documentação das amostras**
- **Número de repetições para cada avaliação**
- **Margem de Erro que se está disposto a cometer para cada parâmetro a estudar**
- **Probabilidade desejada de acertar**

Exemplo muito ouvido em nossos noticiosos em época de eleição:

Margem de erro da pesquisa: ± 3%
Probabilidade de acerto: 95%

Nem todos estão dispostos a gastar tempo e dinheiro na amostragem e avaliações dos parâmetros analíticos
Muitos nem se preocupam em ir ver a amostragem
Só querem ter um material para começar a avaliar

Só querem obter números para poderem escrever seus relatórios à distância, muitas vezes, sem nunca terem estado nas florestas ou no pátio de cavacos

Algumas frases do amigo William "Bill" Fuller:

"Se você não estiver seguro de que os seus dados de qualidade dos cavacos sejam suficientemente bons para tomada de decisões técnicas, melhor nem ir buscar novas amostras para testar"

“Se você tem dúvidas que suas amostras sejam representativas, melhor avaliar todo o seu sistema de amostragem antes de colher mais amostras”

“Se você nunca avaliou a confiabilidade e precisão de seus métodos de ensaiar cavacos e nem treinou adequadamente seus laboratoristas, melhor fazer isso logo”

“Avalie muito bem não apenas os cavacos, mas as formas como eles são amostrados e como são medidas as propriedades dos mesmos”

“Resultados ruins levam a decisões ruins, conflitos e pesadelos”

“Meça apenas o que for vital ao processo e apresente os resultados em relatórios práticos, entendíveis e aplicáveis”

Erro Tipo I: **Não há diferença estatística entre um material e outro e nós aceitamos que existe diferença**
Ou seja, podemos estar descartando ou aceitando um resultado, quando isso não devia estar ocorrendo

Exemplo: Acabamos aceitando que um cavaco está muito melhor que outro, quando eles não são estatisticamente diferentes

Erro Tipo II: **Aceitamos que não existem diferençam entre um material e outro, quando na verdade existem diferenças importantes e significativas entre os materiais.**

Aceitamos por exemplo que dois picadores estão operando de maneira similar na produção de cavacos, quando na verdade um deles está muito pior que o outro

Principais causas dos erros:

- **Não são colhidas amostras representativas dos cavacos**
- **Não se fazem pre-testes para avaliar a variabilidade**
- **Não se calculam os números de amostras a serem tomadas**
- **Não são feitas análises em números adequados de repetições (quantas vezes fazer o mesmo teste para usar um valor médio confiável?)**
- **Usa-se muito pouca amostra para se fazer um teste, o que o torna não representativo da realidade**
- **Não existem proecupações com a qualidade, calibração e aferição dos equipamentos de medição**

- **Não são feitas avaliações da qualidade dos valores obtidos**

- **Não são guardadas amostras para contraprovas**

- **São adotadas correlações genéricas que muitas vezes não são universais e deveriam ser feitas caso a caso (caso de análises rápidas e não destrutivas)**

- **São calculadas médias aritméticas quando em muitas situações deveriam ser ponderais**

Na maioria dos casos, as áreas de cavacos das fábricas realizam testes para previsão da Qualidade dos Cavacos, mas que não conseguem efetivamente oferecer um prognóstico adequado com a real qualidade dos mesmos

$$N = (t^2 . s^2) / (IC/2)^2$$

$$N = (t . s)^2 / (IC/2)^2$$

$$N = [(t . s) / (IC/2)]^2$$

N = Número de amostras a serem coletadas ou testes a realizar (por exemplo: árvores, toras, discos, serragem, etc.)

t = Valor estatístico de Student para erros sendo cometidos dos dois lados extremos da curva de distribuição populacional ⇒ $t_{(1 - \alpha/2)}$

s = Desvio padrão determinado na avaliação preliminar

IC = Amplitude do Intervalo de Confiança previamente especificado – ou Margem de Erro que se aceita cometer para o parâmetro em estudo

Exemplo prático de quantas árvores amostrar para Densidade Básica

Amplitude do IC = 0,02 g/cm³ (Margem de Erro = ± 0,01 ~ 4,8% ou ± 2,4%)

Dbásica na pré-amostragem = 0,420 g/cm³

Desvio padrão calculado na pré-amostragem = 0,018 g/cm³

Coeficiente de variação = (0,018 / 0,420) . 100 = 4,3%

Número de árvores testados na pré-amostragem = 15

Valor de t para 90% probabilidades (± 5% de erro em duas caudas) e 15 indivíduos no pré-teste = 1,761

Tamanho estimado para nossa amostra para 90% de chances em probabilidade estatística = 10 árvores a amostrar

Amostragens de Cavacos

A regra aqui é a mesma para amostragens de qualquer material

"Quanto maior a variabilidade, maior o número de amostras requeridas e maior a frequência de testes"

Caso tomemos sempre as mesmas quantidades e número de amostras todos os dias e nos mesmos locais, não estaremos obedecendo essa regra, pois a variabilidade pode variar entre os dias e varia também para cada propriedade sendo avaliada

Recomendo a leitura do artigo a seguir:

Sampling of fiber raw material. W.S. Fuller. FRM - Fiber Raw Materials Consulting Website. 21 pp. Acesso em 26.02.2021:

https://www.frmconsulting.net/articles/sampling.pdf (em Inglês)

Amostras compostas fornecem um número médio, na maioria das vezes um muito próximo do outro, em função da mistura das amostras reduzir a variabilidade

Logo, não são capazes de revelar fotografias de problemas ou variações pontuais

Prefiro medições pontuais e com documentação de fatos relevantes do momento em que foi feita a amostragem

Exemplo: ***Coleta de cavacos, identificando a situação do picador, das toras alimentadas (espécie, idade, dimensões) – de preferência fotografando tanto os cavacos amostrados, como a alimentação com toras do picador***

As amostragens em sistemas contínuos de produção podem ser colhidas e analisadas ponto-a-ponto (melhores) ou criadas amostras compostas para uma avaliação por turno, diária, semanal ou mensal (menos eficiente para contar e identificar problemas)

Em tempo: Simplesmente ir à pilha de cavacos e coletar um balde de cavacos na beirada da mesma para depois analisar é algo que mais prejudica do que ajuda para entendimento da qualidade desses cavacos

Na deposição dos cavacos sobre a pilha existe uma segregação muito forte em função das dimensões e pesos dos cavacos:

- ***primeiro caem os mais pesados***
- ***depois caem os mais leves***

Já se os cavacos estão em um veículo em movimento (caminhão, navio ou trem), os finos tendem a vir para a base ou fundo do veículo, havendo segregação em função da granulometria

Logo, temos três desafios em avaliar a qualidade dos cavacos em função da variabilidade dos mesmos para cada uma de suas propriedades vitais:

» ***Amostrar muito bem os materiais em cada situação: após picadores, na pilha de cavacos, na alimentação do digestor, nos caminhões de cavacos comprados, etc.***

» ***Testar de forma confiável e segura***

» ***Apresentar os resultados com avaliação dos mesmos em termos de potenciais e desempenhos***

Locais de amostragem:

As amostras precisam ser coletadas de equipamentos em operações normais, a menos que o objetivo seja avaliar a anormalidade

Devemos amostrar em locais onde não ocorram estratificações ou segregações dos cavacos por tamanhos ou pesos, coisas comuns de acontecer em cargas de cavacos transportadas ou sopradas para transporte

Na própria correia transportadora de cavacos existe uma segregação – a parte de cima possui entre 15 a 30% menos finos do que a parte de baixo

Por isso, devemos amostrar os cavacos onde ocorrer uma descarga de cavacos (por exemplo: de uma correia para outra), tomando como amostra toda a seção de queda dos cavacos

(toda a largura e toda a profundidade do conjunto de cavacos sendo transportado pela correia)

Os melhores locais para amostrar em picadores são as descargas laterais dos mesmos, onde os cavacos caem de forma mais suave, sem danos e sem segregação

Em sopradores pneumáticos colher as amostras no alimentador do soprador, antes da sopragem, mas isso também não é tão adequado, pois a sopragem vai danificar os cavacos

Em peneiras de classificação dos cavacos, colher as amostras de cada fração nos locais de descarga, tendo o cuidado sempre de amostrar toda a seção que está sendo descarregada

Em silos – amostrar nas correias transportadoras de cavacos, com os mesmos cuidados de coletar toda a seção de cavacos

Mecanismos de amostragem:

Podem ser manuais ou automatizados, tomando-se o cuidado que coletem amostras representativas e nas quantidades necessárias a avaliar

Tamanho das amostras:

Devemos tomar amostras suficientes para todas as avaliações e suas repetições, mantendo-se uma quantidade residual para reavaliações quando necessárias

Algo como 10 a 15 kg de cavacos por amostra

Tema nº 03:

Qualidade dos Cavacos Começa no Preparo da Madeira: Da Colheita Florestal às Operações Que Antecedem à Picagem

Pode-se dizer que a qualidade dos cavacos que alimentam um digestor é o resultado do somatório e dos efeitos combinados entre as seguintes variáveis:

⇒ Qualidade da floresta plantada que possua árvores produzindo troncos retos e com bons diâmetros. Isso é função do material genético, espaçamento, práticas silviculturais e condições edafoclimáticas.

⇒ **Desempenho das operações de colheita e transporte: tipo de sistema – *feller-buncher* ou *harvester***

⇒ **Tipos, classes e condições das toras de madeira que chegam para serem fragmentadas (clones, espécies, idades, dimensões, sazonalidade, secagem, estocagem, limpeza, etc.)**

⇒ **Desempenho da limpeza das toras e do seu descascamento**

⇒ **Desempenho dos picadores**

⇒ **Desempenho do sistema de classificação dos cavacos**

⇒ **Qualidade da repicagem, fatiamento ou esmagamento dos "over-thicked" e "over-lengthed"**

⇒ **Acúmulo e/ou ineficiência na remoção de resíduos**

⇒ **Dimensionamentos inadequados e sobrecargas de trabalho em uma ou mais das etapas anteriores, o que causa prejuízos na qualidade e aumento de perdas de madeira**

⇒ **Operações de todos esses sistemas devem ficar dentro dos limites das especificações técnicas para as quais foram projetadas, o que nem sempre acontece**

Dependendo de como cada segmento dessa rede se desempenhar, obtendo adequados níveis de qualidade, os cavacos finais podem oferecer níveis bastante adequados de Qualidade de Madeira ao digestor, já que a qualidade que adentra o digestor é um somatório de inúmeras fases:

.... que se iniciam no plantio da muda

.... seu desenvolvimento no sítio florestal

.... nas operações de colheita, transporte, estocagem

.... nas operações de produção de cavacos e de sua classificação

.... e finalmente a entrega da madeira ao digestor na forma de cavacos classificados

Esse tema é imenso e intenso, pois engloba praticamente toda a ciência da Silvicultura, que cuida da produção de florestas nos níveis de qualidade desejado por quem as planta e as utiliza depois, função também do tipo de uso a se dar a elas

A área de Preparo da Madeira nas fábricas de celulose se inicia no recebimento das toras e se prolonga até o envio dos cavacos para a alimentação do digestor

Em algumas fábricas toda essa área é de responsabilidade do setor florestal, que assume então a responsabilidade pela garantia de qualidade da madeira que produz e converte em produto cavacos para a fábrica

Em outras empresas, a área de preparo da madeira já é industrial e pertence ao setor de fabricação de celulose

São formas de gestão, que podem ter vantagens e desvantagens, mas tudo depende muito das pessoas: sua qualificação, talento, comprometimento e principalmente integração e motivação

O coração do setor de Preparo da Madeira é o PICADOR

Porém, cavacos bons para o processo não dependem só dele

Madeiras excelentes em toras podem ser literalmente destruídas e convertidas em péssimos cavacos pela incompetência no uso ou pela inadequação dos picadores

A gestão, projeto e operação da área de Preparo da Madeira (ou do "Pátio de Madeira") dependem de um conjunto de fatores importantes e que podem afetar em muito a qualidade da madeira na forma de cavacos e que vai entrar nos digestores:

- **Proximidade das fontes florestais de madeira**
- **Tipo de colheita florestal**
- **Estratégia de descascamento (no campo ou na fábrica)**

- **Estratégias de TPC – Tempo Pós-Corte**

- **Estratégias de suprimento de madeira às fábricas, inclusive dos "mixes" de madeira**

- **Linhas de picagem disponíveis**

- **Tempo de estocagem de toras e cavacos na fábrica**

- **Épocas do ano (sazonalidade)**

- **Capital imobilizado em forma de toras e cavacos (capital de giro)**

- **Especificações para as madeiras (qualidade intrínseca, comprimento e diâmetro das toras, TPC, etc.)**

- **Espaço disponível para estocagens**

- **Maquinário disponível (idade tecnológica e estado de manutenção)**

- **Qualificação dos operadores**

- **Capacitação para avaliações de indicadores de qualidade da madeira e dos cavacos**

Tendo em vista essa diversidade enorme de assuntos e oportunidades de discussão, vou lhes apresentar apenas e tão somente considerações relevantes sobre algumas dessas etapas e operações que se relacionam mais à Qualidade da Madeira no Formato de Cavacos

3.1. Colheita Florestal

A Colheita das Árvores também depende muito da qualidade das árvores a serem colhidas, mas também depende do tipo de maquinário utilizado e dos cuidados tomados nas operações

A colheita pode resultar em:

» ***Perdas de madeira***

» ***Introdução de sujeiras e contaminantes nas toras (folhas, galhos, terra, mato, etc.***

» ***Quebra de toras em excessivo número de toretes***

» ***Respeito ou não ao limite de diâmetro mínimo especificado pelos clientes das toras***

3.2. Estocagem das toras

As toras cortadas pela colheita precisam ser estocadas para perda de peso da madeira para o transporte e para obtenção de algumas facilidades técnicas posteriores:

- ✓ **Facilitação do descascamento pela liberação mais fácil da casca**

- ✓ **Redução do teor de extrativos da madeira por volatilização e degradação microbiológica dos mesmos (melhoria no rendimento da polpação e redução do teor de "pitch" no processo industrial e produtos)**

Em geral, o período de estocagem depende das condições de clima e de alguns pontos chaves das toras de madeira e de suas pilhas na estocagem:

- ✓ **Comprimento e diâmetro das toras**

- ✓ **Presença ou não da casca**

- ✓ **Dimensões das pilhas de estocagem**
- ✓ **Insolação ou sombreamento sobre elas**
- ✓ **Densidade básica da madeira**

A secagem natural ao ar livre causa algumas alterações nas madeiras:

- **Redução do peso tal qual pela perda de água devido à secagem**
- **Contração volumétrica das toras e outros tipos de peças de biomassa (cavacos, fragmentos de casca, etc.)**

- **Perda de extrativos por volatilização e de açúcares por lixiviação ou consumo por células vivas da biota florestal**

- **Perdas de peso seco por degradação microbiológica, especialmente em situações de dias muito úmidos e quentes, que são favoráveis ao crescimento e colonização por fungos xilófagos**

- **Alterações na capacidade de reidratação da madeira (em função da histerese sofrida pela biomassa florestal)**

- **Redução da densidade aparente e tal qual (peso tal qual / volume tal qual – o volume pode ser sólido ou empilhado)**

- **Aumento do poder calorífico útil pela gradual perda de água que interfere no peso e na quantidade de energia que pode ser gerada pela combustão da biomassa**

Sugiro a leitura atenta do artigo em que comento com detalhes e bibliografias a secagem de toras empilhadas:

Secagem na floresta e ao ar livre de toras e biomassa de eucalipto.
C. Foelkel. In: "Eucalyptus Newsletter nº 51". 22 pp. (2016)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/news51_Secagem_Madeira_Biomassa.pdf
(em Português)

O tempo de estocagem é parte do que se denomina TPC – Tempo de Pós-Corte, que corresponde ao tempo tomado entre a colheita das árvores e o momento em que os cavacos entram no digestor

O TPC é um somatório entre o tempo de estocagem das toras na floresta para secagem (entre 30 a 75 dias para o eucalipto) e o tempo de estocagem de toras e cavacos na fábrica (entre 10 a 30 dias) – o que totaliza algo entre 45 a 100 dias

Esse tempo total pode ser maior, dependendo das exigências do setor de produção de celulose, que muitas vezes só olha para os seus pesadelos simples e não enxerga as grandes perversidades ocultas de sua gestão

Tempo exagerado pode se tornar um enorme problema, pois a estocagem afeta qualidade e desempenhos da madeira:

- ✓ **Redução de peso (até 3% pela deterioração) e do volume das toras (entre 5 a 6%, dependendo da contração volumétrica)**
- ✓ **Diminuição dos problemas e custos associados ao "pitch" da celulose**

- ✓ **Facilitação na remoção da casca pelos descascadores nas fábricas**

- ✓ **Aumento de custos, necessidades de capital de giro e de etapas/gestão operacionais mais complexas**

- ✓ **Aumento da deterioração da madeira e perdas associadas**

Em muitas empresas, o TPC é fundamental na avaliação da qualidade da madeira, pois se associa com uma perversidade que pode acontecer nas toras: DEGRADAÇÃO MICROBIOLÓGICA

A degradação da madeira possui duas etapas: MICROBIOLÓGICA (ação de microrganismos deterioradores de madeira) e etapa QUÍMICA (hidrólise ácida de carboidratos), que passa a acontecer em pilhas de cavacos quando a temperatura ultrapassa 70ºC, o pH cai abaixo de 4 (entre 3,5 a 4) e essas condições acabam esterilizando a pilha quanto aos microrganismos – mesmos os fungos termófilos acabam desaparecendo...

A degradação microbiológica é muito afetada por:

- ✧ **Teor de alburno nas madeiras (mais fácil de degradar do que o cerne)**
- ✧ **Umidade da madeira**
- ✧ **Ventilação e temperatura do local**

✧ **Mistura de madeiras (sãs com outras em estágio de deterioração – que se convertem em inóculo)**

✧ **Contato direto das toras com o solo**

✧ **Ausência ou presença de casca (toras descascadas sofrem maior degradação, mas se secam mais rapidamente)**

Perversidades causadas pela deterioração da madeira estocada (toras ou cavacos):

- ***Perda de peso seco que corresponde não apenas à degradação de extrativos, mas também de carboidratos***
  Em geral se atribui perda de 1% do peso seco por mês de estocagem

- ***Alterações na densidade básica e densidade tal qual base seca da madeira (perda de peso, contração volumétrica e histerese)***

- ***Acidificação da madeira (pH cai para valores abaixo de 4)***

- ***Aumento de perdas de madeira pela menor resistência mecânica das toras e cavacos***

- ***Enfraquecimento das paredes celulares da madeira com consequente perda de resistência da celulose***

- ***Perda de viscosidade da celulose***

- ***Dificuldades maiores no branqueamento pela formação de compostos coloridos pelos microrganismos***

- ***Reduções substanciais no rendimento da polpação (entre 2 a 10% do rendimento líquido depurado base madeira seca)***

- ***Aumento do consumo de álcali ativo na polpação kraft (entre 1,5 a 6% na carga alcalina ativa como NaOH)***

- ***Substanciais aumentos as geração de sólidos secos ao digestor, que podem chegar a até 0,5 toneladas de sólidos secos adicionais por tonelada de celulose no digestor***

3.3. Recebimento das toras ou cavacos nas fábricas

A área de Recebimento da Madeira nas fábricas tem papel importante não apenas nas medições de volumes e pesos de madeira recebidos para comparações com os prognósticos de produtividade dos povoamentos colhidos, mas também de avaliação preliminar da qualidade da madeira recebida

Afinal, nem tudo que chega nas fábricas como toras ou cavacos realmente o são

Existem contaminações com galhos, folhas, mato, terra e outros inconvenientes a administrar

O pessoal que recebe as cargas de madeira deve ser o primeiro fiscal nas fábricas para detectar inadequações nas mesmas, tais como:

- ***Estágio de deterioração***

- ***Madeiras defeituosas (queimadas, atacadas por doenças, vergadas pelo vento, tortuosas, etc.)***

- ***Excesso de toras fora das dimensões padronizadas (comprimento e diâmetro – toras finas em excesso, toras grossas, etc.)***

- ***Sujeiras e contaminações acompanhando a madeira***

Com esse monitoramento e ações efetivas, alertas ou felicitações ao pessoal da colheita podem ser emitidos

E também ao pessoal que compra madeira, quando forem cargas originadas de terceiros

Essa área de recebimento de madeira também tem para si a responsabilidade de direcionar madeira para a rotação dos pátios de estocagem, com isso equilibrando o TPC – Tempo Pós-Corte e também favorecendo o "mix ideal" de madeira aos picadores

Portanto, a madeira que chega às fábricas pode ser direcionada imediatamente aos picadores, sem estocagem intermediária como toras nas fábricas ou ser encaminhada para os pátios de toras, em substituição a outras toras que estarão sendo removidas para consumo (rotação do estoque)

Para isso, os inventários de recebimentos e estoques, a rastreabilidade e as medições de pesos e volumes precisam ser muito bem qualificadas e confiáveis

Sugiro a leitura do artigo:

Medição da madeira na forma de toras empilhadas. C. Foelkel. In: "Eucalyptus Newsletter nº 48". 27 pp. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/news48_Toras_Empilhadas.pdf (em Português)

3.4. Descascamento das toras

Para a fabricação de celulose kraft branqueada é muito importante que a casca seja removida o máximo possível das toras, antes da picagem das mesmas a cavacos

As cascas das árvores trazem diversos problemas operacionais e de qualidade dos produtos, tais como:

a) Na produção e classificação dos cavacos, há maior produção de finos, de fitas e de grumos oriundos de cascas e maior ocorrência de entupimentos das peneiras de classificação dos cavacos

c) Na estocagem dos cavacos em silos e em seu manuseio, é muito maior ocorrência de entupimentos

d) Na alimentação e circulações mássicas em digestores contínuos, é muito maior a ocorrência de entupimentos das peneiras das circulações de licor

e) Maior entupimento das telas de filtros lavadores, devido à presença de material fino da casca

f) Aumento substancial no teor de sólidos secos à caldeira de recuperação devido ao menor rendimento no cozimento e maior demanda de álcali ativo para polpação da casca

g) Dificuldades operacionais nos evaporadores devido incrustações de matéria orgânica e de elementos não processuais, exigindo mais frequentes lavagens

h) Muito maior formação de espumas devido presença maior de extrativos nas cascas

i) Rendimento em celulose muito menor, podendo com isso causar uma perda de produção diária da fábrica

j) Muito maior consumo de reagentes químicos, tanto no cozimento (álcali ativo), como no branqueamento (cloro ativo)

k) Maior quantidade de íons metálicos que comprometem o branqueamento ECF e TCF onde se usam compostos de oxigênio

l) Frente à menor densidade básica e rendimento em polpação da casca, ela ocupa um volume dentro do digestor que poderia ser ocupado por maior peso de cavacos de madeira o que permitiria alcançar uma maior produtividade do digestor

Consequentemente, a produção do digestor é menor quando há casca acompanhando os cavacos em relação a quando se cozinha madeira isenta de casca

Significa que uma mesma fábrica pode ter sua produção aumentada se deixar de consumir casca junto aos cavacos

Exemplos: Aracruz e Ripasa – anos 1980's

m) A presença de casca provoca o escurecimento da celulose e muito maior teor de sujeiras contaminantes, o que exige uma depuração muito mais sofisticada

n) A casca está sempre associada à presença de outros contaminantes como terra, areia, galhos e folhas

Todos prejudicam a qualidade do produto e as operações desde o cozimento até a produção do papel

Além disso, há também a abrasão dos equipamentos causada por esses contaminantes

o) As resistências físico-mecânicas da celulose diminuem pela presença de casca

p) Na preparação da massa, o controle da refinação é prejudicado pelo fato das fibras e finos da casca possuírem drenabilidade mais lenta e maior índice de retenção de água

q) Na máquina de papel, há dificuldades com a drenagem, com o teor seco após as prensas úmidas, com a resistência à úmido das folhas e com a qualidade do papel

Por todas essas razões, as fábricas costumam descascar as toras de eucalipto

Entretanto, essa operação não é simples

Pelo contrário, é sempre difícil se obter um descascamento bem eficiente devido à variabilidade das toras em dimensões (diâmetro e comprimento), bem como à resistência e adesão da casca como no caso das toras de eucalipto

Por exemplo, as toras finas, de diâmetros abaixo de 7 cm, são muito difíceis de serem descascadas, tanto no descascamento no campo, como nas operações em fábricas

Por isso, algumas fábricas adotam operação mista, descascando as toras mais grossas e picando as toras finas com casca, ou para biomassa energética, ou mesmo para produção de celulose, aceitando que parte dos cavacos contenha certa fração de casca

Em resumo:

Cascas de árvores não são matérias-primas adequadas para estarem presentes junto aos cavacos para a polpação, seja kraft, sulfito ou pastas de alto rendimento

Uma adição de apenas 5% em base peso seco de cascas junto à madeira já faz tremendos estragos na qualidade e produtividade do digestor kraft

Para se conseguir obter polpa com o mesmo Número Kappa se faz necessário adição muito maior de álcali ativo, o que traz efeitos nocivos e perdas de rendimentos para os cavacos de madeira e fragilização da qualidade das polpas

A casca das toras de árvores de eucalipto é facilmente removida logo após o abate das árvores (7 dias máximo)

A partir dai, o câmbio secundário se resseca e atua como um adesivo da casca no xilema da tora, ficando extremamente difícil se descascar mecanicamente essas toras

Somente após cerca de 45 dias ou mais é que o câmbio acaba se decompondo e perdendo essas características adesivas

Logo, para se descascar bem as toras de eucaliptos se precisa fazer isso logo após o abate das árvores ou depois de mais de um mês e meio de secagem natural das toras

O descascamento de toras de coníferas é bem mais fácil, pois a casca não se cola e ela se fragmenta bem em pedaços de dimensões adequadas

O teor de casca das toras de eucalipto varia entre 12 a 20% base volume e de 8 a 15% base peso seco

O descascamento costuma ser realizado em tambores rotativos que podem receber toras curtas (até 3 metros) ou longas (mais de 6 metros)

As eficiências de descascamento variam entre 80 a 95% para os eucaliptos, sendo função de:

→ **Espécie, clone, idade e época do ano**

→ **Dimensões das toras (comprimento e diâmetro) e frequência de toras finas**

→ **Descascador trabalhando dentro de sua capacidade e não sobrecarregado**

→ **Capacidade de remoção dos resíduos de casca e de fragmentos de madeira (toretes quebrados)**

Definitivamente, um dos grandes problemas no descascamento a tambor são as perdas de madeira que saem junto com as cascas removidas

Outro problema são as fitas, cintas ou "lascas" de casca de comprimentos que variam entre 25 a até mais de 100 cm

Essas fitas ou cintas de casca acabam entupindo peneiras classificadoras de cavacos e até mesmo reduzindo a efetividade da picagem

O descascamento nas florestas tem merecido atenção pela redução de problemas nas fábricas com resíduos de casca e pela proteção do solo florestal:

- **Retorno de nutrientes**
- **Proteção da superfície do solo contra a erosão**
- **Proteção do solo e da microvida do solo contra o ressecamento pela insolação**

Algumas fábricas costumam descascar parte das toras nas fábricas (para alimentar caldeiras de biomassa) e o excedente nas florestas

Existem empresas que adotam o conceito de pátios satélites de madeira na área florestal, onde removem nas beiradas dos talhões a casca e convertem as toras em cavacos em equipamentos móveis e robustos

Sugiro a leitura do primeiro capítulo do Eucalyptus Online Book:

Casca da árvore do eucalipto: Aspectos morfológicos, fisiológicos, florestais, ecológicos e industriais, visando à produção de celulose e papel. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo nº 01. 109 pp. (2005)

https://www.eucalyptus.com.br/capitulos/capitulo_casca.pdf (em Português)

Toras, cascas e descascadores

Problema resolvido

Uma carga de toras de madeira de eucalipto apresenta 8% de casca base peso seco total

Os cavacos obtidos dela possuíam 1% de casca base peso seco total dos cavacos

Admitindo que não ocorreram perdas de madeira, qual e eficiência conseguida no descascamento?

Base de cálculo: 100 kg secos de madeira

<u>Toras</u>:

92 kg de madeira seca ---------- 8 kg de casca seca
Para 100 kg de madeira seca = 8,70 kg de casca seca

<u>Cavacos</u>:

99,0 kg de madeira seca ---------- 1 kg de casca seca
Para 100 kg de madeira seca = 1,01 kg de casca seca

Eficiência de descascamento =
[(8,7 – 1,01)/8,7] . 100 = 88,4%

Para 0,5% de casca seca nos cavacos, a eficiência de descascamento subiria para 94,2%

3.4. Lavagem das toras

Resíduos da lavagem das toras

A lavagem das toras antes da entrada nos picadores tem como finalidade a remoção de contaminantes que poderiam estragar a qualidade dos cavacos e até mesmo danificar os picadores (pedras e metais)

A lavagem molha e aumenta consideravelmente o peso desses contaminantes, principalmente de resíduos de casca e terra/areia que saem misturadas como um resíduo "casca suja"

Sugiro a leitura do capítulo 21 do Eucalyptus Online Book:

Resíduos sólidos industriais da produção de celulose kraft de eucalipto - Parte 04: "Casca suja". C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 21. 100 pp. (2010)

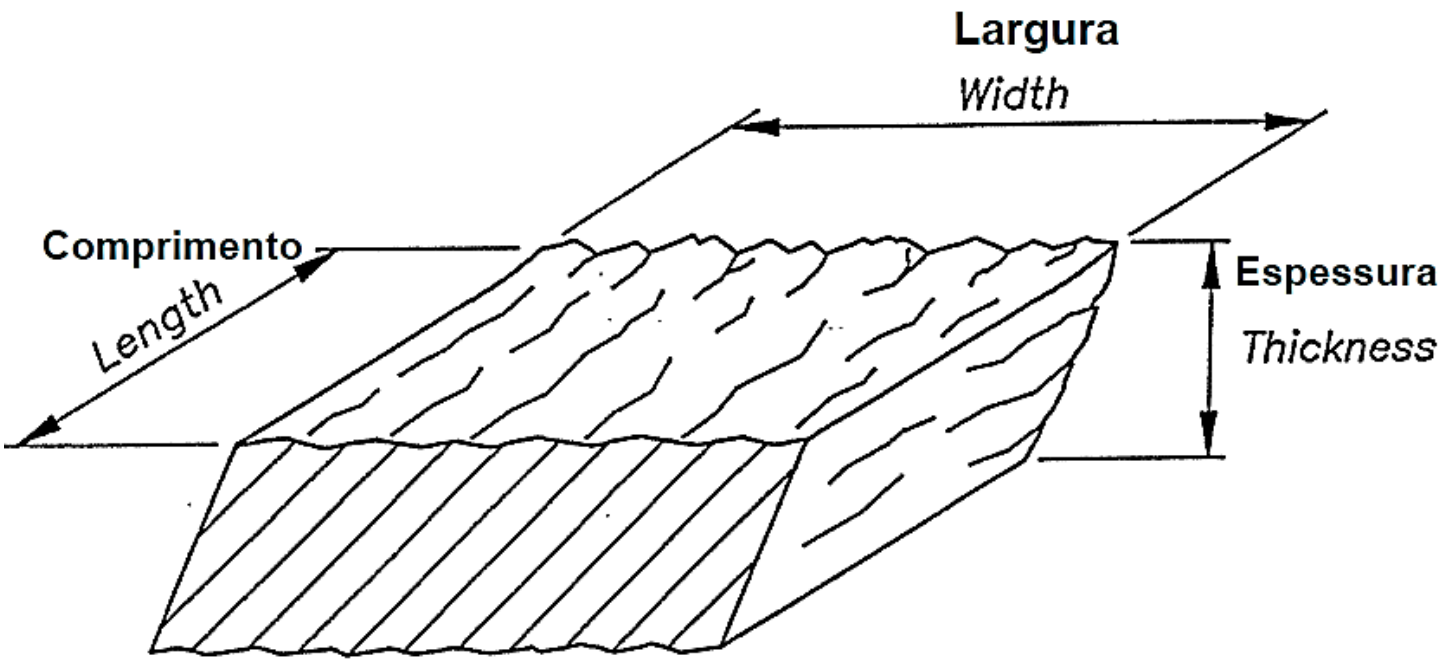
https://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT21_CascaSuja.pdf (em Português)

Casca entrando suja nas fábricas se converte facilmente em Casca Suja

Se essa casca suja fosse, por algum motivo, direcionada aos picadores o estrago estaria feito

Tema nº 04:

Conversão de Toras em Cavacos: Os Picadores



Origem da Figura:
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2007_Chip+quality_Coscia.pdf

Picadores de madeira são equipamentos robustos e utilizados para fragmentar as toras de madeira em cavacos, embora possam fragmentar outros materiais também

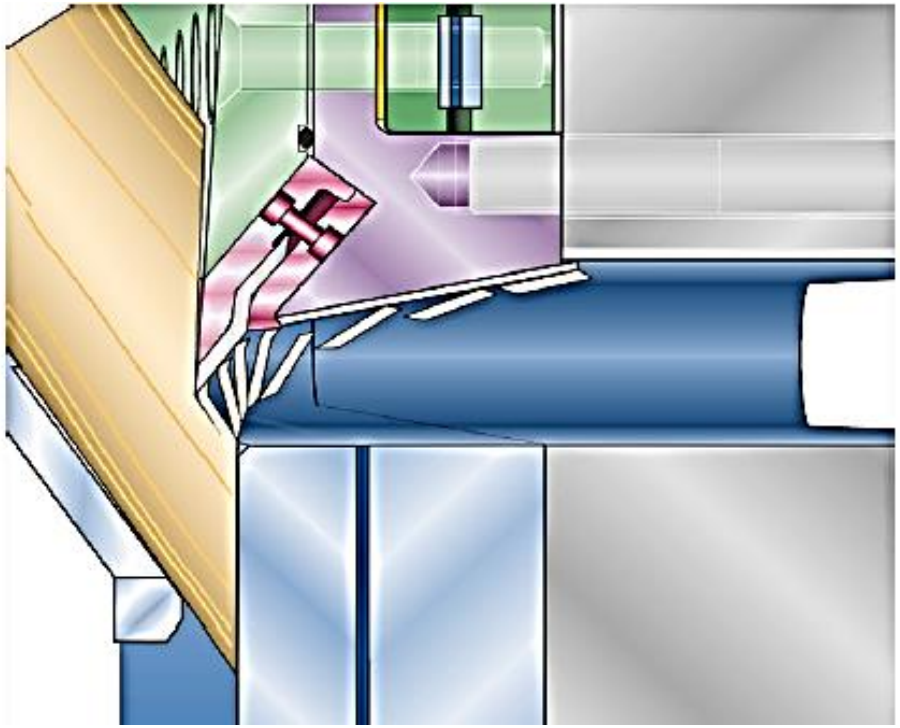
São comuns em praticamente todas as fábricas de celulose química e de pastas de alto rendimento

Os mais comuns são os picadores rotativos de disco, com facas afiadas que giram fortemente e cortam fatias de madeira das toras e as fragmentam imediatamente em cavacos

Essas fatias de madeira sofrem a ação de forças violentas que as arremessam para fora do disco para que elas se arrebentem em formato de cavacos

As toras são cortadas perpendicularmente ao comprimento do tronco e das fibras da madeira

Logo, a espessura dos cavacos corresponde à seção transversal da madeira e o seu comprimento à seção longitudinal da madeira (e do tronco)

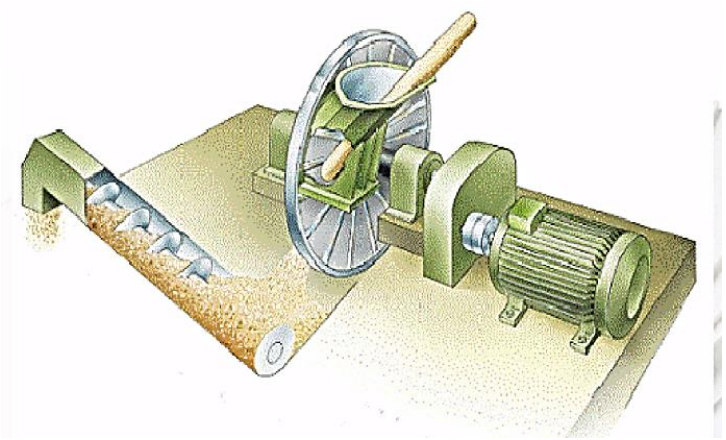


Origem da Figura: https://www.linkedin.com/pulse/production-wood-chips-luciano-r-oliveira/

Os cavacos se formam a partir da quebra das fatias de madeira cortadas das toras
O estilhaçamento começa na saída das fatias pelas fendas existentes no disco e continuam durante a descarga dos cavacos

Nesse processo de expulsão da madeira do picador, as fatias se abrem em cavacos

Mas isso não é ao acaso, mas sim um processo engenheirado para se conseguir as dimensões granulométricas almejadas



A geração dos cavacos:

<u>Comprimento</u>: é resultante da distância entre o gume da faca e o bloco de desgaste, sendo influenciado pelo ângulo de entrada da tora no picador

<u>Espessura</u>: é função da abertura forçada da fatia de madeira, sendo influenciada pela distância e posionamento da faca que corta a fatia de madeira e a respectiva contrafaca

São importantes para determinar a espessura do cavaco: o ângulo de afiação e o comprimento do cavaco

Cavacos mais compridos tendem a ser mais espessos

<u>Largura</u>: é definida pelo estilhaçamento da madeira cortada em função dos esforços mecânicos sofridos com os choques com componentes internos do picador

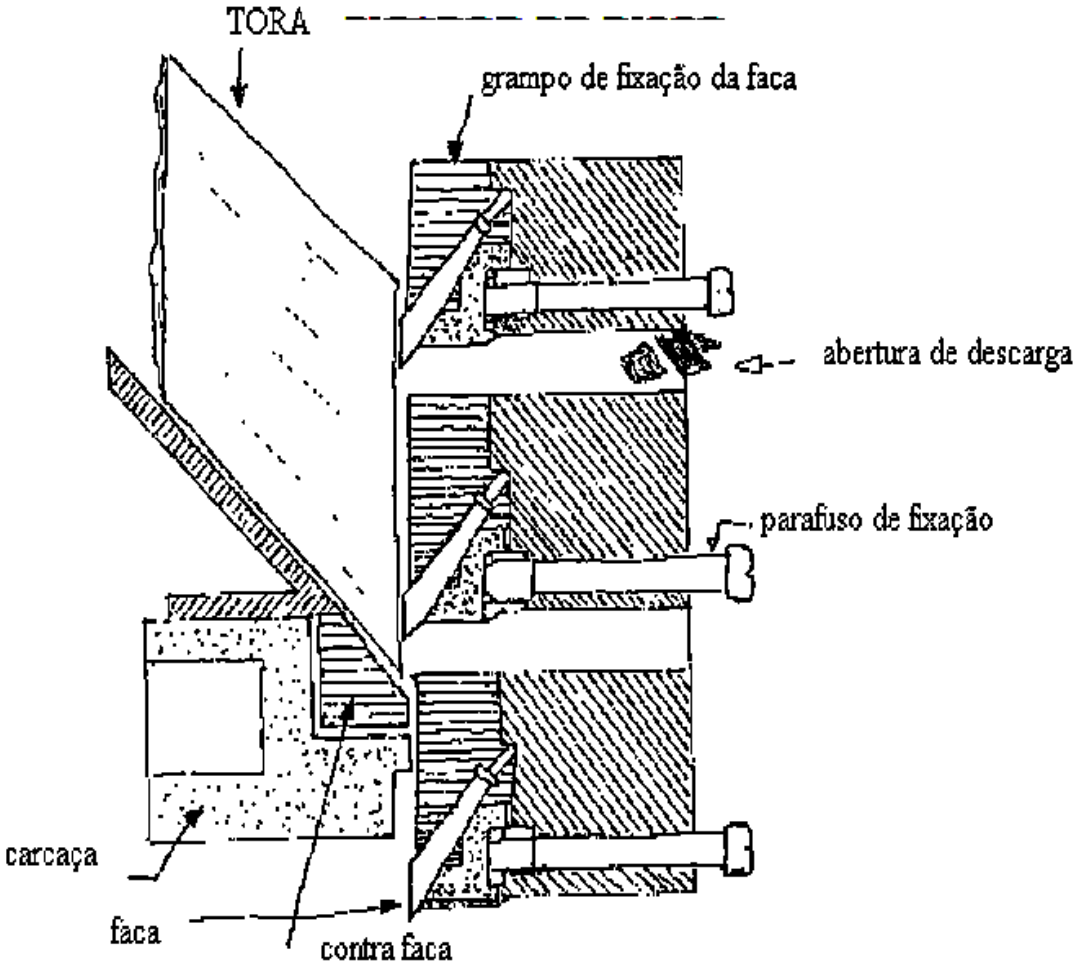
Todas as dimensões são afetadas pelo equilíbrio entre a resistência da madeira e os diferentes componentes internos do picador, suas regulagens e estado de manutenção e desgastes

Placas de desgaste existem para proteção do disco do picador (redução da abrasão e absorção dos impactos das toras sobre o disco)

Os picadores rotativos de disco possuem entre 10 a 16 facas

O ideal é que pelo menos duas facas estejam cortando a mesma tora, uma iniciando o corte e a outra terminando de tirar a sua fatia da tora

Com isso, a tora fica mais estabilizada no seu fatiamento, não "dançando" ou "rodando" em seu eixo, o que prejudicaria a qualidade dos cavacos


TORA
grampo de fixação da faca
abertura de descarga
parafuso de fixação
carcaça
faca
contra faca

As toras para se manterem estáveis precisam ser de dimensões e formatos adequados, nem muito grossas e nem muito finas

Toras costumam dançar quando feixes de toras desuniformes entram um atrás ao outro na bica ou calha de alimentação, deixando o processo de corte completamente irregular

O comprimento das toras deve variar entre 2 a 6 metros para alimentação por gravidade – o diâmetro entre 6 a 40 cm

Toretes quebrados e curtos são desaconselháveis na alimentação, pois rodam no corte e geram muitos finos e lascas

As toras podem entrar individualmente ou em grupos (feixes), quando o picador é mais exigido e a sucção das toras fica prejudicada

Qualquer picador para produzir cavacos para polpação kraft deve trabalhar para gerar mais Aceites e menos finos (serragem), palitos ("pin chips") e cavacos grossos ou sobre-espessos ("over-thicked")
Lascas são ainda mais indesejáveis ("over-lengthed"), da mesma forma que fitas de casca

Outros contaminantes indesejados são: cascas e terra/areia

Para a produção de cavacos energéticos as dimensões e a presença de casca não são tão críticas, mas as contaminações com terra sim
A casca é também considerada biocombustível e se picam as toras com casca para bioenergia

Um objetivo muito pouco praticado nas fábricas de celulose é o de se produzir os cavacos "já quase" prontos diretamente nos picadores. A peneira ficaria sendo apenas um ajuste fino.

Isso significa máximo teor de Aceites e pouca geração de finos, palitos e sobre-dimensionados

Em resumo: sobraria pouca coisa para se separar nas peneiras de classificação e as perdas de madeira são mínimas

Para se garantir qualidade nos cavacos e atingimento de especificações, as facas precisam ser ajustadas e afiadas a cada 600 a 800 m³ de corte

Os cavacos produzidos não são uniformes em dimensões – sua geometria é variada, desde as partículas que lembram um pó ou serragem fina até as lascas sobre-dimensionadas

O formato dos cavacos deve ser plano e não encurvado ou abaulado
Os cavacos curvos afetam os fluxos de cavacos até mesmo dentro do digestor e a densidade a granel dos mesmos

Dimensões ideais de cavacos Aceites para a polpação kraft:

20 a 28 mm de comprimento
3 a 7 mm de espessura

Na vida real, os Aceites variam entre:

10 a 30 mm de comprimento
2 a 8 mm de espessura

A meta de um operador de picador é produzir:

Teor ideal de Aceites – algo entre 88 a 92% (com dimensões adequadas para a polpação já na sua origem)

Pouca geração de finos e palitos

Mínima geração de cavacos sobre-dimensionados ("over-thicked" + "over-lengthed")

Menor uso de energia por metro cúbico de madeira picada

Rendimentos em produtividade e qualidade dentro dos padrões estabelecidos e necessários

Continuidade operacional e equipamentos em adequado estado de conservação e manutenção

Mas nem sempre se consegue isso, ao mesmo tempo – por razões conhecidas por todos:

...Falta de investimentos no setor; dimensionamentos do setor abaixo da necessidade de cavacos a serem obtidos; manutenções inadequadas até por falta de capacidade e de tempo disponibilizado para tal

Para obtenção de máximos níveis de Aceites já na operação da picagem, o operador gostaria de ter:

» **Equipamentos dentro dos ritmos de produção de projeto das máquinas**

» **Manutenção adequada das máquinas**

» **Toras adequadas em dimensões, limpeza e estado de conservação (deterioração mínima)**

» **Qualidade estável das propriedades intrínsecas da madeira (densidade básica principalmente)**

Como muitas fábricas usam os cavacos refugados para a polpação kraft como biocombustíveis na caldeira auxiliar de biomassa, as pressões por qualidade e proporção de Aceites não é tão significativa para os operadores do picador

Até mesmo os gestores gostam de ter um combustível melhor que e casca em suas caldeiras

Mas a que preço!!!!

Usam madeira cara e que tinha objetivos de virar celulose e em geral costuma sobrar casca energética que tem que ser direcionado a aterros industriais

Assim, dentro dessa filosofia ecoineficiente, muitos picadores industriais rendem cavacos com 80 a 88% de Aceites, sendo que finos, palitos, sobre-dimensionados são direcionados para o geração de vapor e eletricidade

Repicar os sobre-dimensionados tem suas vantagens (recupera cavacos bons para polpação), mas tem enormes gerações de finos e palitos (entre 35 a 50%)

Isso dentro de algumas tecnologias que são muito drásticas na fragmentação (repicadores/"rechippers" e fatiadores/"slicers")

Por isso, muitos simplesmente trituram os sobre-dimensionados e mandam para queima – mais um desperdício de madeira nobre – em geral a mais densa das madeiras das toras

Já o pó, serragem ou finos não conseguem ter um destino na polpação kraft: ou são queimados, ou são vendidos para bioenergia, compostagem ou fabricação de painéis de madeira

Essa queima tem na areia/terra presente na serragem uma não conformidade importante

Caso se queira queimar a serragem em caldeiras, o ideal é se peneirar em malha de 2 mm e eliminar a fração que passar por essa peneira: representa cerca de 25% do peso seco total dos finos e contém mais de 75% de toda a terra da serragem

Na picagem das toras há enormes aumentos de volumes, pois os cavacos são muito mais volumosos que as toras

1 m^3 sólido de madeira = ± 3 m^3 cavacos a granel

1 m^3 estéreo de toras = ± 2 m^3 cavacos a granel

1 m^3 sólido madeira = ± 1,5 m^3 estéreo de toras empilhadas

Frações dos Cavacos de Madeira e a Polpação Kraft

Os cavacos são produzidos para facilitar a impregnação da madeira pelo licor de cozimento e para que a polpação aconteça mais rapidamente e com maiores rendimentos

Fração Serragem Fina:

Fração muito rica em argila e areia

Consome muito álcali ativo, curtos tempos de polpação, têm grandes perdas de rendimento, dificuldades em manter o Número Kappa, além de gerar excessiva quantidade de sólidos secos para o setor de recuperação do licor preto

Em geral, esses finos são originados de madeiras pouco densas, apodrecidas, com característica de madeira juvenil

Existem maneiras já enunciadas de como reduzir a geração de finos nos picadores e nas pilhas de cavacos, atuando sobre velocidade de corte, ângulos e descarga do picador, qualidade das toras, manuseio e transporte dos cavacos, etc.

Frações Serragem Grossa e Palitos:

Caso a serragem grossa e os palitos sejam reunidos em um produto único, eles podem ser úteis até mesmo para polpação kraft em digestores "batch" dedicados a esse tipo de madeira

Qualidade da polpa pode ser aceitável desde que a polpação seja realizada de forma cativa

Os palitos são fragmentos pequenos de madeira que se soltam em regiões mais fracas dessa madeira no momento de desestruturação das fatias da madeira no picador

Fração Sobre-Dimensionados ("Over-Thicked"&"Over-Lengthed"):

São tipos de cavacos que não podem ser ignorados – eles existem e sempre existirão para serem gerenciados

São cavacos formados a partir das regiões mais densas da fatia de madeira, como inserção de ramos (nós), forquilhas, regiões mais resistentes do cerne, etc.

Também se formam no primeiro contato da tora de madeira com a faca do picador

Não devem entrar como tal nos digestores kraft

Problemas na certa – possuem dificuldades de impregnação e não conseguem completar a polpação

Aumentam o teor de rejeitos e causam variações abruptas no Número Kappa da polpa

Um cavaco do tipo "over-thicked" terá Número Kappa aproximadamente 10 nas suas fibras superficiais e Número Kappa acima de 120 em seu miolo mal cozido

Cavacos sobre-dimensionados reduzem o rendimento depurado do digestor e ao serem reciclados, ocuparão novamente um espaço dentro do digestor, reduzindo a produtividade do mesmo

Cavacos sobre-dimensionados quando presentes nos Aceites tendem a aumentar a geração de "shives" e rejeitos de digestor na polpa não branqueada

Os rejeitos do digestor cozinham com facilidade e com muito menos carga de álcali ativo, pois já estão pré-deslignificados – diversos trabalhos publicados confirmam essa afirmação

“Shives” ou feixes de fibras são difíceis de branquear, embora possam ser diminuídos em proporção com a etapa da deslignificação com oxigênio – porém, são sempre problemáticos para administrar porque geram sujeira nas polpas comerciais

Apesar de todos os problemas, não devemos pensar em jogar os “overs” fora, como se fossem resíduos - Seria muita madeira a desperdiçar

Existem alternativas além da repicagem dos sobre-dimensionados, como o fatiamento ou o esmagamento/amassamento (“crushing” dos cavacos – uma nova e viável alternativa)

A espessura dos cavacos é a principal dimensão dos cavacos, pois o licor de cozimento tem dificuldades para se mover contra as paredes celulares e passando através delas

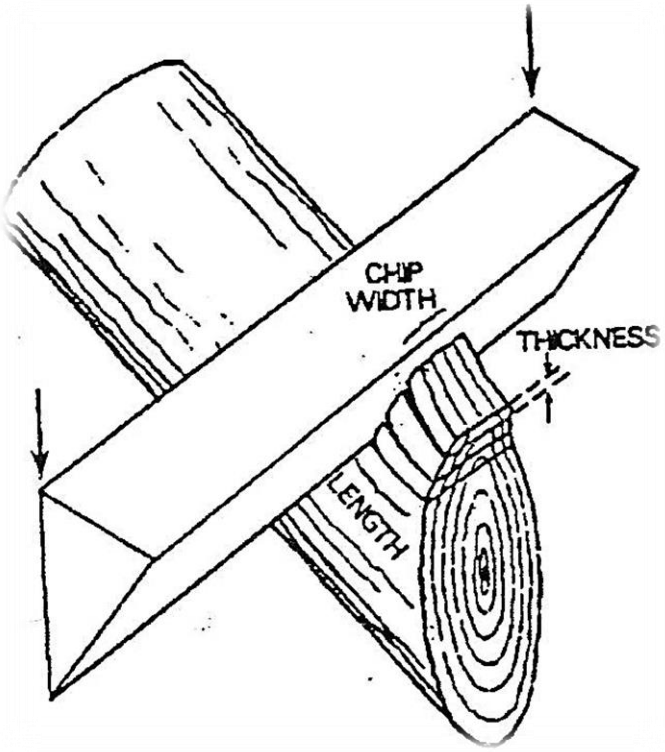
Desde que a espessura seja fina, até mesmo madeiras tão densas como de *Corymbia citriodora* podem ser facilmente convertidas em celulose de excelentes qualidades

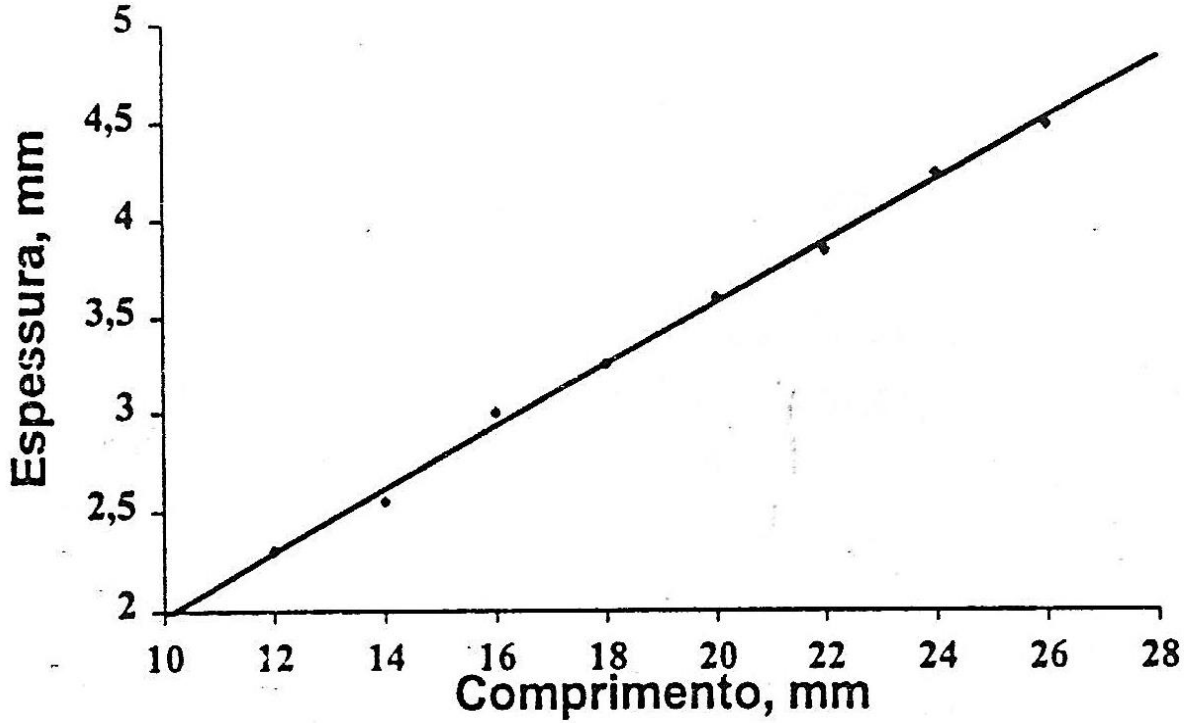
Para essas madeiras de densidade básica acima de 0,6 g/cm³, conseguem-se bons resultados de polpação com cavacos de cerca de 20 mm de comprimento e espessura entre 2 a 4 mm

Apesar de menos dramática, a dimensão comprimento também tem sua importância

Cavacos muito longos são mais difíceis de serem penetrados pelo licor

A penetração acontece com mais facilidade desde que os cavacos não contenham bolsões de ar em seu interior





Cavacos de madeira: Espessura versus Comprimento

O topo dos cavacos corresponde à seção transversal da madeira, onde se encontram as aberturas dos lúmens das fibras e dos elementos de vaso

Por isso, a penetração do licor é mais rápida nessa seção dos cavacos

Os vasos de impregnação auxiliares em sistemas de cozimento mais modernos colaboram para a impregnação melhor dos cavacos antes de se começar a aumentar a temperatura para a polpação e remoção da lignina

Isso tem favorecido o uso de cavacos mais longos (25 a 30 mm) e mais espessos (6 a 8 mm)

O que não se pode é descuidar e ao aumentar essas dimensões perder-se mais madeira pela formação de excessiva proporção de cavacos sobre-dimensionados

Fração Aceites ou cavacos mais adequados à polpação:

São "cavacos ideais em dimensões" - com baixos teores de finos, palitos e "overs" - por isso mesmo, mais indicados para a polpação kraft

Mas isso não é tudo, a presença de casca, mesmo cortada em fragmentos pequenos continua a ser intolerável

Entretanto, granulometria não é tudo para definir qualidade da madeira dos cavacos para polpação

Outros fatores qualitativos devem e precisam ser avaliados, como densidade a granel dos cavacos, teor de madeira apodrecida, teor de extrativos, de lignina, etc.

As dimensões dos cavacos produzidos pelos picadores não dependem só dos picadores e de seus ajustes e desempenho

Também afetam e muito:

- ✓ **Qualidade da madeira (densidade básica, umidade e variabilidade)**
- ✓ **Qualidade das toras (dimensões e sanidade)**
- ✓ **Ritmos de operação em relação aos nominais**
- ✓ **Qualificação dos operadores e pessoal de manutenção**

Por qualidade de toras, entenda-se:

- ✓ **Comprimento e diâmetro**
- ✓ **Uniformidade e variabilidade**
- ✓ **Limpeza e eficiência de descascamento**
- ✓ **Estágio de deterioração**
- ✓ **Forma dos troncos: tortuosidade, ramos, nós**
- ✓ **Pesos das toras**
- ✓ **Teor de umidade**

Mesmo que produzamos cavacos de boa qualidade no picador não existem garantias que eles chegarão bons ao digestor, pois eles podem perder qualidade:

- ✓ **No transporte até as pilhas de cavacos (especialmente no caso de transporte pneumático)**
- ✓ **No manuseio de máquinas nas pilhas de estocagem dos cavacos**
- ✓ **No tempo excessivo de estocagem em áreas mortas da pilha**
- ✓ **No desempenho de equipamentos responsáveis pelo seu transporte, classificação (peneiras) e alimentação do digestor**

Em geral, picadores em bom estado de manutenção e sendo alimentados com toras de qualidade adequada conseguem resultar em cavacos com as seguintes proporções em sua granulometria:

» **Lascas ("over-lengthed") = 0,1 a 0,4%**

» **Sobre-espessos ("over-thicked") = 2 a 6%**

» **Aceites = 85 a 90%**

» **Palitos ("pin chips") = 1,5 a 2%**

» **Serragem (finos) = 1 a 2%**

Mas existem picadores operando com resultados melhores e outros piores, também

De qualquer forma, mesmo quando temos níveis até que bons de Aceites de 90% na saída de um picador, nós estamos aceitando perdas de madeira entre 3 a 5% - mesmo com a gestão os sobre-dimensionados para oferecer uma reciclagem de parte deles aos Aceites após algum tratamento (repicagem, fatiamento, esmagamento)

Lembrar então que:

Serragem é perda de madeira para a polpação

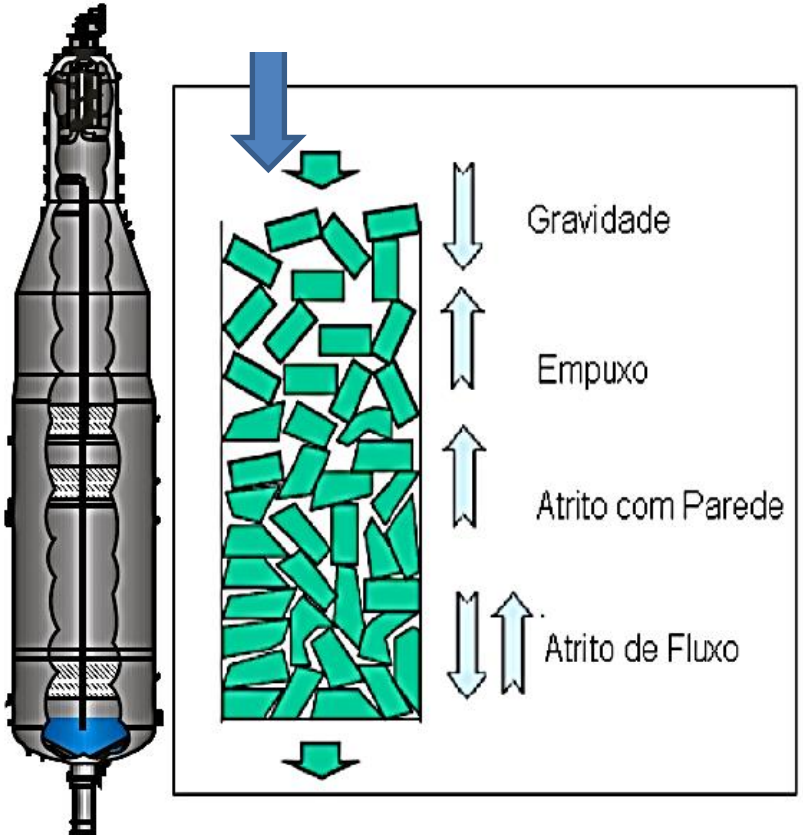
Palitos e serragem grossa – podem virar subproduto (como madeira para venda, bioenergia ou polpação paralela)

Sobre-dimensionados são administráveis e podem retornar como Aceites em 50 a 80%

Casca é um mal indesejado, mesmo que em valores abaixo de 0,5%

Efeitos da Qualidade Inadequada dos Cavacos na Polpação Kraft

Pressão interna tentando expulsar os cavacos



Origem da Imagem:

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2016_Estabilidade+Cozimento_Veracel.pdf

São basicamente as seguintes e mais importantes:

- ✧ **Alimentação inadequada de madeira ao digestor: a menor ou muito variada em qualidade (função da qualidade da madeira, dimensão dos cavacos e densidade a granel dos cavacos)**

- ✧ **Resistência do fluxo de cavacos ao deslocamento, compactação exagerada, principalmente no digestor**

- ✧ **Entupimentos de peneiras e prisão de coluna nos digestores**

- ✧ **Impregnação e cozimento inadequados**

- ✧ **Qualidade da celulose fora de padrão: Número Kappa, viscosidade e resistências das polpas**

- ✧ **Aumento de rejeitos, sujeiras e 'pitch" nas polpas**

✧ **Perda de produtividade e de rendimentos**

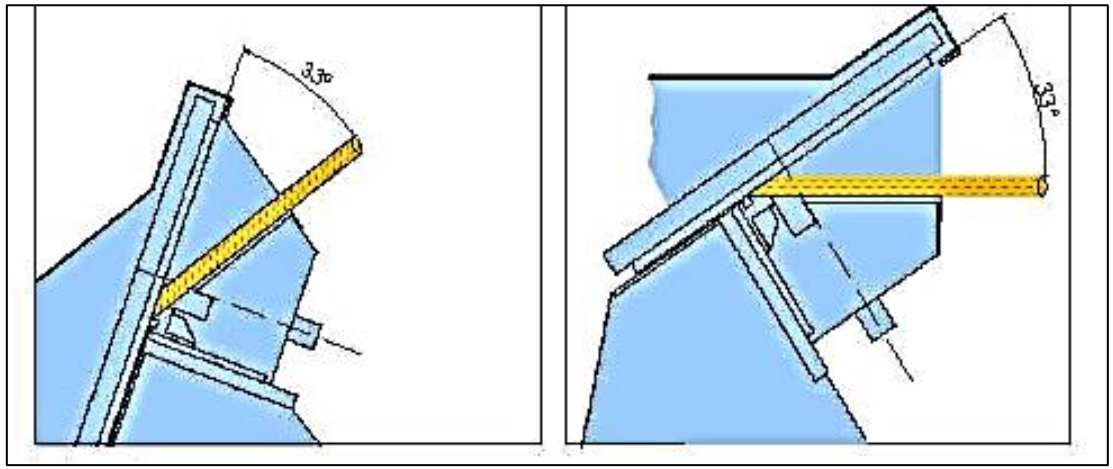
✧ **Aumento de Consumo Específico de Madeira**

✧ **Sobrecarga no sistema de recuperação do licor: excesso de sólidos no licor preto e maiores necessidades de licor branco**

Picadores para produção de cavacos para celulose

Um picador não é apenas uma máquina de fragmentar a madeira de maneira mecânica

Ela é um conjunto que se insere em um processo que se inicia com sua matéria-prima de base florestal e termina com o produto cavaco na boca do digestor



➔ *Alimentação das toras:*

Pode ser de dois tipos:

Inclinada e por gravidade: o peso das toras e a força de sucção das toras pelas facas do picador é que introduzem a madeira para ser picada

Muito importantes: o ângulo de inclinação da bica ou calha de alimentação das toras, a velocidade de chegada das toras e a uniformidade de alimentação das toras

Horizontal e por puxamento das toras pelo próprio picador:

Utiliza toras longas, sem necessidade de traçamento de toras

Qualidade dos cavacos pode ser melhor pois as toras não dançam sobre o disco em rotação

A alimentação das toras deve respeitar diversos equilíbrios:

- ✓ **Ângulo de inclinação das toras na calha e velocidade de alimentação das mesmas**
- ✓ **Velocidade de alimentação das toras e velocidade do picador**
- ✓ **Ângulos do picador compatíveis com o ângulo de inclinação da calha de alimentação**
- ✓ **Na alimentação de feixes de toras, deve-se ter o cuidado para que os feixes entrem de forma organizada e não se sobreponham uns aos outros por dissintonias entre as velocidades de alimentação das toras e de sucção pelo picador**
- ✓ **Caso ocorram esses tipos de problemas teremos cavacos piores e maior desgaste do picador (facas e blocos de desgaste)**

➔ ***Descarga dos cavacos:***

Por gravidade (posição lateral):

Oferece as melhores condições para minimizar danos aos cavacos

Menor teor de finos gerados nessa operação em relação à descarga superior por sopragem

Potencialmente, pode gerar mais sobre-dimensionados por não haver ação de impacto nos cavacos

Por gravidade (posição fundo do picador):

Tem algumas dificuldades em organização do lay-out, pois ocupa mais espaço

Por sopragem (posição superior):

Mais comum, mais barata e com maiores impactos dos cavacos que são lançados a um ciclone para equalizar os fluxos e reduzir a velocidade dos cavacos

Muito comum no passado – achava-se que ela era um "ovo de Colombo" – até se confirmar os danos mecânicos que causava aos cavacos

➔ ***Velocidade do picador:***

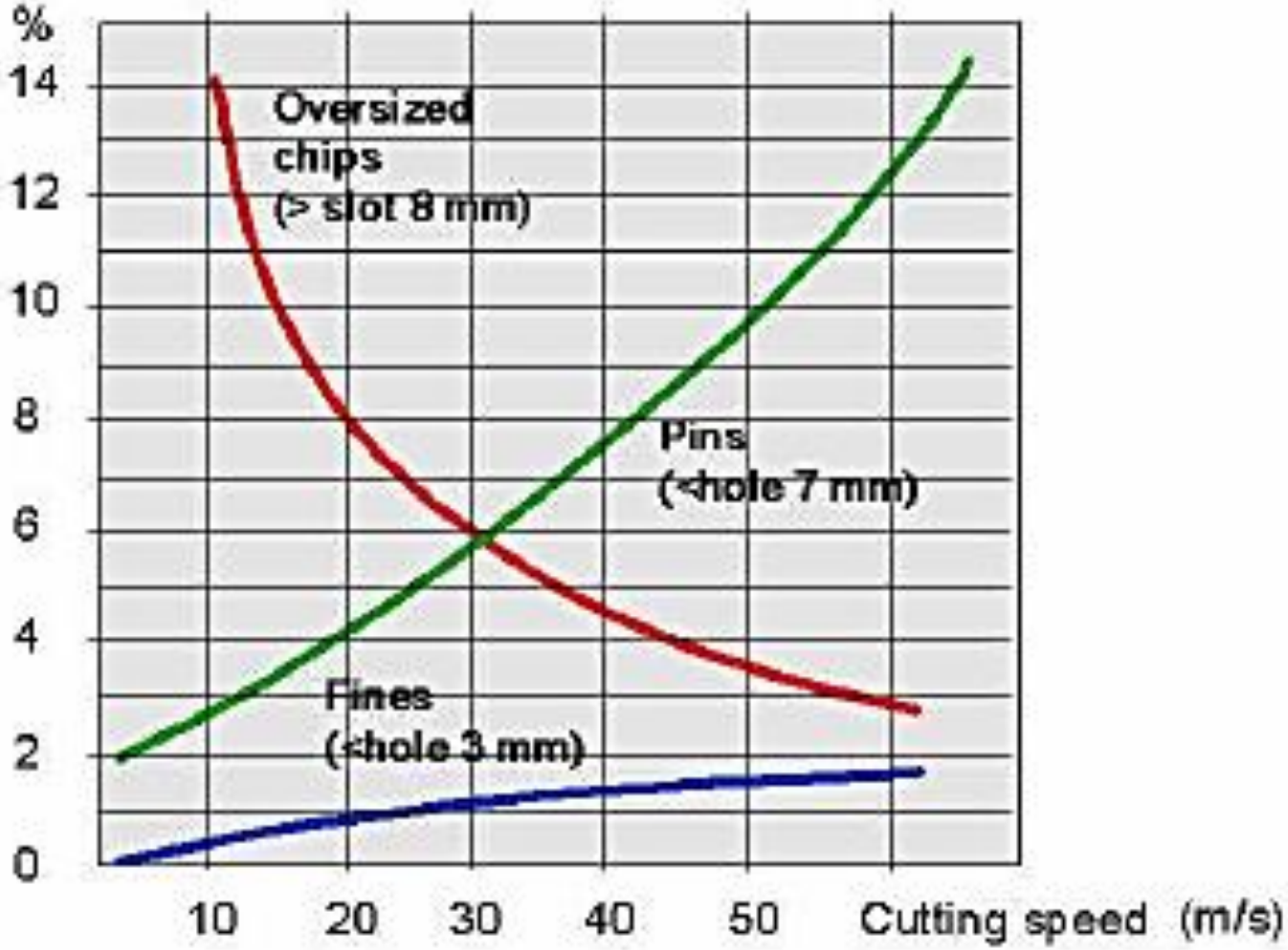
A velocidade é função do número de facas e da rotação do disco (mais facas e maior rotação – maior velocidade)

A velocidade pode variar entre 15 a 40 m/s

Velocidades maiores (30 a 40 m/s): geram mais finos e palitos e menores teores de sobre-dimensionados

Velocidades menores (15 a 25 m/s): geram menos finos (perdas) e mais sobre-dimensionados (gerenciáveis)

Velocidades mais frequentes nos picadores atuais: 20 a 30 m/s

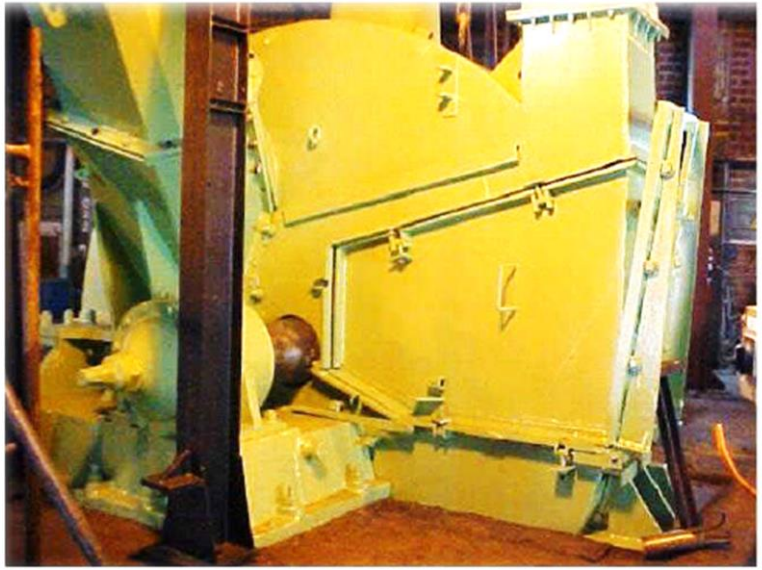


Origem da Figura:

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2005_Eucalyptus+Wood+Preparation.pdf

Baixas velocidades reduzem a geração de finos (melhor aproveitamento de madeira) e aumentam de "overs" (a serem tratados para recuperação) em relação às velocidades maiores

A redução da velocidade diminui a produção do picador e aumenta o consumo específico de energia – A solução tem sido aumentar o tamanho dos cavacos e trabalhar com menores velocidades



Recomendação de leituras:

Chipper operation for improved chip quality. N. Hartler; Y. Stade. Svensk Papperstidning 80(14): 447 – 453. (1977)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1977_Hartler+Stade_Improved+Chip+Quality.pdf (Obra histórica do amigo Dr. Nils Hartler - em Inglês)

Chipper design and operation for optimum chip quality. N. Hartler. TAPPI Journal 69(10): 62 – 66. (1986)

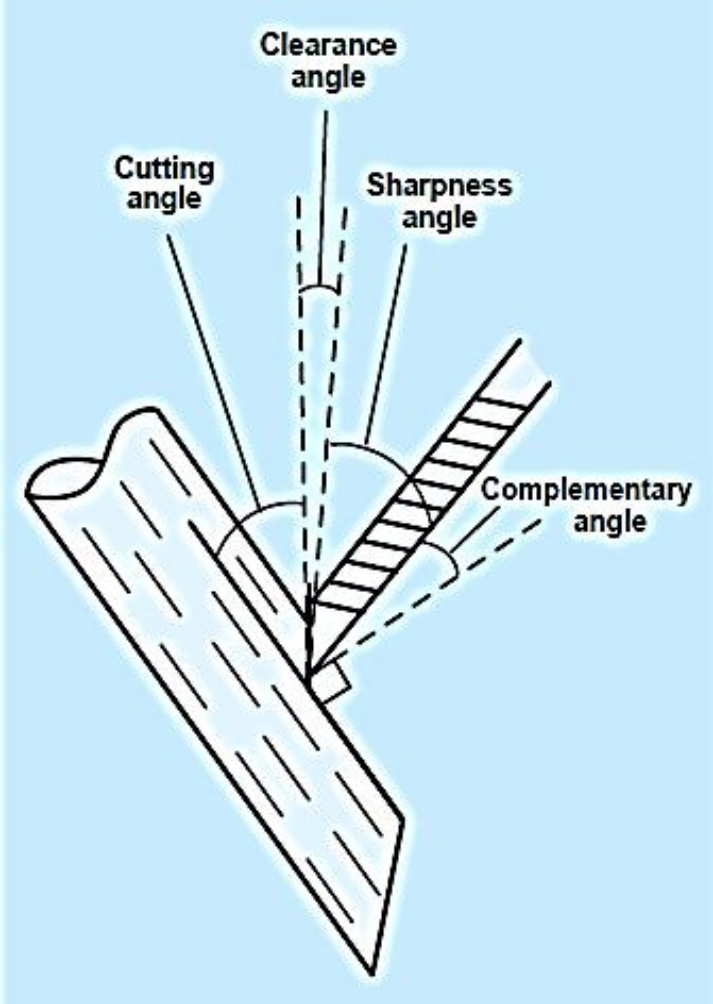
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1986_Hartler_Optimum+Chip+Quality.pdf (Uma cortesia da TAPPI - em Inglês)

Chip quality. A key to pulping uniformity and productivity. W.S. Fuller. 24º Congresso Anual. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 16 pp. (1991)

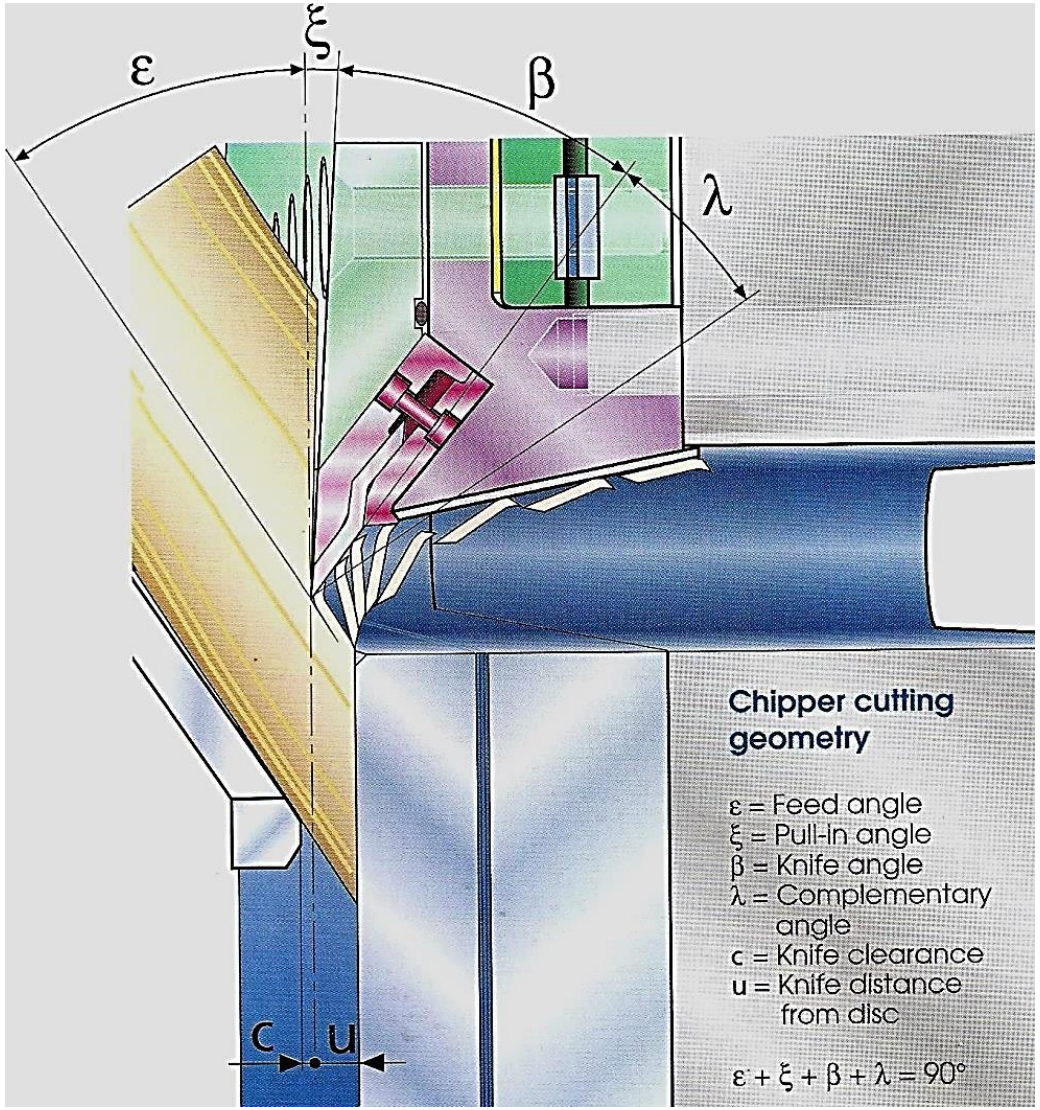
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1991_Chip+Quality_Bill+Fuller.pdf (em Inglês)

https://www.frmconsulting.net/articles/chip_quality.pdf (em Inglês)

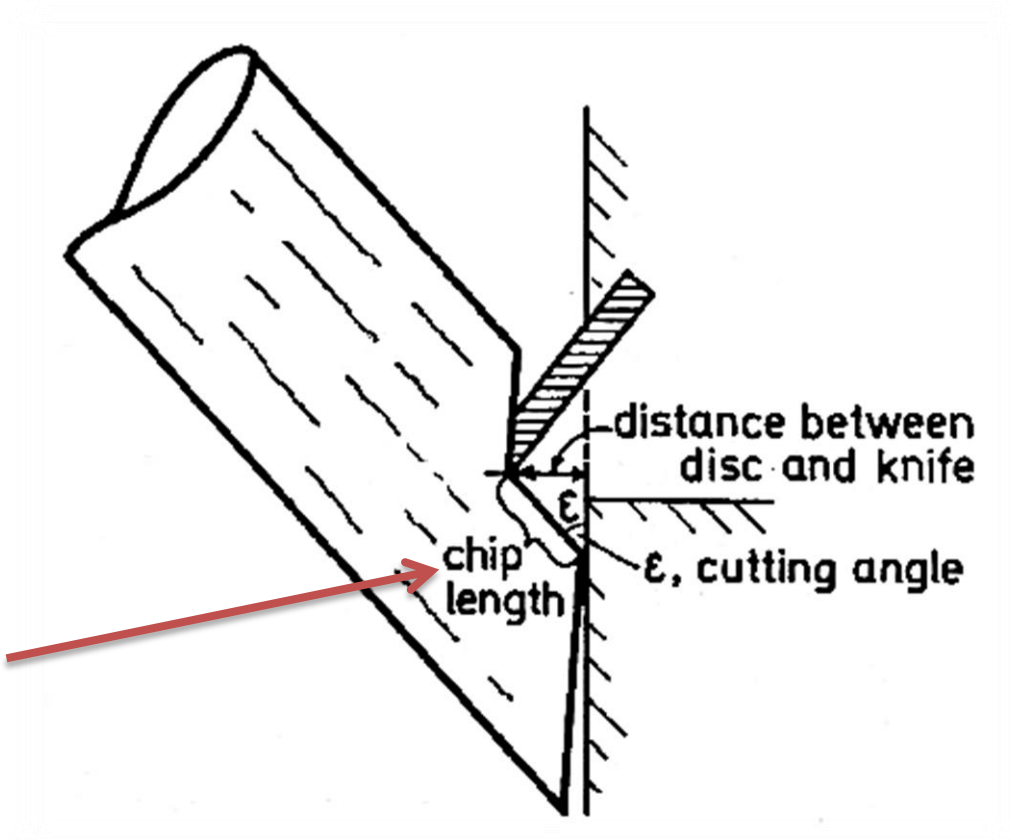
➔ ***Ângulos do picador:***



Origem da Figura:
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1996_Achieving_Chip+Quality.pdf



Origem da Figura: Kone Wood



O comprimento dos cavacos é função da distância entre a faca e o disco e do ajuste dos ângulos do picador

***Origem da Figura*:** Hartler & Stade, 1977

Ângulo de Alimentação ou de Corte (“Feeding Angle” ou “Cutting Angle”):

Variação entre 33 a 40º

Quanto menor o ângulo, ocorrem as seguintes alterações nos cavacos e processo:

- **Menor teor de finos**
- **Maior densidade a granel**
- **Menor espessura dos cavacos**
- **Redução nos estragos de cavacos**
- **Facilita a picagem de toras de maior diâmetro**

Para evitar que o cavaco seja "arrancado", ao invés de cortado, deve-se ajustar a distância entre a faca e a contrafaca, normalmente entre 0,5 mm e 0,8 mm

Ângulo de Sucção ou Evacuação das Toras da Bica ("Pull-in Angle" ou "Clearance Angle"):

Variação entre 2 a 5º

Quanto maior o ângulo, ocorrem as seguintes alterações:

- **Aumenta a velocidade de corte de toras contra os discos do picador**
- **Aumenta o comprimento nominal dos cavacos**

Ângulo Complementar ("Complementary Angle"):

Variação entre 10 a 15º

Tem influência direta sobre a relação entre comprimento e espessura dos cavacos, sendo um dos principais ângulos na regulagem para melhorar a qualidade dos cavacos

É um ângulo muito afetado pelo ângulo de alimentação das toras

Quanto maior o ângulo, ocorrem as seguintes alterações:

- **Melhora a relação entre comprimento e espessura dos cavacos**

Ângulo de Afiação ou Ângulo da Faca ("Sharpness Angle" ou "Knife Angle"):

Variação entre 30 a 40º

É o ângulo que resulta das definições dos demais ângulos, principalmente das decisões quanto ao ângulo de sucção e ângulo complementar

Logo, ao se querer alterar um ou mais dos três primeiros ângulos, tem-se que contentar com o ajuste das facas no ângulo que sobrar para se ter 90º

Quanto maior o ângulo da faca, ocorrem as seguintes alterações:

- **Aumenta a espessura dos cavacos**
- **Maior o estrago mecânico nos cavacos**
- **Aumenta o teor de finos e palitos**

Na prática, o ângulo de afiação deve ser o menor possível – entre 33 a 35º - buscando-se isso pelo balanceamento com os demais ângulos

➔ *Características atuais dos sistemas de picagem:*

- **Baixa velocidade de picagem (20 a 25 m/s)**
- **Menor número de facas (aproximadamente 12)**
- **Ângulo de alimentação compatível com a qualidade das toras**
- **Ângulo complementar mais alto para melhoria na relação comprimento/espessura dos cavacos**

- **Descarga lateral suave**

- **Substituição do sistema de transporte de cavacos por sistemas menos danosos aos cavacos (eliminação de uso de transporte pneumático)**

- **Produção de cavacos mais longos com objetivo de economia de energia, ganho de produtividade e redução da população de cavacos (Número de cavacos/m³)**

Também se reduzem teores de finos e de palitos

O aumento de sobre-dimensionados deve ser cuidadosamente monitorado e para recuperá-los tem usado o "crushing"

Mas isso não estaria completo se não houvesse um eficiente controle da Qualidade da Madeira e das Toras alimentadas, controladas através de dados confiáveis e rastreáveis ao longo de todo o processo

Estabilidade operacional e de qualidade de cavacos garantidas por monitoramento, planejamento e atuação em:

- ***Mix* de madeira**

- **TPC – Tempo Pós-Corte**

- **Densidade da madeira sendo alimentada (densidade básica, densidade aparente e densidade a granel dos cavacos)**

- **Projetos, desenhos, ajustes, monitoramento e manutenção dos picadores e peneiras de classificação (um a um de todos em operação)**

Logo, se sua área de preparo de cavacos estiver com cavacos de má qualidade em dimensões, densidade aparente e perdas de madeira, isso irá apenas mostrar que você deve buscar as causas e avaliar como atuar sobre elas

Tema nº 05:

Conversão de Toras em Cavacos: As Peneiras Classificadoras

Origem da Imagem: https://www.nipimpressions.com/chip-quality-defined-or-making-the-quality-chips-that-pulp-mills-need-cms-1923

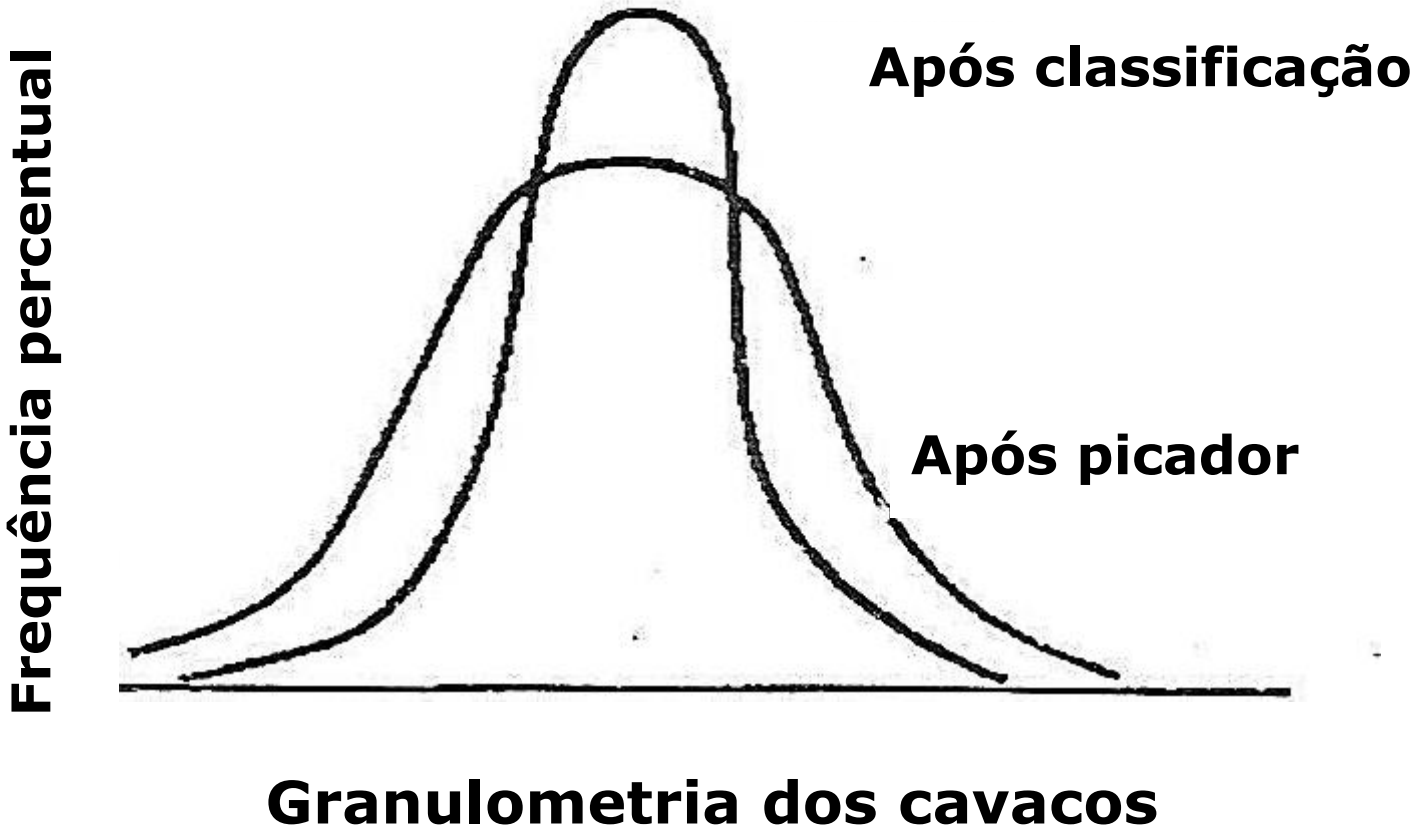
O Peneiramento ou Classificação dos Cavacos visa à remoção da máxima quantidade possível dos cavacos extremos em granulometria ("overs", serragens, finos, palitos) para oferecer mais Aceites homogêneos para a polpação no digestor
O ideal é realizar o peneiramento após a pilha de cavacos, justamente antes de enviar os cavacos ao digestor.

Com isso, a proporção de Aceites nos cavacos aumenta para valores acima de 92% (idealmente é possível se ter maior que 95%)

Remover serragem, finos e palitos é vital para o bom desempenho não apenas do digestor, mas do sistema de recuperação (licor preto e licor branco). Nenhuma das remoções é 100% efetiva, nem dos finos, nem dos sobre-dimensionados.

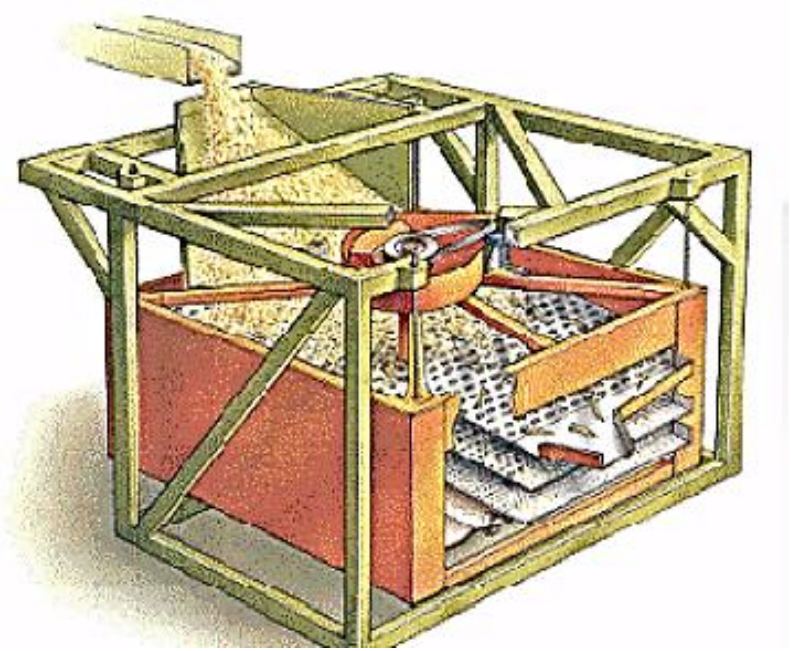
Além disso, sempre existem cavacos bons (variável entre 5 a 30%) junto com os cavacos indesejados removidos, principalmente junto aos sobre-espessos

Dentro dos Aceites, também vamos encontrar certa proporção de finos, palitos e cavacos sobre-dimensionados



Em geral, o peneiramento pode ser feito com peneiras com perfurações redondas, quadradas, poligonais ou fendas

Por isso, o peneiramento em mais de uma etapa é recomendado, até mesmo utilizando conceitos diferentes de peneiramento (peneiras vibratórias de perfurações e peneiras de discos)



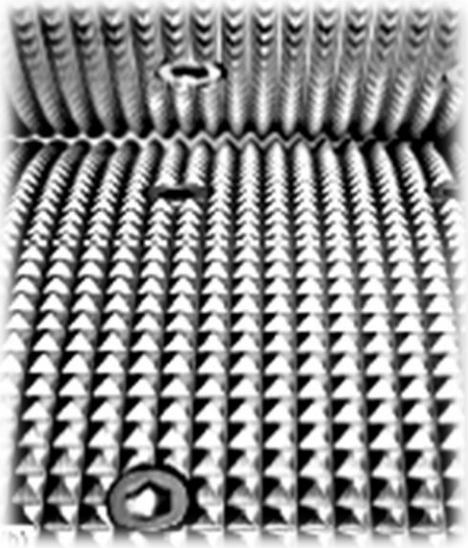
Origem das Figuras: *Bill Fuller (2004) e Alfredo Mokfienski (2009)*

Peneira de discos para remoção de "overs"

Origem da Figura: https://acrowood.com/screening/

Atualmente, o conceito tem sido picar as toras em condições para mínima geração de finos e palitos, não se importando que aumentem os sobre-dimensionados

Isso porque já se dispõem de métodos de reaproveitamento dos cavacos do tipo "over" (através "crushing") sem gerar tantas perdas como era antigamente com a repicagem



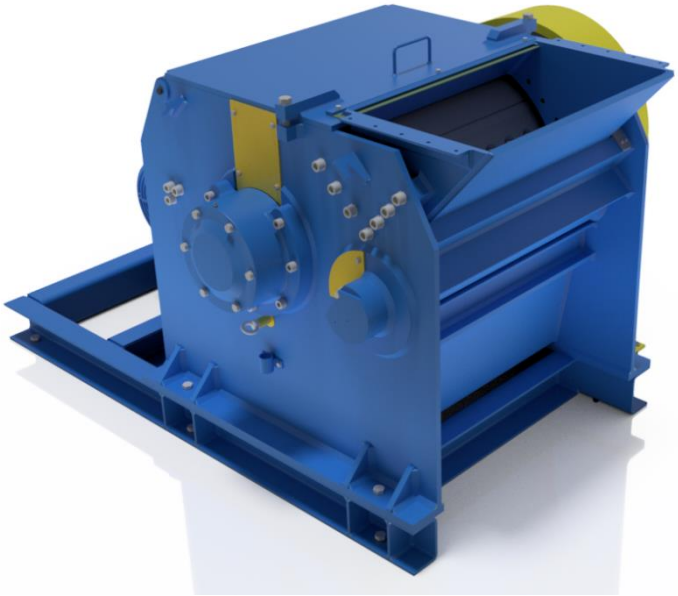
Crusher e cavacos esmagados

Origem das Figuras:

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2004_Bill+Fuller_Chip+Preparation.pdf

Repicagem em modelos tradicionais de fragmentação convertem 40% ou mais do peso alimentado em finos e palitos, fruto do conceito de impactos violentos dessas máquina de repicar ou fatiar "overs"

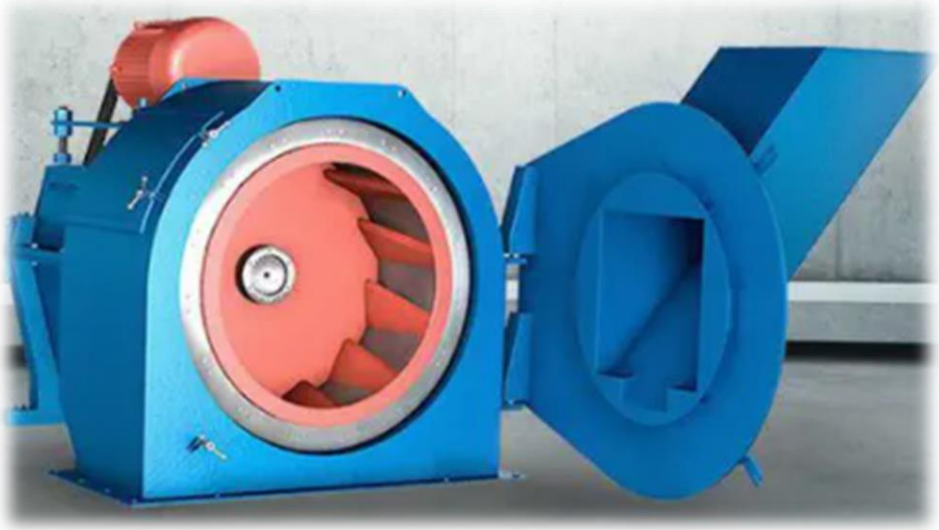
Isso não é problema para bioenergia, mas o é para polpação kraft

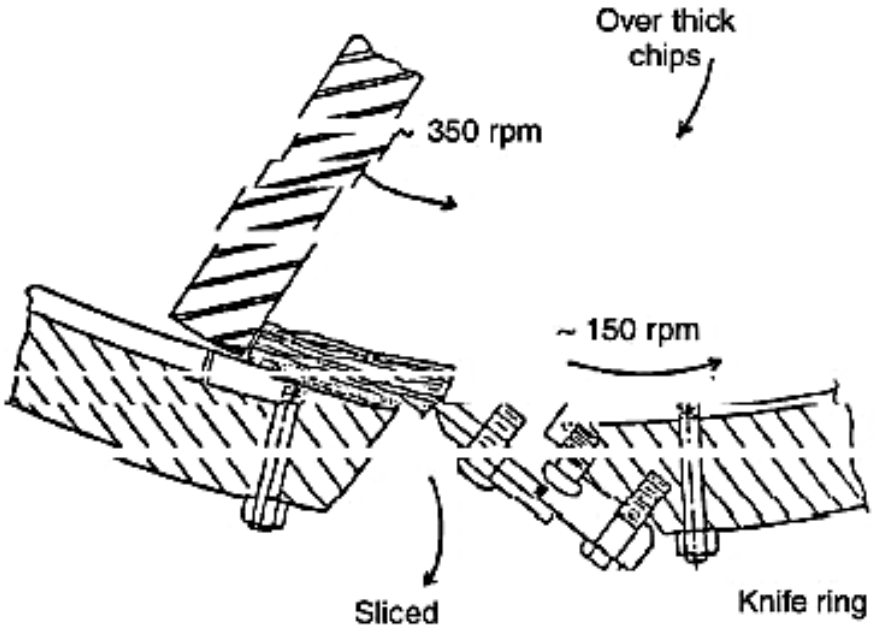


REPICADORES - Origem das Figuras:

https://www.fezer.com.br/repicador/ (E)

http://www.bruno.com.br/produto/17/repicador---rtb (D)





SLICER - Origem das Figuras:

https://www.agriexpo.online/prod/acrowood/product-185315-97087.html (E)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2004_Bill+Fuller_Chip+Preparation.pdf (D)

O ponto fraco da maioria dos repicadores ou fragmentadores de "overs" sempre foi a grande geração de finos e palitos

A revolução técnica causada pelos esmagadores/compactadores de cavacos foi que eles não se preocupam em fragmentar os sobre-dimensionados, mas apenas esmagar, compactar, deformar e causar rachaduras e fraturas mecânicas nos mesmos

O licor de cozimento penetra mais facilmente pelas rachaduras, mesmo em cavacos compactados e amassados

A eficiência dos "crushers" é maior para cavacos úmidos, que são mais macios e não soltam tantas fibras

Outro ponto problemático no processo de recuperação de "overs" é a alta proporção de cavacos dentro das tolerâncias de Aceitos entre eles (pode chegar a 30% ou mais do peso seco)

A área de peneiramento deve operar nas condições projetadas de carga, nunca ultrapassado os limites e sobrecarregando a classificação

Operar sobrecarregado resulta em embuchamentos, entupimentos, aumento de perdas de cavacos bons para as frações rejeitadas (cascas e "overs")

A presença de casca, especialmente no caso do eucalipto, sempre atrapalha a classificação dos cavacos

Por essas e outras razões, a eficiência de um descascamento (seja na fábrica ou na floresta) deve ser acima de 94%

➔ Tipos de peneiras para cavacos

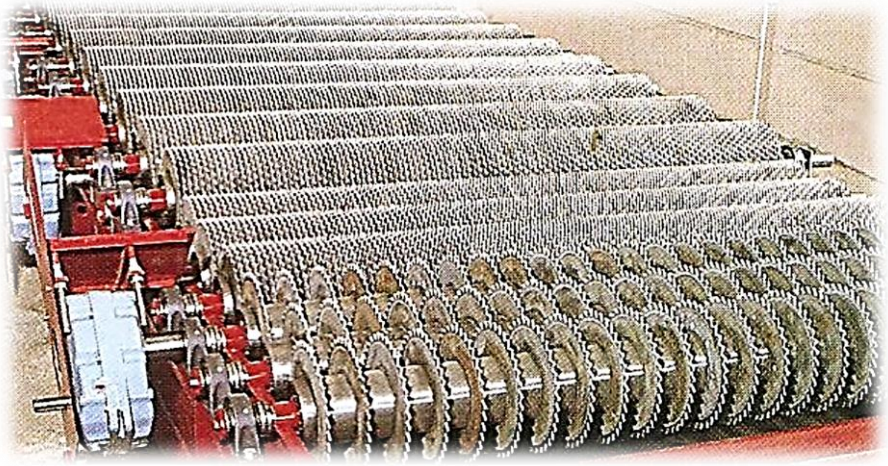
Peneiras de perfurações

Em geral são vibratórias e possuem três dimensões de malhas:

- **Superior com 45 a 55 mm – para descartar "overs"**
- **Intermediária com 22 a 26 mm para separar Aceites**
- **Inferior com 6 mm – para separar palitos e mini-cavacos**
- **Fundo: para descarte da serragem ou finos**

Peneiras de discos rotatórios

Utilizadas para separação inicial ou depuração dos “overs” e fitas de casca



Casca de eucalipto

Um problema importante a se administrar nos cavacos

➔ Localização das peneiras

Após a estocagem dos cavacos nas pilhas

Objetiva oferecer os melhores cavacos possíveis aos digestores, removendo o máximo de cavacos inadequados, danificados ou contaminados, fazendo isso imediatamente antes da alimentação dos mesmos

Após a geração nos picadores

Adequada aos "sistemas quentes de geração e uso dos cavacos", onde a estocagem de cavacos é mínima

➔ Estocagem dos cavacos em pilhas pulmão

O tempo de estocagem é uma estratégia de cada fábrica em função da segurança que deseja frente a fatores restritivos locais: suprimento de madeira, disponibilidade de peças de manutenção, capital imobilizado na pilha, etc.

Costuma ser variável entre 4 a 10 dias

Para uma fábrica de celulose de eucalipto com um digestor de produção de 1.000 toneladas dia, o consumo de cavacos varia entre 12 a 15.000 m³/dia

A partir desse dado, pode-se imaginar volumes de pilhas para tempos de estocagem e de produção diária dos digestores

O Tempo de Estocagem na Pilha de cavacos (TEP) deve ser computado quando se quer conhecer o real TPC (Tempo Pós-Corte) da madeira sendo consumida pela produção do digestor

Em uma pilha de cavacos deve-se:

- **Evitar tempos de estocagem prolongada dos cavacos**
- **Evitar rotação inadequada da pilha, deixando regiões "mortas" por longos períodos**
- **Manter sistema preventivo contra acidentes e surpresas ambientais e de segurança**
- **Monitorar temperaturas, deterioração, percolados e umidade**

A deterioração dos cavacos é mais rápida que a das toras, pois:

- ***Fácil acesso e contaminação por microrganismos***
- ***Grande superfície de exposição da madeira para colonização pelos microrganismos em função da fragmentação das toras em cavacos***
- ***Aeração favorecida pela característica volumosa dos cavacos***
- ***Umidificação ocasional e natural da pilha pela ocorrência de chuvas***
- ***A movimentação do ar está constantemente acontecendo dentro das pilhas equilibrando o teor de oxigênio e a umidade relativa desse ar interno à pilha***

- ***A presença de ar é função da compactação dos cavacos: quanto mais compactados, menos espaços e vazios para formar bolsas de ar***

- ***A compactação dos cavacos depende da altura da pilha (pressão) e da proporção de cavacos grandes e de serragem***

- ***Mesmo quando a temperatura da pilha aumenta pela atividade biológica intensa e esteriliza as colônias de microrganismos, a temperaturas acima de 65ºC – 70ºC ocorre a hidrólise ácida de constituintes da madeira (extrativos e carboidratos)***

Cavacos de madeiras de folhosas são mais susceptíveis à deterioração microbiológica e química do que os de coníferas, pela maior facilidade de colonização através dos lúmens dos elementos de vasos e riqueza de extrativos de interesse dos microrganismos

As estratégias de estocagem em pilhas de cavacos pelas fábricas variam em função de:

- ***Tecnologias sendo adotadas***
- ***Disponibilidade de peças de manutenção na região***
- ***Suprimento de madeira e necessidades maiores ou menores de "mix" de madeiras***
- ***Estratégias de continuidade operacional dos gestores***

Cavacos de madeira e cascas – O interminável dilema a gerenciar

Tema nº 06:

Sugerindo Metodologias de Ensaios de Qualidade de Cavacos

As avaliações dos principais parâmetros de qualidade dos cavacos costumam ser realizadas conforme metodologias padronizadas por organismos nacionais e internacionais, sendo que as normas mais comuns são as das seguintes organizações:

ASTM INTERNATIONAL

TAPPI

ABNT

SCAN-CM 66:05
Accepted 2005

SCANDINAVIAN PULP, PAPER AND BOARD
TESTING COMMITTEE

Scan - Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee (descontinuado em 2016, pela adoção do Sistema IS0 na Escandinávia)

Nessa seção, serão dados destaques apenas às características dos cavacos que têm sido utilizadas como indicadores chaves para os estudos de Qualidade desse tipo de Madeira

Complementarmente, nossos leitores e estudiosos do setor devem se sentir estimulados para buscar metodologias ou normas sobre outras propriedades que tenham interesse em obter mais dados sobre suas avaliações e quantificações

Muitas valiosas informações poderão ser obtidas navegando nos websites sugeridos de algumas entidades normalizadoras e produtoras de metodologias e instrumentos para avaliações técnicas de produtos e matérias-primas de origem florestal

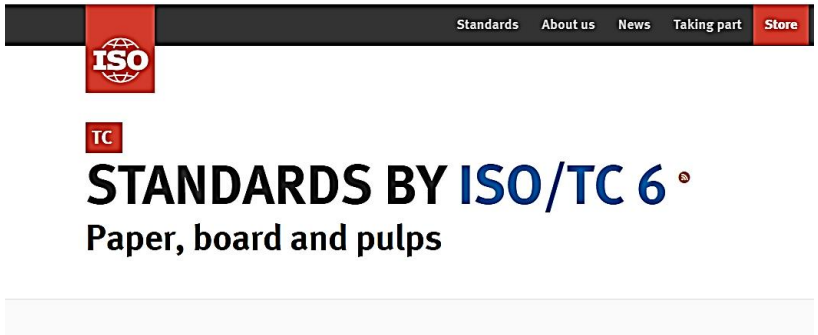
...bem como em trabalhos publicados que citamos e referenciamos em muitos casos como fontes valiosas de informações sobre determinadas metodologias e procedimentos

Normas ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, que tropicaliza e adapta as normas da série ISO para as condições brasileiras

https://www.normas.com.br/produto/normas-brasileiras-e-mercosul/pesquisar/cb-029/celulose-e-papel/1 (Celulose & Papel)

https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=2509 (Catálogo ABNT)

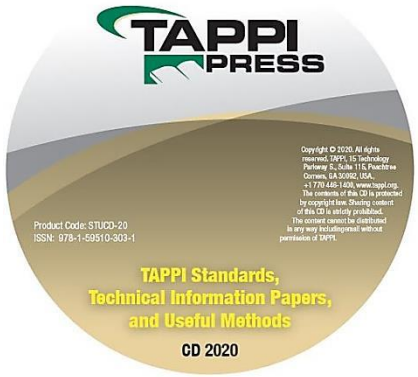
https://www.abtcp.org.br/DOCS/Normas%20CE%20de%20Ensaios%20Gerais%20para%20Pastas%20Celulosicas.pdf (Catálogo de Normas ABNT)



https://www.iso.org/committee/45674/x/catalogue/

ISO Standards – International Organization for Standardization, ***entidade normalizadora global oferecendo oportunidades de melhores relações técnicas e comerciais entre os países usuários de produtos das florestas***

https://www.iso.org/ics/79.040/x/ (Wood Materials)



https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/STU/STUCD-20.aspx

TAPPI Standards – Technical Association of the Pulp and Paper Industry, há décadas focada na padronização de metodologias ao setor de celulose e papel

https://www.tappi.org/Get-Involved/Develop-Standards-Methods/develop-standards/?srchtext=wood (Standards for Wood)

https://www.tappi.org/globalassets/documents/standards/tm_guidelines_complete.pdf (Standards Guidelines)

https://www.tappi.org/content/pdf/standards/numeric_index_tms.pdf (All TAPPI Standards)

CSA Standards - Canadian Standards Association - CSA Group, organização canadense de padronização, também com atuação similar à da ABNT, através parceria com as normas ISO

https://store.csagroup.org/ (Loja para venda online de standards)

ASTM – American Society for Testing and Materials, uma das primeiras e mais tradicionais entidades formuladoras de metodologias padronizadas para inúmeros setores industriais

https://www.astm.org/search/fullsite-search.html?query=wood%20pulp&resStart=0&resLength=10&toplevel=products-and-services&sublevel=standards-and-publications&dltype=allstd& (Standards for Wood & Pulps)

https://www.astm.org/industry/all-pulp-and-paper-standards.html (Pulp and Paper Standards)

Relações entre métodos TAPPI, ASTM, SCAN e ISO:

https://www.tappi.org/globalassets/documents/standards/related_methods_chart.pdf (em Inglês)

http://www.pulpandpaperservices.com/standards.html (em Inglês)

https://www.econotech.com/chemical-analysis/pulp-paper.php *(em Inglês)*

http://www.fefco.org/sites/default/files/Standards%20World%20standards%20-%20Comparison%20FEFCO-EN-ISO-TAPPI%20-%20final%200204_revJP_10_2018.docx (em Inglês)

Alguns documentos básicos sobre metodologias e ensaios de madeiras e polpas celulósicas

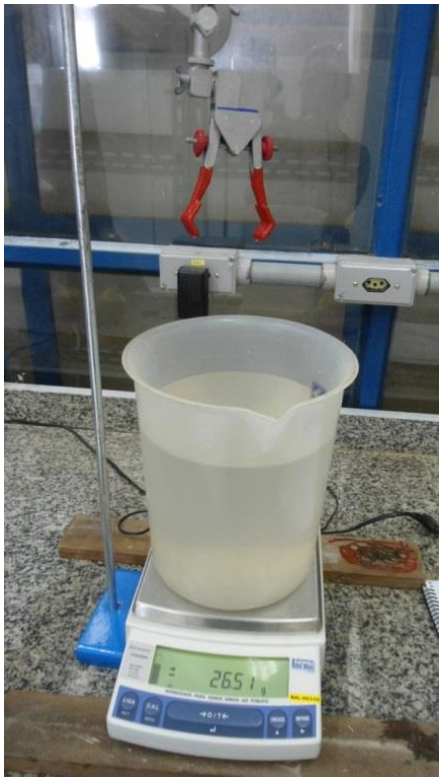
Chip quality monograph. J.V. Hatton (Editor). TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 323 pp. (1979)

https://books.google.com.br/books/about/Chip_Quality_Monograph.html?id=atFtAAAAIAAJ&redir_esc=y (Referência apenas – em Inglês)

e

https://www.worldcat.org/title/chip-quality-monograph/oclc/5350290 (Referência apenas – em Inglês)

Principais metodologias utilizadas em Qualidade dos Cavacos de Madeira



Metodologia para se determinar volume da madeira pelo método da imersão em água (Princípio de Arquimedes)

Teste da densidade aparente de cavacos (E = À esquerda)

Equipamento para ensaio de densidade aparente ou a granel de cavacos de madeira (Fonte: Qualitylabor – D = À direita)

➢ *Amostragem de Cavacos*

Wood chips for pulp production. Sampling. Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee. Standard SCAN CM 41:94. 03 pp. (1994)

https://www.yumpu.com/en/document/read/51172031/scan-cm-41-pfi (em Inglês)

e

http://www.kemesta.fi/document.php/1/86/cm_41-94.pdf/2f7b6a663abcb8654b80d42d9541c022 (em Inglês)

Method AS/NZS 1301.013rp:1999 of testing wood chips for pulp and paper. Sampling of woodchips for testing. Australian and New Zealand Standards. 08 pp. (1999)

https://www.saiglobal.com/PDFTemp/Previews/OSH/As/as1000/1300/130113.pdf (em Inglês)

Sampling of fiber raw material. W.S. Fuller. FRM - Fiber Raw Materials Consulting Website. 21 pp. Acesso em 26.02.2021:

https://www.frmconsulting.net/articles/sampling.pdf (em Inglês)

➢ *Teor de Umidade de Amostras de Cavacos de Madeira*

Medida por secagem em estufa a 105±2ºC até peso constante, sendo que o peso evaporado é a água ou umidade da polpa

Relatada como percentual do peso inicial

Referências da literatura:

https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/22610/abnt-nbr14929-madeira-determinacao-do-teor-de-umidade-de-cavacos-metodo-por-secagem-em-estufa (ABNT NBR 14929)

https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr107/cap22.pdf (Artigo)

http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9153/dissertacao_Danilo%20Barros%20Donato.pdf?sequence=1 (Dissertação de Mestrado)

https://www.tappi.org/content/SARG/T258.pdf (Método Tappi T258)

➢ ***Consistência ou Percentual de Massa Seca*** (base peso inicial)

É calculada a partir do método que determina o teor de umidade da madeira, base seu peso úmido inicial
Em resumo, se o teor de umidade for 9,5%, a consistência será 90,5%

Ou seja, o que não for água será massa seca do material

Referências da literatura:

https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/28997/abnt-nbriso638-papel-cartao-e-pasta-celulosica-determinacao-do-teor-de-massa-seca-metodo-por-secagem-em-estufa (Método ABNT)

https://www.iso.org/standard/42267.html (Método ISO)

https://www.yumpu.com/en/document/read/38471234/scan-cm-3994-pfi (SCAN CM 39:94)

➢ *Densidade Básica da Madeira em Formato de Cavacos*

Princípio de Arquimedes e Lei da Impenetrabilidade da Matéria sendo utilizados pelo Método da Balança Hidrostática

Definida como a relação entre o peso seco de madeira e o volume da mesma em condições de saturação em umidade (Volume verde ou saturado)

Idealmente falando, volume medido na situação quando o efeito da umidade não consegue mais interferir na mudança volumétrica da amostra de madeira sendo avaliada

Referências da literatura:

https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/2789/abnt-nbr11941-madeira-determinacao-da-densidade-basica (ABNT NBR 11941)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1972_Metodos_OPapel.pdf (*Artigo*)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/1983_Metodo_Maximo_Teor_Umidade.pdf (*Artigo*)

https://www.tappi.org/content/SARG/T258.pdf *(Método Tappi T258)*

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1990_Grundelius.pdf *(Artigo)*

- ***Densidade Aparente ou a Granel de Cavacos de Madeira***

Consiste na determinação do peso absolutamente seco de madeira na forma de cavacos por unidade de volume dos mesmos, em condições padronizadas de testes e com volume tal qual nas condições de umidade em que se encontram os cavacos amostrados

Referências da literatura:

https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/23014/abnt-nbr14984-madeira-determinacao-da-densidade-aparente-de-cavacos
(ABNT NBR 14984)

https://www.rise-pfi.no/wp-content/uploads/2017/03/CM_46-92.pdf
(SCAN 46:92)

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/01/UM/0104UM23.aspx
(TAPPI UM 23)

➢ *Classificação dos Cavacos de Madeira*

Separação dos cavacos em classes de granulometria visando a identificar as proporções dos cavacos mais indicados e os fora de especificações para o processo industrial, em base das proporções de peso tal qual

Referências da literatura:

http://www.kemesta.fi/document.php/1/85/cm_40-01.pdf/35629de7457f6a1353f9a291caafb2b0 *(SCAN-CM 40:01)*

https://www.researchgate.net/publication/248353831_Methods_for_size_classification_of_wood_chips *(Artigo)*

http://www.marconi.com.br/produto/100/classificador-de-cavacos-norma-scan-cm-4094 *(Classificador de cavacos Marconi)*

https://www.testingmachines.com/pdf/71-01-chip-class.pdf (Com bandejas disponíveis conforme SCAM 40-01 e TAPPI UM 21)

https://www.bmandm.com/screening-equipment/chip-classifiers
(Classificador de cavacos com bandejas)

http://www.uecin.com/product/wood-chip-classifier-pulp-testing-equipments (Classificador UEC-2013)

https://www.andritz.com/products-en/group/pulp-and-paper/service-solutions/scanchip-analyzer (Classificador ótico Andritz)

➢ *Distribuição em Dimensões dos Cavacos de Madeira*

Wood chips for pulp production. Size distribution. Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee. Standard SCAN CM 40:01. 04 pp. (2001)

https://www.yumpu.com/en/document/read/38460328/scan-cm-40-pfi (em Inglês)

- ***Comprimento / Largura e Distribuição em Comprimento / Largura dos Cavacos de Madeira***

Wood chips for pulp production. Length and length distribution; width and width distribution. Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee. Standard SCAN CM 48:01. 05 pp. (2001)

https://www.yumpu.com/en/document/read/38460387/scan-cm-4801-pfi (em Inglês)

- ***Espessura e Distribuição da Espessura em Cavacos***

Wood chips for pulp production. Thickness and thickness distribution. Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee. Standard SCAN CM 47:92. 05 pp. (1992)

https://www.yumpu.com/en/document/read/48445883/scan-cm-47-pfi (em Inglês)

➢ *Teor de Sujeiras em Cavacos de Madeira*

Define como medir as contaminações presentes nos cavacos de madeira, principalmente as sujeiras derivadas de material das próprias árvores

Referências da literatura:

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/01/T/0104T265.aspx (TAPPI T-265)

https://www.techstreet.com/standards/tappi-t-265-cm-09?product_id=1627905 (TAPPI T-265)

https://books.google.com.br/books?id=cNyZlC7GiA0C&pg=PA112&lpg=PA112&dq=tappi+T+265+wood+chips&source=bl&ots=qYnJ7IYFHi&sig=ACfU3U1TDeYlBf2uDa4X-cppysSBZRYTwg&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwiG4OjCrMTvAhUrD7kGHWf

bBkwQ6AEwEHoECA8QAw#v=onepage&q=tappi%20T%20265%20wood%20chips&f=false (Livro)

http://www.kemesta.fi/document.php/1/87/cm_42-06.pdf/2d4d5396ae5fda3e0b0de261d0b36433 (Teor de casca nos cavacos – Método SCAN CM 42-06)

- ***Teor de Madeira na Fração Casca***

Wood chips for pulp production. Wood content in the bark fraction. Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee. Standard SCAN CM 53:94. 04 pp. (1994)

http://www.kemesta.fi/document.php/1/93/cm_53-94.pdf/de91834933b9324c856957b57d6d5806 (em Inglês)

➢ *Preparo da Madeira Isenta de Extrativos*

Método que tem como objetivo a preparação da madeira isenta de extrativos para ensaios de determinação de lignina Klason e lignina solúvel em ácido

Referências de literatura:

https://www.astm.org/Standards/D1105.htm (ASTM D 1105)

https://idoc.pub/download/tappi-t264-cm-97-jlk92v921345 (TAPPI T 264 – Com substituição do benzeno pelo tolueno e uso de água quente)

- ***Teor de Lignina Insolúvel em Ácido (Método Klason) em Madeira em Formato de Cavacos***

Metodologia baseada na completa degradação ácida dos carboidratos da madeira em condições padronizadas e medição do material residual como sendo Lignina Klason insolúvel em ácido

Referências de literatura:

https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/2969/abnt-nbr7989-pasta-celulosica-e-madeira-determinacao-de-lignina-insoluvel-em-acido (ABNT NBR 7989)

https://research.cnr.ncsu.edu/wpsanalytical/documents/T222.PDF (TAPPI T 222)

https://www.astm.org/Standards/D1106.htm (ASTM D 1106)

https://www.astm.org/Standards/E1721.htm (ASTM E 1721 - Resíduo após hidrólise ácida)

https://www.scielo.br/pdf/cr/v31n5/a31v31n5.pdf (Artigo)

- ***Teor de Lignina Solúvel em Ácido em Madeira em Formato de Cavacos***

Parte da lignina presente na amostra de madeira pode ser solubilizada pelas drásticas condições ácidas aplicadas para hidrolisar os carboidratos

Com metodologia de espectrometria UV (280 nm de comprimento de onda) se pode calcular a quantidade de lignina que passou para a solução residual ácida após a hidrólise dos carboidratos

Referências de literatura:

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622011000200018 (Artigo)

https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75131/tde-07102009-100309/publico/KarenMarabezi.pdf (Dissertação de Mestrado)

https://www.researchgate.net/publication/224876010_Klason_Lignin_Modifications_to_Improve_the_Precision_of_the_Standardized_Determination (Artigo)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1986_Metodologia_teor_lignina_material_lenhoso.pdf *(Artigo)*

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Determinazao+Lignina.pdf *(Artigo)*

- ***Relação S/G - Siringila/Guaiacila (Siringil/Guaiacil) na Lignina obtida de Madeira em Formato de Cavacos***

A relação entre os grupamentos siringila e guaiacila nas ligninas tem sido muito utilizada como indicador da facilidade ou dificuldade de deslignificação da madeira (polpação) e das polpas (deslignificação com oxigênio e branqueamento)

Referências de literatura:

https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/2182/1/texto%20completo.pdf (Dissertação de Mestrado)

https://www.scielo.br/pdf/qn/v31n8/23.pdf (Artigo)

https://www.eucalyptus.com.br/icep03/31_Silva_Barbosa_Maltha_Colodette.pdf (Artigo)

- ***Teor de Extrativos em Álcool, Benzeno, Álcool/Tolueno, Acetona, Diclorometano ou Éter Etílico (Extrativos Totais em Solventes Orgânicos) em Madeira em Formato de Cavacos***

Ensaio de grande significado para a polpação, pois se refere à quantidade de materiais presentes na madeira que podem ser extraídos pela polpação sem resultar em rendimento em produção de polpa

... e também podendo oferecer problemas processuais subsequentes nos processos e na qualidade das polpas produzidas

Referências de literatura:

https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/22079/abnt-nbr14853-madeira-determinacao-do-material-soluvel-em-etanol-tolueno-e-em-diclorometano-e-em-acetona (ABNT NBR 14853)

https://www.tappi.org/content/sarg/t204.pdf (TAPPI T 204 - Com substituição do benzeno pelo tolueno)

https://research.cnr.ncsu.edu/wpsanalytical/documents/T204.PDF (TAPPI T 204)

https://standards.globalspec.com/std/356807/TAPPI%20T%20280 (TAPPI T 280)

https://www.astm.org/Standards/D1107.htm (ASTM D 1107)

https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/D1108-96R01.htm (ASTM D 1108)

- **Sobre Equipamentos Automatizados ou Semi-Automatizados para Medições da Qualidade de Cavacos**

http://thechipdoctor.com/chip_lab_consulting.htm (Gradex chip classifier)

https://www.flickr.com/photos/rotexscreeners/5486058849 (Gradex chip classifier)

ScanChip chip analyzer and chip sampler – State of the art in chip analysis technology. Andritz. Videos Youtube. Canal Andritz Group. Acesso em 01.03.2021:

https://www.youtube.com/watch?v=374-2uAhuRY (em Inglês)

ScanChip optical analysis system:...the state of art in chip analysis technology. Andritz. Apresentação em PowerPoint: 13 slides. Acesso em 01.03.2021:

https://www.forestresources.org/publications/15p31.pdf (em Inglês)

ScanChip: Optical chip analyser. Andritz. Acesso em 01.03.2021:

https://www.andritz.com/products-en/group/pulp-and-paper/service-solutions/scanchip-analyzer (em Inglês)

Origem das Figuras:

http://www.eucalyptus.com.br/icep03/241Caldeira.ppt.pdf

➢ Sobre a Espectroscopia NIR (Infra Vermelho Próximo) em avaliações *de Qualidade da Madeira*

Fontes das imagens para instrumentação NIRS:

https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=14371

https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=13097

A utilização da Espectroscopia no Infra Vermelho Próximo virou uma nova e moderna mania para se estabelecer correlações *confiáveis ou nem tanto* entre as medições do NIR e propriedades da madeira e de sua polpação

Um "*remédio*" ou uma "*bola de cristal*" milagrosa que tenta oferecer predições de:

→ **Densidade básica da madeira**

→ **Teor de extrativos da madeira**

→ **Teor de holocelulose**

→ **Teor de lignina da madeira**

→ **Rendimento da polpação kraft**

→ **Consumo específico aparente de madeira**

Tudo vai depender de:

Perfeita seleção de material a ser estudado, já que a metodologia de calibração pode ser afetada pela qualidade do material genético, local de amostragem na árvore, idade da árvore, relação genótipo ambiente, etc.

Amostragens confiáveis e representativas

Número de repetições adequados

Correlações de calibragem bem estabelecidas

Validade das correlações

Utilização correta da técnica na obtenção de dados

Para conhecimento dos fundamentos dessa técnica, sugiro a leitura de:

Espectroscopia na região do infravermelho próximo para predição de características de madeira para produção de celulose. L.C. Sousa. Tese de Doutorado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 109 pp. (2008)
https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/563/1/texto%20completo.pdf (em Português)

Avaliação da madeira de híbridos de *Eucalyptus globulus* com *E. grandis* e *E. urophylla,* para produção de celulose, utilizando a espectroscopia NIR. F.R. Milagres. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 142 pp. (2009)
https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/2994/1/texto%20completo.pdf (em Português)

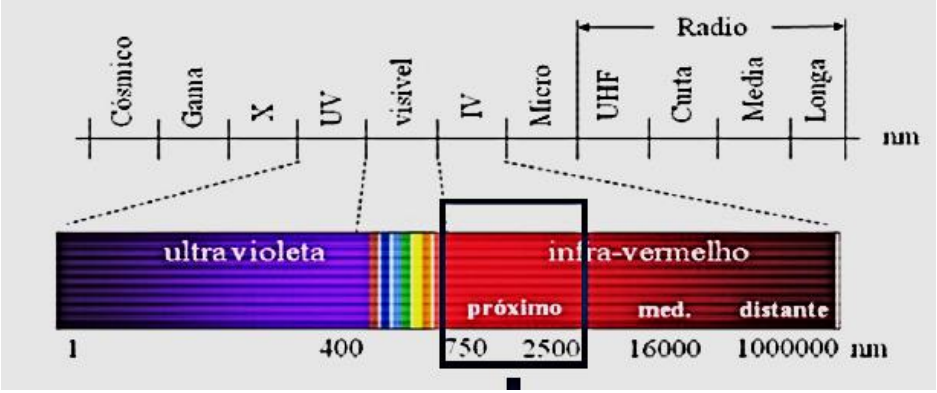
Desenvolvimento de modelos de calibração NIRS para minimização das análises de madeiras de *Eucalyptus* spp. L.C. Sousa; J.L. Gomide;

F.R. Milagres; D.P. Almeida. Revista Ciência Florestal 21(03): 591 – 599. (2011)

https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/download/3817/2226 (em Português)

Espectroscopia de infravermelho próximo para predição de propriedades da madeira de híbridos de *Eucalyptus spp*. F.R. Milagres. Tese de Doutorado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 96 pp. (2013)

https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/588/1/texto%20completo.pdf (em Português)



Origem da Imagem:

http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/15604/2/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Monitoramento%20da%20dessor%C3%A7%C3%A3o%20de%20%C3%A1gua%20na%20madeira%20por%20espectroscopia%20no%20infravermelho%20pr%C3%B3ximo.pdf

Origem das Figuras:

http://www.eucalyptus.com.br/icep03/241Caldeira.ppt.pdf

Tema nº 07:

Madeira em Formato de Cavacos e suas Propriedades Vitais

Cavacos de eucaliptos (E - Esquerda)

Cavacos de energia (resíduos florestais) e cavacos de processo de *Pinus* (D - Direita)

Curiosamente, quando um técnico da fábrica diz que a qualidade dos cavacos está péssima, ele tem dificuldades para comprovar essa afirmação com dados e fatos de seu próprio setor, pois são poucas em quantidade e confiabilidade as medições de qualidade dos cavacos produzidos

Ele se baseia mais em efeitos indiretos como o desempenho do digestor, os maiores consumos específicos de madeira ou vapor na polpação, o excesso de sólidos secos para a caldeira e as dificuldades de branquear a celulose produzida pelo digestor (variações no Número Kappa e viscosidade)

Em situações normais existem dificuldades de se comprovar relações de causa/efeito entre algumas das qualidades medidas nos cavacos e qualidade da celulose e produtividade do digestor

Mas existem situações onde as qualidades dos cavacos são tão significativamente afetadas que as perversidades ou virtudes são detectadas de imediato

Os técnicos focam muito sobre alguns aspectos qualitativos para os cavacos que são os seguintes:

- **Estado de deterioração ou de sanidade**
- **Teores de umidade**
- **Teor de contaminantes (casca, terra, pedras, metais)**
- **Granulometria (proporção entre classes de dimensões dos cavacos)**
- **Densidade aparente ou a granel dos cavacos**
- **Densidade básica da madeira**
- **Teor de extrativos da madeira**

- **Teor de lignina da madeira**

- **"Length to Thickness Ratio" – Relação Comprimento/Espessura dos cavacos**

Idealmente essa relação deveria ficar entre 5,5 a 6 – ou seja, um cavaco aceito de 4 mm de espessura deveria ter um comprimento entre 22 a 24 mm

- **População de cavacos, ou número de cavacos somente nas dimensões da fração Aceite por m³ ou tonelada seca de cavacos**

- **Aspectos gerais dos cavacos: forma, rachaduras, esmagamentos, arrancamento e não corte, nós, podridão, cor, etc.**

Cavacos uniformes e estáveis em qualidade resultam em melhor estabilidade operacional de toda a linha de fibras

Os cavacos de madeira afetam tópicos industriais relevantes e relacionados aos resultados econômicos industriais e empresariais:

» **Produção e produtividade dos digestores (produtividade em polpa por volume de cavacos alimentados – toneladas de polpa seca por 1.000 rpm do alimentador de cavacos, por exemplo)**

» **Operação mais estável dos digestores: tempo de impregnação dos cavacos e da polpação, estabilidade da coluna de cavacos, limpeza de fendas das peneiras de troca de licores, etc.**

» **Consumo de reagentes químicos na polpação e branqueamento**

» **Atingimento das especificações de Número Kappa e viscosidade da polpa não branqueada**

» **Formação de rejeitos, nós e palitos que não conseguiram ter seus elementos anatômicos totalmente individualizados**

» **Consumo específico de madeira**

» **Resultados econômicos e financeiros da operação de produção das fábricas (função de custos de produção e produtividade)**

Por incrível que possa parecer – os investimentos na área de preparo da madeira são quase sempre negligenciados pelos gestores e investidores

Isso resulta em sobrecarga de utilização nos equipamentos da área, causando gargalos que são resolvidos por modificações processuais que prejudicam a qualidade dos cavacos

E por extensão, da fabricação – como um todo

Ações Desastrosas para Qualidade da Madeira como cavacos:

⇒ **Sobrecarga de alimentação das mesas alimentadoras resulta em fluxos irregulares ou exagerados de toras sendo encaminhadas para o descascamento ou picagem**

⇒ **Aumento do comprimento dos cavacos para ganhar capacidade de picar mais toras (menos fatias a cortar aumentado o comprimento de 19 para 25 mm de comprimento, por exemplo) Resultado: espessura de cavacos e proporção de lascas aumentam proporcionalmente ao aumento do comprimento**

⇒ **Aumento do diâmetro ou distância nas aberturas das peneiras classificadoras para que os maiores fluxos de cavacos não acabem causando muita rejeição de cavacos por incapacidade de peneiramento (entupimentos e embuchamentos)**

Alguns itens de qualidade dos cavacos:

- **Teor de casca**

A casca presente nos cavacos é o mais comum dos contaminantes

São comuns valores entre 0,5 a 1% de casca base peso seco dos cavacos, mas o objetivo atualmente é ser menor que 0,5%

A casca é um "veneno silencioso", embora colabore com algumas fibras de floema para a polpa

Ela ocupa espaço no digestor que poderia estar sendo ocupado por cavacos de madeira, tem altos consumos de álcali ativo, baixo rendimento de polpação, colabora para aumento de "*shives*" na polpa não branqueada e também aumenta o teor de sólidos secos no licor preto

As propriedades físico-mecânicas das polpas de casca são pobres

Logo, a melhor solução é reduzir ao máximo a presença da casca nos cavacos

- **Densidade aparente dos cavacos ou densidade a granel**

A densidade aparente ou densidade a granel dos cavacos de madeira é uma das formas mais utilizadas para se converter volume de madeira em peso seco

Densidade aparente anidra ou base seca: expressa em peso absolutamente seco de cavacos por unidade de volume de cavacos (t a.s./m³; kg a.s./m³)

Densidade aparente atual ou tal qual: **apresenta os resultados em peso na umidade em que se encontram os cavacos pela unidade de volume dos mesmos (t/m³ e kg/m³)**

Nas fábricas de celulose, os digestores são alimentados por cavacos de madeira, que na maioria das vezes são medidos em volume pelos alimentadores e medidores de cavacos

As densidades aparentes dos cavacos dependem de um conjunto de fatores, que podem influenciar bastante os resultados, tais como:

- **Densidade básica da madeira sendo alimentada (clone ou "*mix*")**

- **Densidade aparente da madeira base seca ou anidra (t a.s./m³ tal qual)**

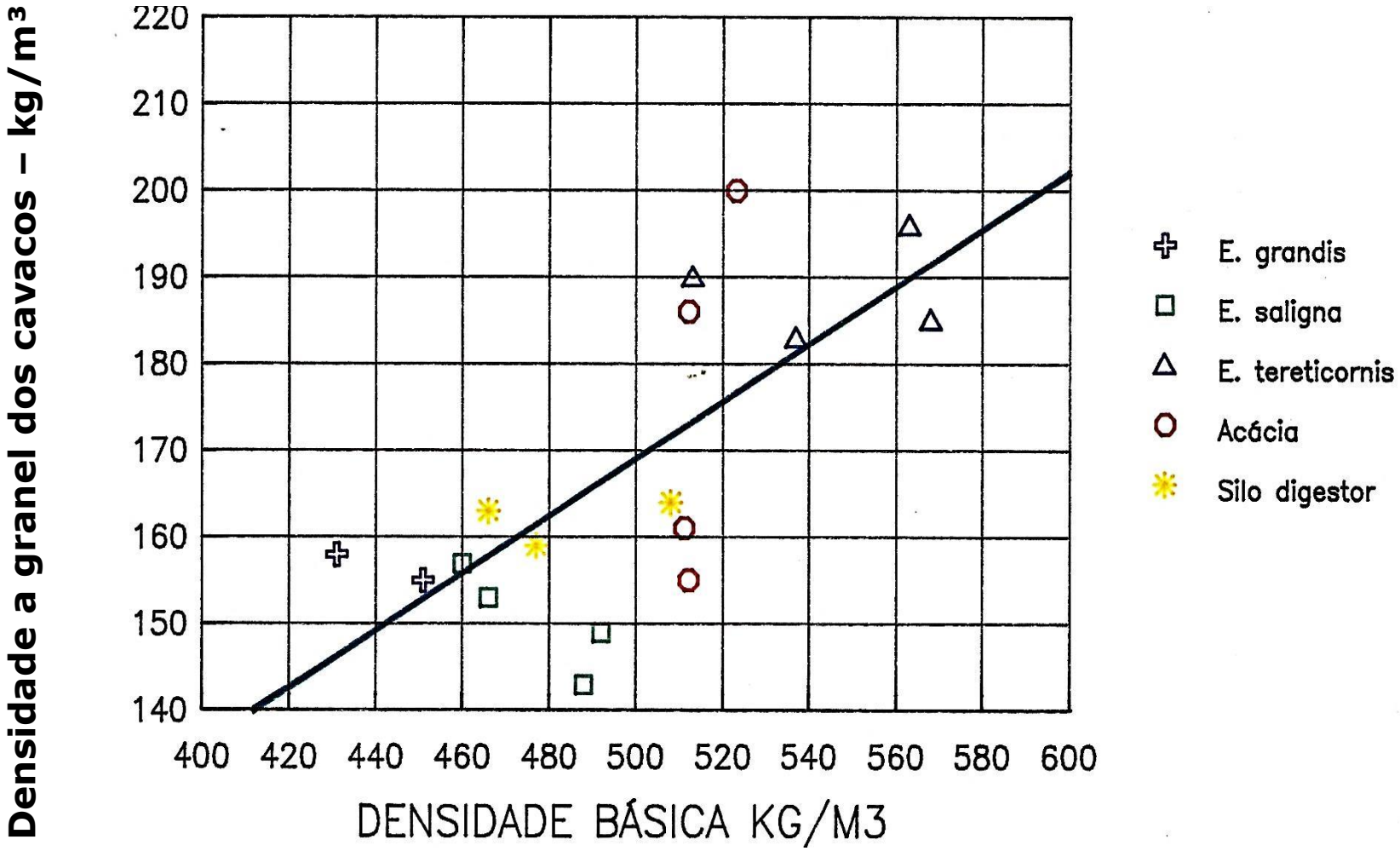
- **Dimensões dos cavacos (ou granulometria)**

- **Umidade dos cavacos**

- **Contração ou expansão volumétrica da madeira devido às variações de umidade**

- **Teor de casca (densidade da casca é menor que a da madeira)**

- **Pressão aplicada sobre os cavacos, que colabora para a compactação dos mesmos (na pilha de cavacos devido ao peso da coluna de cavacos; em digestores de polpação de celulose, etc.)**



Densidade básica versus densidade a granel dos cavacos para diferentes tipos de cavacos

Qualidade após picador	Total	Lascas	"Overs"	Aceites	Palitos	Finos
% Classificado	100	1,7	10,5	81,2	4,8	1,7
Densidade a granel da fração kg a.s./m³	164	115	182	167	129	102

As dimensões dos cavacos, principalmente comprimento e espessura, também afetam os resultados de densidade aparente

Extremos em dimensões (sobre-espessura e serragem) prejudicam a densidade aparente e a qualidade da polpa

Material	Densidade aparente anidra cavacos (t a.s./m³)	Densidade básica madeira t a.s./m³
Serragem	0 ,11 – 0,14	0,42 – 0,45
Cavacos (2 a 6 mm)	0,16 – 0,19	0,46 – 0,50
Sobre-espessos (Maior 8 mm)	0,2 – 0,23	0,50 – 0,54

Origem da Tabela:

http://eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT41_Densidade_Basica_Madeira.pdf

O excesso de vazios com ar nas pilhas acontece tanto para cavacos muito pequenos ou até com serragem de madeira (densidade aparente anidra de 0,11 a 0,14 t a.s./m³ para madeiras de eucalipto)

Cavacos sobre-espessos são causadores de engaiolamentos e perda de densidade aparente ou a granel

A densidade aparente ou a granel dos cavacos pode ser checada e monitorada (comparativamente às medições laboratoriais) pelas medições de peso, umidade e volume medidos pelos sistemas de controle do digestor

Exemplo de um digestor com as seguintes situações em um dia de operação:

- ✓ **Produção em polpa marrom = 3.500 t a.s./dia**
- ✓ **Velocidade de alimentação pela rosca = 29,2 m³ cavacos/minuto**
- ✓ **Volume de cavacos por dia = 42.048 m³/dia**
- ✓ **Peso úmido de cavacos alimentado (medições online e integradas) = 11.218 toneladas**

- ✓ **Peso seco de cavacos base teor de secos de 60% (Umidade = 40%) = 6.731 t a.s. / dia**

- ✓ **Densidade aparente dos cavacos calculados pelos dados de alimentação do digestor = 6.731 t a.s. cavacos/42.048 m³ cavacos = 0,160 t a.s./m³**

- ✓ **Rendimento da polpação = 100 x [3.500 t a.s. polpa bruta/6.371 t a.s. cavacos] = 52%**

Granulometria dos cavacos (classificação em classes de dimensões)

A classificação dos cavacos visa a remover as dimensões inadequadas de fragmentos de madeira: cavacos espessos; lascas; nós; serragem grossa e pó de madeira (finos); palitos pequenos e pedaços irregulares de casca

Infelizmente, em função da variabilidade, sobrecargas de fluxos, enormes quantidades a peneirar e dos conceitos técnicos de uma peneira, nem todos os cavacos inadequados são removidos

Os testes de granulometria costumam ser feitos em amostras de cavacos coletados após cada picador (para auditar seu desempenho), depois do sistema de peneiramento (para verificar desempenhos) e nos cavacos alimentados ao digestor (efeito estocagem na pilha)

O problema dos ensaios de granulometria são as amostragens pouco representativas e o número de amostras e testes necessários – muita variabilidade exige maiores e mais amostras

Em fábricas idealmente operando seus picadores e peneiras classificadoras, podemos ter nos cavacos alimentados ao digestor:

Cavacos tipo Aceites (entre 7 mm de diâmetro de orifício a < 8 mm de largura de fendas entre barras) = maior que 92% do peso (92 – 96%)

Cavacos "Over-Lengthed" (> orifícios 45 mm) = 0,4 a 0,6%

Cavacos "Over-Thicked" (fendas > 8 mm e orifícios < 45 mm) = 0,5 a 3,0%

Palitos "Pin Chips" (entre 3 a 7 mm de orifícios) = 1,5 a 2,5%

Finos (serragem e pó < 3 mm de orifício peneira) = 0,4 a 1,2%

Já imediatamente após os picadores, os resultados são bastante variados e em alguns casos muito pobres em resultados de classificação dos Aceites:

Cavacos tipo Aceites (entre 7 mm de diâmetro de orifício a < 8 mm de largura de fendas entre barras ou "slots") = 80 a 90%

"Over-Lengthed" + "Over-Thicked" = 5 a 10%

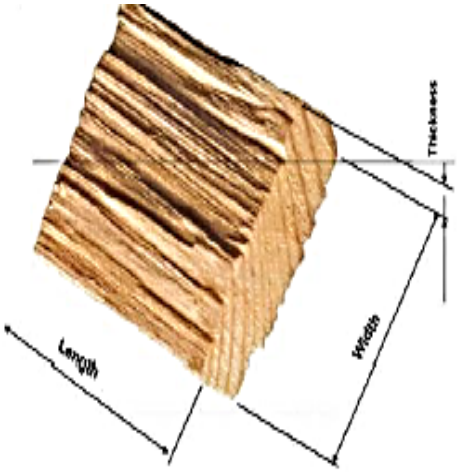
"Pin Chips" + Finos = 2,5 a 5%

Dentre os cavacos do tipo Aceites:

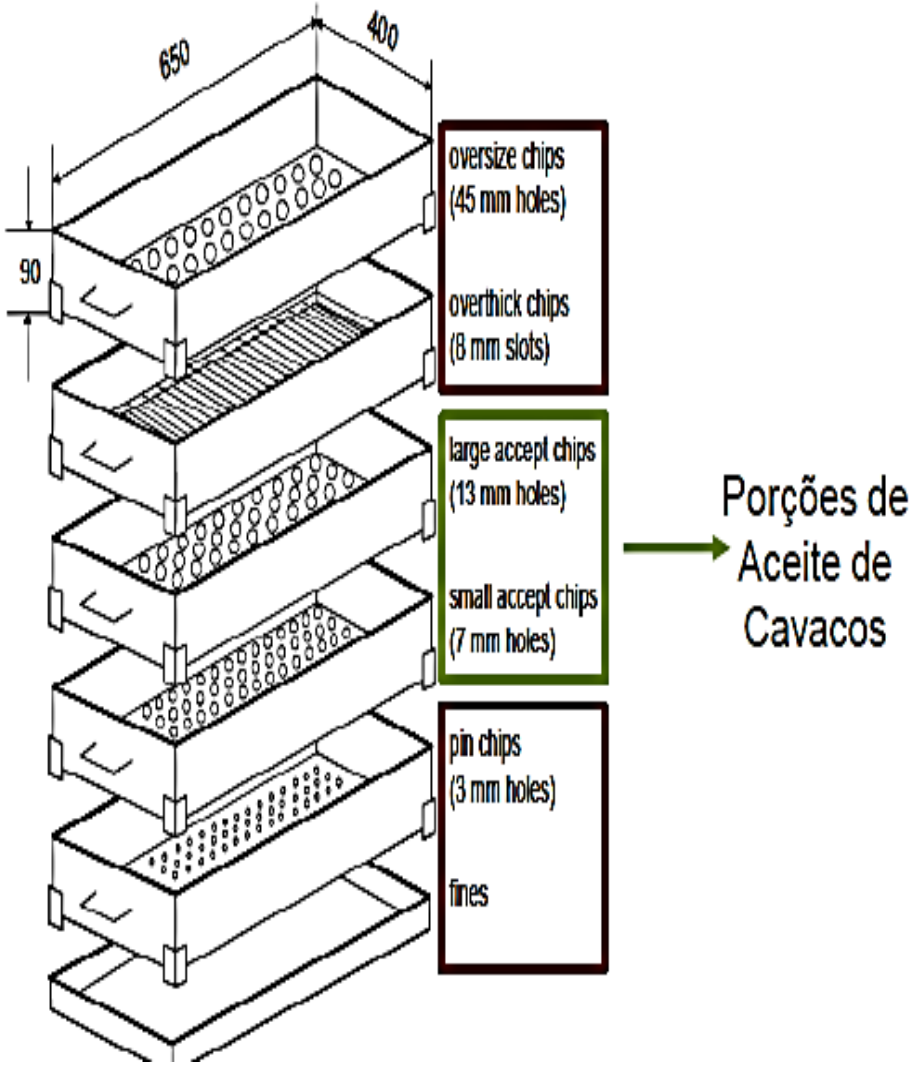
88 a 90% possuem sua espessura entre 3 a 7 mm

8 a 10% menor que 3 mm

1 a 1,5% maior que 7 mm

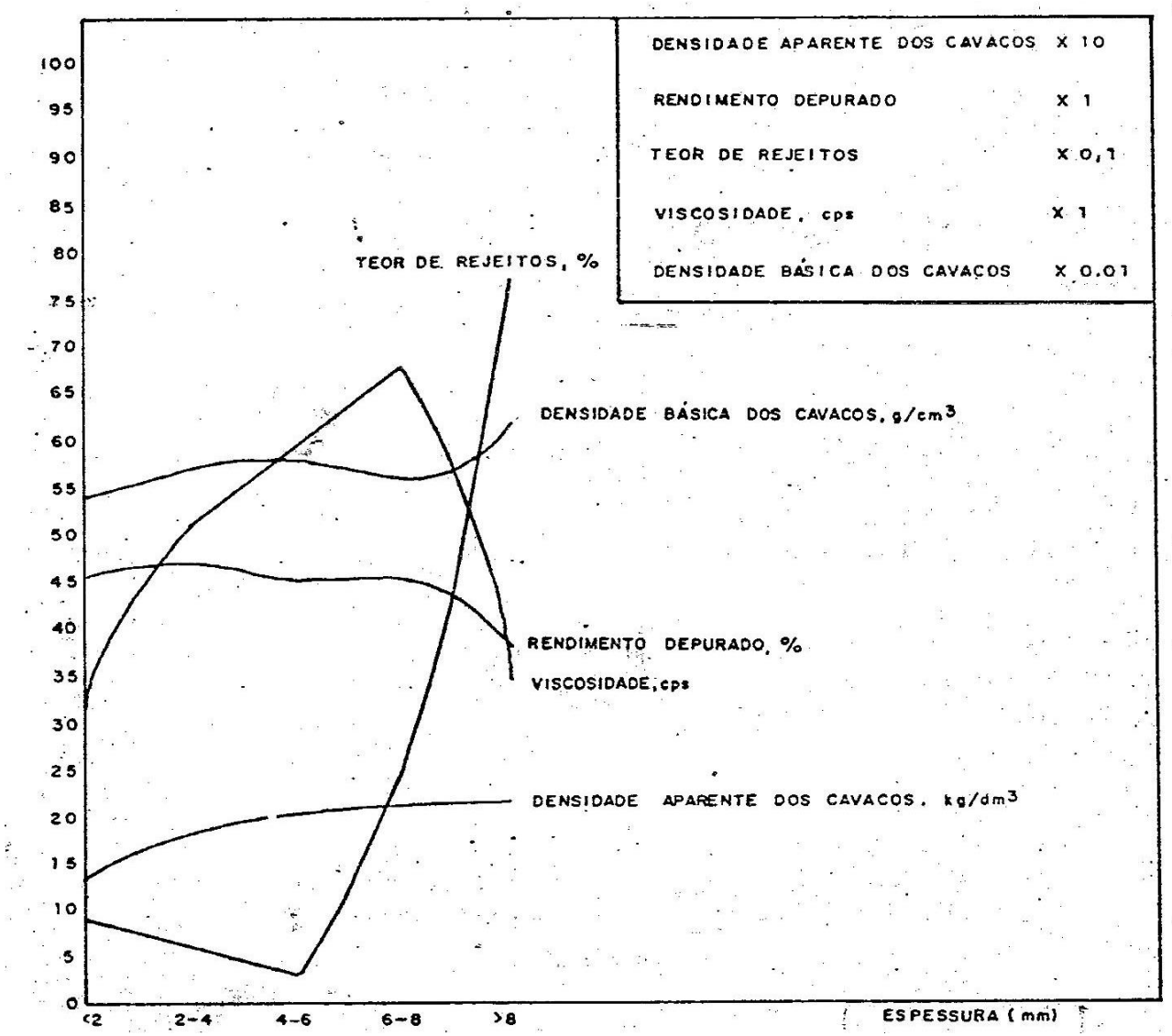


Origem da Imagem:
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Aumento+Qualidade+Cavacos_Tres+Lagoas.pdf



Comportamento das polpações kraft de frações granulométricas de cavacos de Eucalyptus spp.

Qualidade após picador	Total	Lascas	"Overs"	Aceites	Palitos	Finos
% Classificado	100	0,9	9,4	85	3,1	1,6
Densidade a granel da fração kg/m³	174	100	181	175	130	107
Álcali Ativo	18,7% NaOH					
Fator H	1045					
Rendimento depurado	50	55	52,5	50,5	50,1	46,7
Nº Kappa	18	34	30	17,8	14,3	15,8
Rejeitos %	0,5	9,6	7,9	0,3	0,1	0,1



Influência Espessura Polpação Kraft

Origem da Figura:

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/1978_Espessura_cavacos.pdf

- **População dos cavacos que estiverem nas dimensões dos Aceites - (entre 7 mm de diâmetro de orifício a < 8 mm de largura de fendas entre barras)**

Essa população deve ser contada em amostras coletadas e previamente classificadas

Ela se relaciona às dimensões e ao volume ou ao peso médio dos cavacos secos previamente classificados como Aceites

Não devem ser contados os cavacos em formatos de palitos, serragem e "overs"

Quanto maior o tamanho ou maior a densidade básica dos cavacos teremos valores distintos para as populações contadas

A densidade da madeira afeta o número de cavacos por tonelada de cavacos, mas não a população contada por volume de cavacos

Por essa razão, medir as duas populações nos dão indicações de qualidade dos cavacos em dimensões e em densidades

O número de cavacos aceitos de eucalipto por metro cúbico de cavacos varia entre 70 a 120.000 unidades

As populações dos cavacos aceitos dependem então de:

- ✓ ***Dimensões dos cavacos (em especial do comprimento de corte, que por sua vez afeta espessura e volume)***

- ✓ ***Densidade da madeira, pois mesmos volumes de cavacos se pesarem mais por serem mais densos, estarão colaborando para reduzir o valor da população por tonelada de cavacos secos***

Ao mesmo tempo em que avalia a população de cavacos, podem-se também medir as relações entre Comprimento/Espessura e Comprimento/Largura dos cavacos

São relações importantes na avaliação da qualidade dos cavacos

Serragem grossa tem seu potencial até para venda

Mas se não fosse gerada seria muito melhor

Teor de umidade ou consistência, contração volumétrica e pressão sobre os cavacos

O efeito do teor de umidade sobre a densidade aparente dos cavacos é mais notado em teores extremos de umidade (próximos ao da madeira saturada e próximos ao da madeira quase completamente seca)

A contração que acontece entre valores de umidade desde a saturação até valores de 40% (consistência de 60%) pode atingir 5 a 6%

A contração da pilha de cavacos acontece em geral devido aos seguintes fatos:

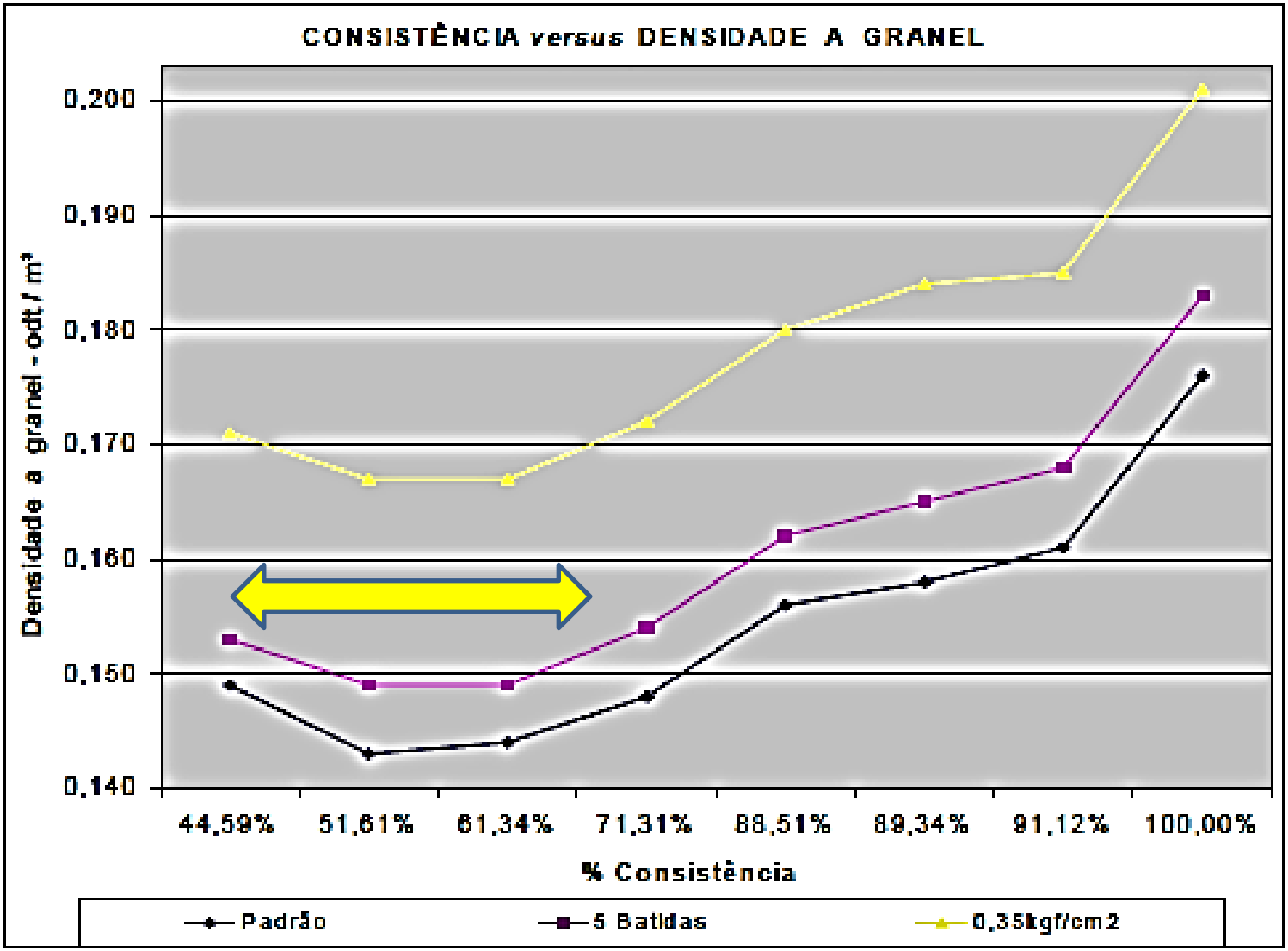
- **Cavacos secam e perdem umidade**

- **Cavacos se deterioram e perdem peso e resistências mecânicas, sendo mais fácil seu colapso**

Quando a madeira passa a ter umidades abaixo de 25% (consistências acima de 75%), a contração é bastante alta, podendo atingir valores acima de 10% até 20%, conforme a intensidade da secagem chegar mais próxima do seco absoluto

Em pilhas de cavacos, a altura da pilha e o tempo de estocagem têm impacto sobre a contração da pilha

Em geral, os cavacos da base da pilha sofrem efeito de uma pressão causada pelo peso da coluna de cavacos que varia entre 0,3 a 0,5 kgf/cm²



Origem da Figura:
http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/abtcp.%20para%20site%202002c.pdf

Conforme a madeira seca, devido à contração de volumes, mais cavacos poderão estar contidos em um metro cúbico, e com isso, aumentará a densidade aparente anidra

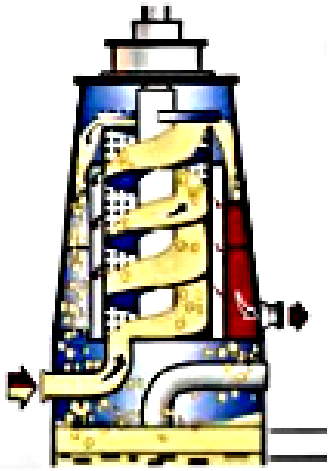
As pressões exercidas (entre 0,3 a 0,5 kgf/cm³ na vida real) sobre os cavacos afetam bastante sua densidade a granel
Cavacos deixados livres e soltos sem pressão alguma sobre eles não se ajustam bem e deixam muitos espaços vazios
Alimentação pressurizada de cavacos ao digestor ajuda a se colocar mais cavacos dentro dele...

A densidade aparente a granel aumenta também pela compactação dos cavacos dentro dos digestores ("Chip Packing") durante o cozimento kraft, podendo aumentar entre 1,2 a 1,35 vezes – esse fenômeno pode causar distúrbios na mobilidade dos cavacos no interior do digestor

O empacotamento ou compactação dos cavacos no digestor é função de: força de gravidade, pressão interna do vapor, umedecimento dos cavacos, maleabilidade dos cavacos úmidos, fluxos internos de líquidos e cavacos, qualidade da madeira e cavacos e ajustamento das massas dentro do digestor

Fator de Empacotamento ou Grau de Compactação =

(Densidade cavacos dentro digestor) / (Densidade a granel cavacos)



Origem da Figura:
https://docplayer.com.br/storage/73/69189066/1617043083/5EdrIFdRB9N-G47Kb0qkbA/69189066.pdf

Tema nº 08:

Cavacos ideais

Fatores que Afetam a Qualidade da Madeira na Forma de Cavacos

CERTIFICADO

Conferido a

CELSO FOELKEL

por sua participação

SEMINÁRIO PREPARO DA MADEIRA E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DA PASTA CELULÓSICA

Realizado(a) em

03 de Julho de 2002 - Guaíba - RS

Celso Edmundo Bochetti Foelkel
Presidente

ABTCP
Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel 35 anos

Quanto maior o Saber, melhor será o Fazer, desde que se queira realmente Fazer e Fazer Bem

Cavacos de madeira ideais para polpação kraft são aqueles que oferecem ao processo os melhores rendimentos, produtividades, estabilidades operacionais e qualidade da celulose obtida, mantendo mínimos os níveis de perdas de madeira e de tempo operacional

Como resultado dessas condições ideais, a produção da fábrica, a qualidade dos produtos fabricados e o consumo específico de madeira atingem valores também ideais

Assim, as fábricas operam bem e os pesadelos dos gestores e operadores desaparecem

Infelizmente, muitos operadores e gestores acreditam que a produção de cavacos não exige ciência e a agregação em tecnologia pelo setor é pequena

Eles acham que sua função é apenas fragmentar as toras de madeira em pedacinhos denominados de cavacos

Com essa perspectiva, não conseguem ver nem as oportunidades de melhoria e nem as enormes perdas de matérias-primas que desperdiçam no dia-a-dia operacional – Acabam se acostumando com os desperdícios

Para eles, as perdas de madeira são inevitáveis e ficam felizes e acham que resolveram o problema de desperdícios, quando acham um comprador para os resíduos a preços insignificantes

Às vezes, até se orgulham desse feito, pois as pilhas de cascas e cavacos refugados desaparecem

Vão trazer felicidade a outros e não à empresa onde eles trabalham

"Cavacos Ideais" são aqueles que são produzidos praticamente nas condições desejadas já no picador

A classificação dos mesmos será apenas para uma finalização de qualidade, mas não a principal etapa da produção de Aceites

Antes de continuar, sugiro que conheçam e leiam esses dois excelentes artigos:

Chip quality. A key to pulping uniformity and productivity. W.S. Fuller. 24º Congresso Anual. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 16 pp. (1991)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1991_Chip+Quality_Bill+Fuller.pdf (em Inglês)

e

https://www.frmconsulting.net/articles/chip_quality.pdf (em Inglês)

Achievement and significance of optimal chip quality. N. Hartler. TAPPI Journal 79(2): 259 – 264. (1996)

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/96/FEB/96FEB259.aspx (em Inglês)

Em geral, Cavacos Ideais para polpação possuem espessura entre 2 a 7 mm, mas atualmente, com as tecnologias de impregnação dos cavacos previamente à polpação já se aceitam cavacos com espessuras entre 2 a 10 mm e comprimentos entre 25 a 30 mm

"Cavacos bons" são aqueles que possuem na entrada do digestor:

- **Máximo teor de "Aceites"**
- **Mínimos teores de finos, serragens, palitos e "overs"**
- **Mínimo teor de cascas**
- **Densidade aparente uniforme, adequada e dentro das capacidades de recebimento do digestor**

- **Umidade uniforme**

- **Bom formato (planos e sem encanoamentos)**

- **Boa estabilidade mecânica para suportarem as forças de impacto e atrito nos manuseios**

- **Boa capacidade de compactação e ajustamentos nos fluxos fora ou dentro do digestor – não deixando "gaiolas" ou excessiva compactação (perda de porosidade), devido ao excesso de finos**

Além disso, os "cavacos bons" são aqueles que ainda quando estão nas toras antes da fragmentação, as encontram em condições e formatos ideais, bem como na constituição química e anatômica das madeiras

Dentre essas características das madeiras, destacam-se aquelas que se relacionam à acessibilidade do licor de polpação, seletividade de deslignificação, rendimentos e qualidades conferidas à celulose

Os técnicos da fábrica estão sempre monitorando esse desempenho das madeiras em formato de cavaco por propriedades tais como:

- **Facilidade de impregnação (teor de cerne, teor de extrativos, porosidade da madeira, densidade básica da madeira, etc.)**
- **Número Kappa da polpa**
- **Teores de rejeitos na polpação**
- **Fator H**

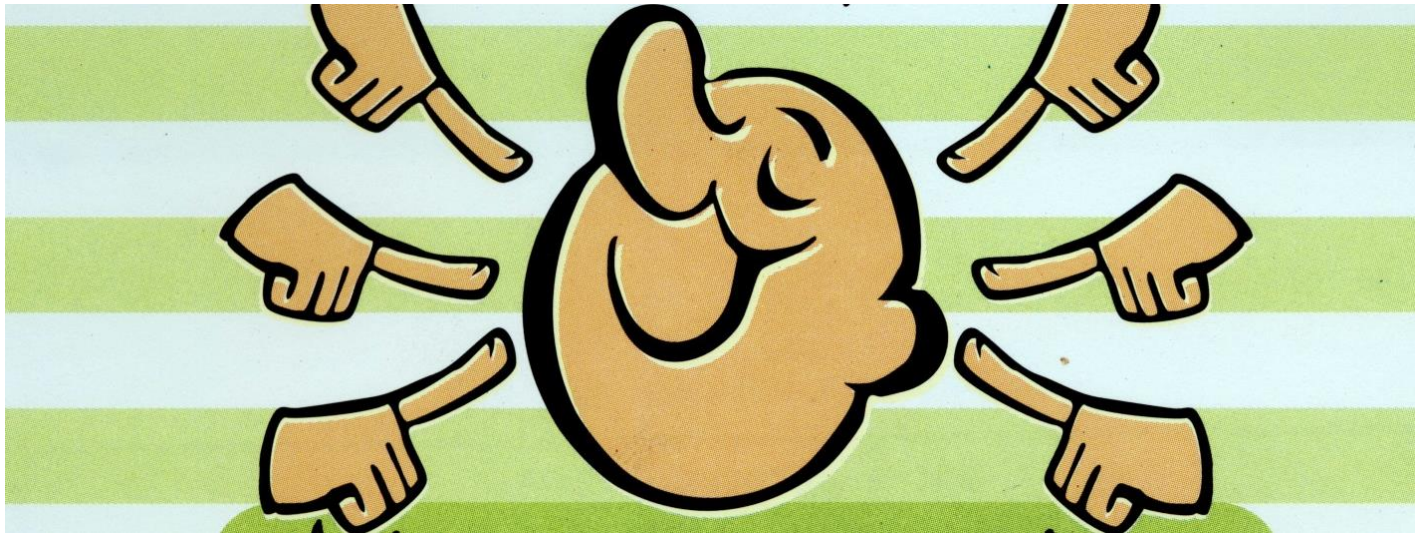
- **Carga alcalina ativa**

- **Geração de Sólidos Secos no licor preto**

- **Desempenho operacional do digestor (prisão de coluna, entupimento de peneiras, etc.)**

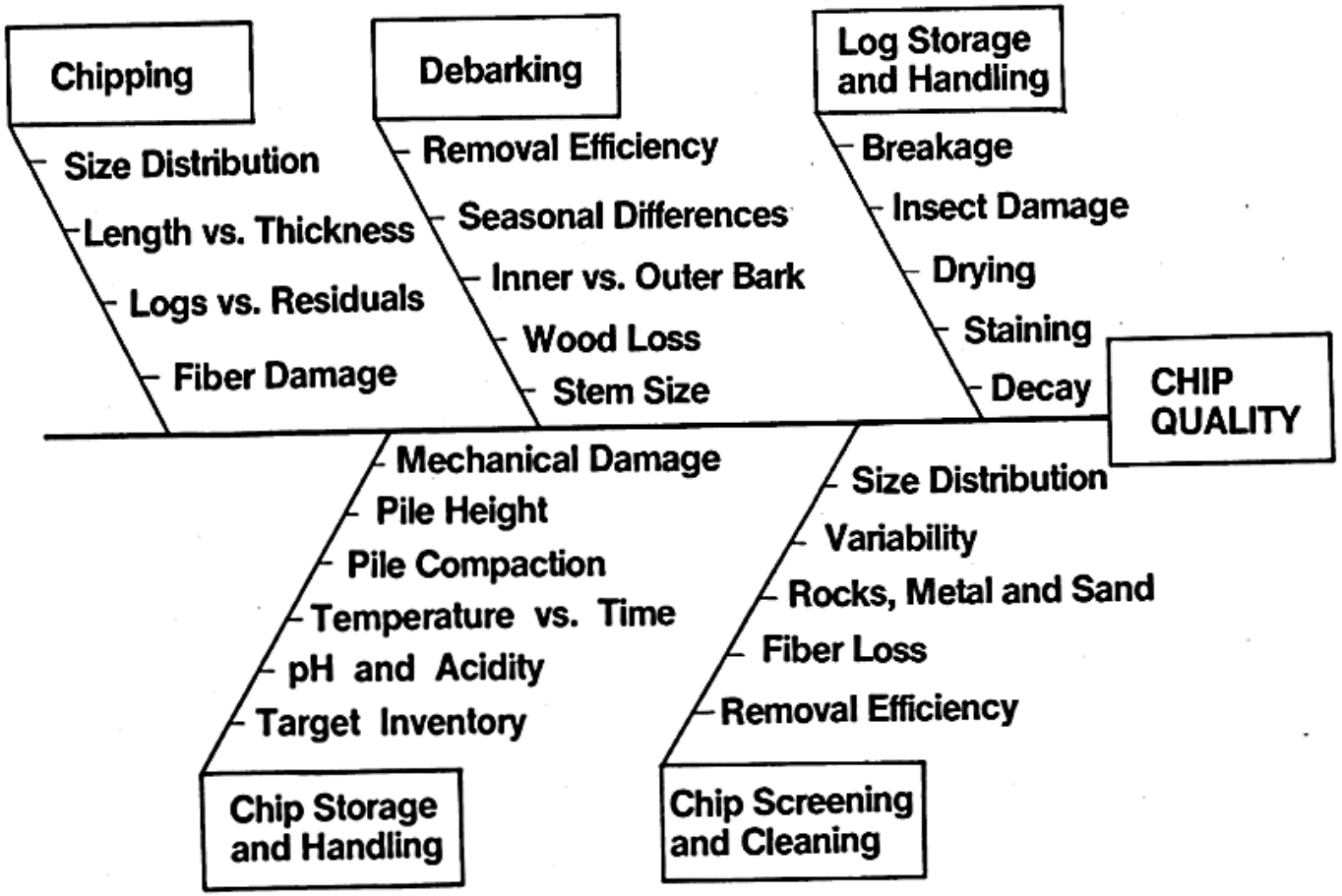
Já vimos no início do curso que Qualidade da Madeira é um processo longo que começa na seleção das espécies ou clones melhorados para as plantações e só termina na madeira que entra como cavacos na boca de acesso ao digestor kraft

Trata-se de um processo longo e amplo, com muitas etapas, decisões, compromissos e desempenhos



Principalmente das pessoas que necessitam ter:

- **Conhecimentos, experiência e prática**
- **Atuação responsável e compromissada**
- **Credibilidade, confiabilidade e desempenho**
- **Vontade de realizar e coragem**



Fatores a considerar para Qualidade dos Cavacos

Origem da Icônica Figura de Bill Fuller:

https://www.frmconsulting.net/articles/wood_handling.pdf

Isso tudo conduzirá a um conjunto enorme de Fatores a Controlar ao longo de todas as operações florestais e industriais que vão das árvores até os cavacos para os digestores:

- **Suprimento de madeira: espécies, clones, idade, dimensões das toras (diâmetro e comprimento), presença de contaminantes, umidade, tempo de estocagem das toras no campo e no pátio de toras, nível de deterioração, planejamento do "*mix*", etc.**

- **Descascamento e lavagem das toras: com máxima remoção de contaminantes e mínimas perdas de toretes**

- **Desempenho do sistema de picagem: fluxos de alimentação, regularidades de toras, eficiente manutenção, ajustes, auditorias, amostragens, controle de qualidade dos cavacos, etc.**

- **Sistemas de remoção dos contaminantes: embuchamentos, sobrecargas, etc.**

- **Estocagem dos cavacos: planos adequados de utilização para composição do "*mix*", localização de zonas mortas, tempo de estocagem, pisoteio por máquinas pesadas, etc.**

- **Classificação cumprindo dupla função: granulometria e mistura dos cavacos – sem sobrecarga de utilização**

- **Adequados sistemas de medição, manutenção e geração de indicadores de qualidade e desempenho: documentos técnicos atuais, efetivos e usados para prevenção e controle**

Porque tantas fábricas produzem tantos cavacos inadequados?

As razões são simples e as mais comuns são as seguintes:

→ **Sobrecarga nos equipamentos de picagem e classificação dos cavacos**

→ **Recebimento de toras em condições inadequadas: idades de árvores, dimensões de toras, limpeza inapropriada, etc.**

→ **Manutenção inoperante da área de Preparo de Madeira: Desgastes de peças e equipamentos**

→ **Ajustes inadequados**

→ **Falta de remoção dos materiais desclassificados (embuchamentos, entupimentos)**

→ **Fluxos irregulares na alimentação**

→ **Desconhecimento técnico no setor**

→ **Falta de apoio da alta gestão para a área de produção de cavacos**

Toras finas prejudicam a qualidade dos cavacos, pois geram muitas lascas e finos

Atualmente, frente aos processos de colheita, muitos toretes finos (entre 4 a 7 cm de diâmetro) acabam sendo direcionados aos picadores, prejudicando assim a granulometria após picagem

Cavacos apodrecidos são comuns serem encontrados em "áreas mortas" ou "esquecidas" nas pilhas de cavacos

Com base em tudo o que foi exposto, as práticas de controle mais usuais nesses tipos de processos fabris são:

→ **Controle da umidade dos cavacos**

→ **Controle do Tempo Pós-Corte das toras ou cavacos (em dias)**

→ **Controle da densidade básica da madeira**

→ **Controle da densidade aparente base anidra dos cavacos**

→ **Controle das dimensões dos cavacos e de sua granulometria**

→ **Controle das quantidades de casca e de "terra" presentes nos cavacos**

→ **Controle do "*mix*" de madeira, para garantir uniformidade de densidade aparente anidra dos cavacos sendo alimentados nos processos (digestores, desfibradores, silos)**

Os controles podem ser pontuais (testes de laboratório) ou automatizados por sistemas online, cada vez mais frequentes

As dimensões dos cavacos podem ser controladas pelos operadores do picador através de ajustes tais como os seguintes, dentre outros tantos mais:

→ **Direcionamento, alinhamento e velocidade de alimentação das toras, compatibilizando-as ao ângulo de corte praticado pelo picador**

→ **Posicionamento correto da tora em relação ao disco e às facas do picador**

→ **Garantia de se ter pelo menos duas facas do disco do picador cortando cada tora, sendo uma iniciando o corte e outra terminando**

→ **Ângulo de corte das facas: compatível coma a estratégia de picagem, objetivando tipos de cavacos e produtividade na picagem**
Atualmente a tendência tem sido reduzir o ângulo de corte para aumentar a fatia de área sendo contada pelas facas

✓ **Entender e cuidar da relação entre os ângulos complementar e de afiação das facas, já que essa relação está associada à direção com que as fibras da madeira se disporão nos cavacos**

→ **Velocidade de picagem**

→ **Qualidade dos blocos e contrafacas**

→ **Afiação das facas**

→ **Controle do comprimento dos cavacos, que se relaciona também com a espessura dos mesmos**

→ **Esmagamento ("crushing") dos cavacos sobre-espessos**

→ **Saída lateral suave dos cavacos, para evitar danos mecânicos nos mesmos. Idem para o transporte e manuseio, sem danos mecânicos, preferencialmente.**

→ **Homogeneidade em diâmetros, pesos e umidade das toras na alimentação dos picadores**

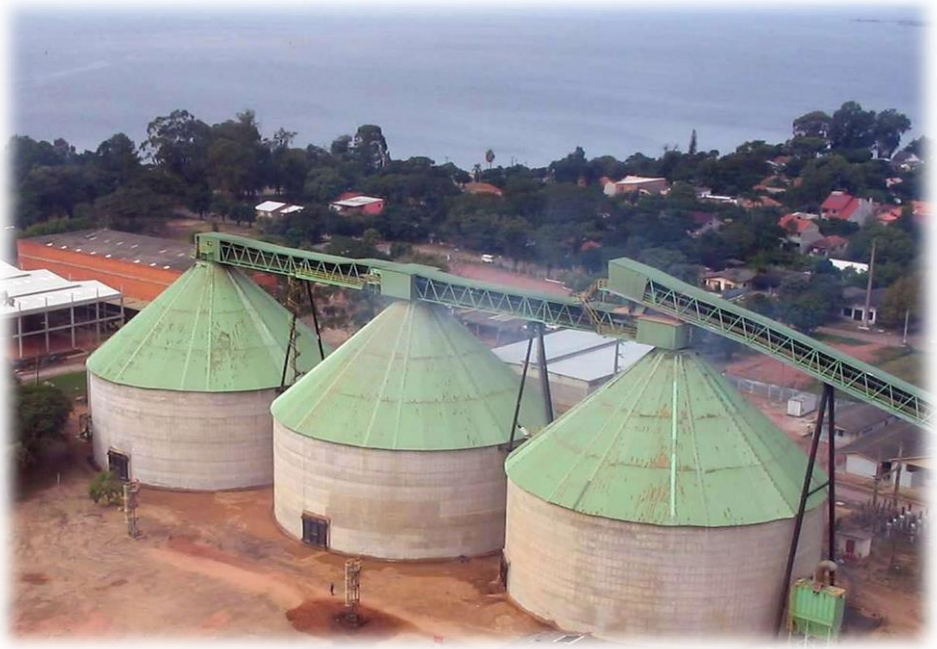
→ **Quando as toras possuem umidade acima de ponto de saturação das fibras (aproximadamente 25 a 30%) a resistência mecânica da madeira à fragmentação é menor. Com isso, fatia-se mais facilmente, gerando menor teor de finos e "overs".**

O teor de umidade da madeira também tem efeito importante sobre os resultados e desempenhos do processo e operações

Toras "verdes" (árvores recém-abatidas) são picadas mais facilmente e com menor necessidade de energia

Toras secas e apodrecidas geram maiores quantidades de finos pela fragilidade mecânica desse tipo de madeira

Na maioria das vezes, os problemas nos cavacos se devem aos próprios picadores ou peneiras classificadoras, principalmente em relação ao seu dimensionamento, sobrecargas e manutenção ineficiente (muitas vezes, por "falta de tempo")



Silos de cavacos para controle adequado do "*mix*" de madeira (Celulose Riograndense – CMPC - Unidade Guaíba, Brasil)

Problemas comuns em picadores de toras:

Alinhamento, nivelamento e balanceamento

Empenamento de eixo

Desgastes de peças chaves: facas, contrafacas, bicas, placas de desgastes, etc.

Regulagem e afiação das facas

Problemas comuns em peneiras classificadoras:

Fluxos inadequados de alimentação

Desgastes, buracos e aberturas nas malhas ou discos

Mudanças feitas pelo pessoal para ganho de produtividade

Remoção ineficiente dos rejeitos

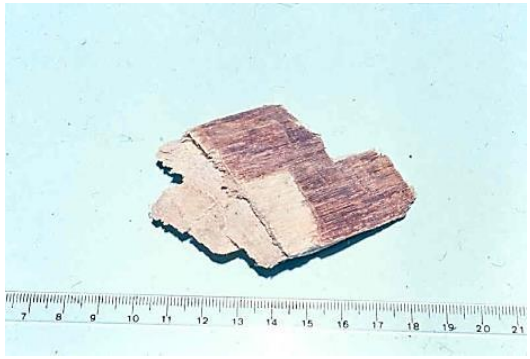
Rejeitos de cavacos viram rejeitos no digestor se para lá forem

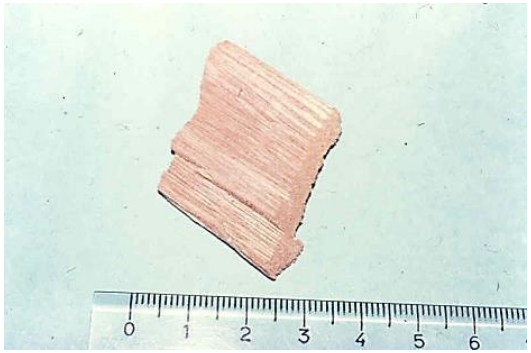
Outras coisas muito importantes:

Sugestão operacional:

Destinar linhas de preparação de cavacos individuais para madeiras muito diferentes (em densidade, espécie, idade ou diâmetro) seria uma sábia decisão operacional

Lembrar que um picador não é um mero quebrador de toras em fragmentos de madeira, mas um equipamento para fabricar cavacos dentro de especificações técnicas adequadas





Madeiras mais densas apresentam maiores quantidades de substância madeira por unidade de volume, menor porosidade e produzem cavacos mais espessos

A densidade aparente base anidra dos cavacos depende de um conjunto de fatores técnicos que associam qualidade da própria madeira com fatores operacionais e de idades tecnológicas das fábricas

Dentre todos esses fatores, os associados à qualidade da madeira (densidade básica ou aparente), dimensões dos cavacos e o controle operacional do "*mix*" de madeira são os que são mais visíveis e mais otimizados nas fábricas

Sugestão empresarial 1 às fábricas com problemas nessa área:

Avaliar investir em medições automáticas para controles setoriais tais como:

- **Sistemas online para medir umidade e granulometria dos cavacos**
- **Sistemas online para medir peso de cavacos alimentados ao digestor**

- **Sistemas óticos para varredura de pilhas e alimentação dos cavacos para avaliar variabilidade de dimensões**

- **Melhorar os sistemas automáticos de proteção dos equipamentos contra contaminantes perigosos (metais e pedras)**

- **Avaliar amostradores de cavacos mais confiáveis**

- **Avaliar sistemas acústicos para monitorar falhas na operação dos picadores (mudança do tipo e intensidade dos ruídos)**

- **Realização de auditorias frequentes para prevenir e não apenas corrigir os problemas de manutenção**

- **Avaliar dimensionamentos corretos dos sistemas em operação**

Sugestão empresarial 2 às fábricas com problemas nessa área:

Avaliar níveis de perdas de madeira e de produções perdidas devido à qualidade inferior dos cavacos (presença de casca, dimensões e densidade a granel)

Quantificar em valores econômicos tanto como valor em perda de madeira/fibras como valor monetário da perda de produção em celulose da fábrica

Avaliar a taxa de retorno de investimentos necessários na área de Estocagem e Preparação de Cavacos

Podem acreditar – isso vai surpreender a todos os gestores...

Falta o que? **Coragem, vontade de fazer ou desconhecimento**

Falta de tecnologias ou idade tecnológica da fábrica?

Cada caso, um caso a administrar...

Tema nº 09:

Variação da Quantidade e Qualidade da Madeira no Processo de Preparo da Madeira e Produção de Cavacos

A grande verdade é que a madeira das árvores nas florestas não será a mesma em qualidade e quantidade em relação àquela madeira recebida pelo digestor na forma de cavacos

Existem mudanças que podem ser significativas entre a quantidade e a qualidade das madeiras nas árvores em pé, nas toras que chegam às fábricas e nos cavacos alimentados ao digestor

Isso tem impacto econômico e no planejamento da Rede de Suprimento de Madeira

O Consumo Específico de Madeira, calculado com base em m³ de madeira por tonelada de celulose, pode variar muito em função de situações muitas vezes despercebidas ou desconhecidas pelos técnicos das fábricas e das florestas

Já vi, em meus mais de 55 anos de carreira, muitos técnicos perderem seus empregos por terem se enganado na estimativa na gestão de suprimento de novas fábricas por esquecer ou desconhecer essas mudanças de qualidade e quantidade

A realidade diária das fábricas de celulose mostra outra série de parâmetros que pode afetar significativamente os cálculos de consumo específico de madeira, e que são os seguintes:

- **Nem tudo que se mede como entrada de toras de madeira nas fábricas consiste de madeira: sempre existem contaminações de galhos finos, ponteiros, folhas, terra, areia, cascas, pedras, etc. (e que são medidos como madeira, ou em volumes ou em pesos)**

- **Os processos de medição de volume de toras mostram graus de imprecisão que podem ser significativo (conforme estudos do INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia)**

- **Nem toda a madeira que entra na fábrica segue para a alimentação do digestor. A cada manuseio dessas madeiras e a cada variação desses estoques intermediários podem ser cometidos erros de dimensionamento ou se gerarem perdas de matéria-prima**

- **A madeira alimentada aos digestores sempre contem residual variável de casca que entra ao digestor como madeira**

- **Os rendimentos de polpação nas fábricas dependem de intrincadas e muitas vezes imprecisas medições de fluxos e consistências de cavacos e de polpas produzidas**

- **Existem perdas de madeira e de fibras que acontecem ao longo de praticamente todas as operações fabris**

- **A madeira que entra nas fábricas está com seu volume contraído devido à secagem prévia no campo, realizada com a missão de redução de peso para facilitar o manuseio e o transporte das cargas (perda entre 3 a 6% do volume verde)**

- **A madeira que entra nas fábricas está com seu peso seco alterado em relação ao que foi formado pela floresta, devido ao apodrecimento da parede celular e perda de extrativos voláteis**

- **Com isso, valores de densidade básica não se aplicam aos cálculos internos das fábricas, pois a densidade básica se refere ao peso seco de madeira contido por unidade de volume saturado ou verde, em seu maior volume, correspondente à árvore viva e em pé**

A madeira recebida da floresta tem quase sempre perdas significativas dentro das fábricas

A densidade tal qual da madeira (peso seco por volume tal qual) aumenta em 3 a 5% em relação à densidade básica original, muito em função do fato de que o volume das toras se contrai com a secagem e as perdas de peso por degradação ou volatilização não acontecem na mesma intensidade nas toras durante a secagem

"Nem tudo que se colhe da floresta de eucalipto é madeira"

"Nem toda madeira produzida pela floresta é colhida e utilizada nas fábricas"

Um dos pontos onde existem constantes conflitos de dados está na comparação do que os inventários florestais mostram de produção florestal até o momento da colheita da floresta, com os dados de madeira efetivamente recebida pelas fábricas

O inventário florestal costuma ser realizado em quase todas as empresas através de uma operação denominada de "Inventário Pré-Corte"

Esse inventário tem como meta estimar com certo nível de erro do valor (Exemplo: ± 5%) e de probabilidade de acerto (Exemplo: 95%), qual deverá ser a quantidade de madeira que a floresta deverá mostrar quando ela for efetivamente colhida, no momento em que as máquinas entrarem para a remoção das árvores

Nesse momento as árvores estão em seu máximo volume de madeira, pois a madeira está tão verde, saturada e úmida que seria possível realizar ali mesmo a determinação de densidade básica

Densidade Básica da Madeira = Peso Seco/Volume Verde

Quando a fábrica passar a consumir a madeira recebida, ela terá ao seu dispor uma matéria-prima algo diferente daquela que as árvores mostravam no momento em que chegaram as máquinas para proceder à colheita das mesmas

Essas diferenças poderão ser tanto de aspectos qualitativos como quantitativos

As diferenças ainda aumentarão dentro da fábrica, onde continuam a ocorrer mudanças em qualidade da madeira e em suas quantidades (perdas)

Como o volume está contraído, a densidade básica não pode mais ser usada para converter volume em peso seco usando medições de volume feitas nessa madeira mais seca, contraída e parcialmente degradada

Uma coisa é absolutamente certa:

A floresta plantada colocará à disposição de nós humanos, que cuidamos de sua plantação, manejo e produção, um volume e um peso seco de matéria-prima para colheita na forma de toras de árvores, com ou sem casca

A partir dai, nossas operações para colheita, manuseio, transporte, estocagem e preparação da madeira para uso industrial passarão a ter impactos sobre o volume, sobre o peso seco, sobre a qualidade do material e sobre a contaminação e perdas dessa valiosa e desejada matéria-prima

Essas modificações continuam na fábrica e afetarão os resultados de consumo específico de madeira na produção de celulose

Grande parte das perdas e modificações de qualidade se deve à gestão e atuação dos técnicos – mas também dependem das tecnologias utilizadas

Razões para variações na quantidade e qualidade da madeira

Da floresta em pé até o recebimento da madeira nas fábricas

→ **Existem perdas significativas da madeira do tronco das árvores apenas na Colheita Florestal e que podem variar entre 4 a 6% do volume**

Existe grande influência do diâmetro mínimo especificado da tora

DEERE

São grandes as quantidades de resíduos da colheita

→ **Madeira na árvore está saturada em água e a madeira da fábrica está mais seca e contraída – Contração do volume pode variar entre 3 a 6% até 45 a 60 dias de secagem na floresta – Mais dias, mais secagem e maiores níveis de contração**

→ **A madeira sofre deterioração biológica que reduz seu peso e altera a composição química, em especial de extrativos e hemiceluloses – Perda de peso seco de 2 a 3% em 30 a 60 dias – Mais dias, maior perda de peso**

Fungos apodrecedores e manchadores em ação

→ **A madeira sofre grande perda de umidade, que reduz seu peso úmido – Perda de umidade varia de um início no pós-corte com 50 a 65% e ao final com 30 a 45% em 60 a 90 dias**

Toras com casca	Umidade
Umidade na Colheita	50 a 65%
Umidade após 30 dias	45 a 50%
Umidade após 60 dias	35 a 45%
Umidade após 90 dias	30 a 35%
Umidade após 120 dias	25 a 30%

Redução de peso na floresta traz vantagens nos transportes da madeira (toras e cavacos) e desvantagens por deterioração, entrada de ar na madeira e maior gasto energético para produção de cavacos

O teor de umidade da árvore viva está fortemente relacionado à densidade básica da madeira: Maior densidade, menos porosidade e menos espaços para ser ocupado por "umidade"

A secagem das toras no campo é uma operação necessária e requerida, porém ela deve ser monitorada e controlada pois pode trazer tanto benefícios como malefícios (apodrecimento, contaminação com mato, etc.)

A taxa de secagem das toras depende de:

- **Presença ou não da capa de casca (toras descascadas ou não)**
- **Dimensões das toras (diâmetro e comprimento)**
- **Densidade básica da madeira**
- **Forma de empilhamento (altura, distribuição, etc.)**
- **Estação do ano (calor e umidade relativa, chuvas, etc.)**
- **Insolação adequada**

Sugestões de leitura:

Secagem na floresta e ao ar livre de toras e biomassa de eucalipto. C. Foelkel. In: Eucalyptus Newsletter nº 51. 22 pp. (2016)

http://www.eucalyptus.com.br/artigos/news51_Secagem_Madeira_Biomassa.pdf (em Português)

A água e a madeira de *Pinus*. C. Foelkel. In: PinusLetter nº 49. 38 pp. (2017)

http://www.celso-foelkel.com.br/pinus/Pinus49_Agua_Madeira_Pinus.pdf (em Português)

→ **Madeira tanto como tora como cavacos ao ser processada e transportada acaba por se contaminar**

ISSO DEPENDE MUITO DAS PESSOAS E DAS TECNOLOGIAS SENDO UTILIZADAS

Razões para variações na quantidade e qualidade da madeira

Do recebimento da madeira nas fábricas até a celulose produzida

→ **Estocagem inadequada de toras e cavacos de madeira (Apodrecimento e desperdícios)**

→ **Descascamento ineficiente (Alta presença de casca nos cavacos e perdas de toretes quebrados pela ação do descascador)**

→ **Picagem e classificação de cavacos: Produção de cavacos impróprios para envio ao digestor e redirecionados para energia ou aterro (*quem paga por essa madeira desviada?*)**

→ **Excessiva geração de rejeitos no cozimento (que ao retornar ao processo ocupam espaço do digestor)**

→ **Perda de fibras, de cavacos, de toretes de madeiras, etc.**

Cascas são constantes presenças nos cavacos de madeira, independentemente do tipo de descascamento das toras

Consequências dessas variações na quantidade e qualidade da madeira:

Da floresta até a celulose produzida

A variação da qualidade e quantidade da madeira afeta uma grande listagem de operações nas fábricas e nas florestas:

- **Quantidade de carga de madeira por caminhões (função da umidade)**
- **Energia nos picadores para converter as toras em cavacos (função da umidade e da densidade)**
- **Dimensões dos cavacos (espessura, comprimento, serragem)**

- **Limitações na carga alimentada nos digestores (função da densidade dos cavacos)**

- **Limitações na polpação devidas ao tempo de cozimento, necessidades exageradas de químicos ou temperaturas, etc.**

- **Consumo específico de madeira por tonelada de celulose (função do rendimento da polpação e da densidade da madeira)**

- **Rendimentos bruto e depurado da polpação**

- **Teor de rejeitos do cozimento**

- **Fator H ("energia gasta para a polpação")**

- **Carga alcalina para polpação (consumo químico para individualizar as fibras)**

- **Teor de sólidos secos (orgânicos e inorgânicos) no licor preto encaminhado para recuperação**

- **Número kappa e viscosidade da celulose**

- **Extrativos e resinas nas polpas produzidas ("pitch")**

- **Contaminações com elementos não processuais, areia, etc.**

- **Branqueabilidade e reversão da alvura**

- **Resistências das polpas**

- **Volume específico, porosidade das folhas de celulose ou papel – etc. – etc. – etc.**

Essas diferenças têm efeito importante no plano anual de produção de celulose, suprimento e consumo de madeira

Uma tentativa de balanço de massa

Balanços de massa são ferramentas vitais para entender o caminho da madeira, impactos no consumo específico e na qualidade das operações nas fábricas e florestas

Eles podem ser mais bem entendidos pela leitura do capítulo 46 do Eucalyptus Online Book:

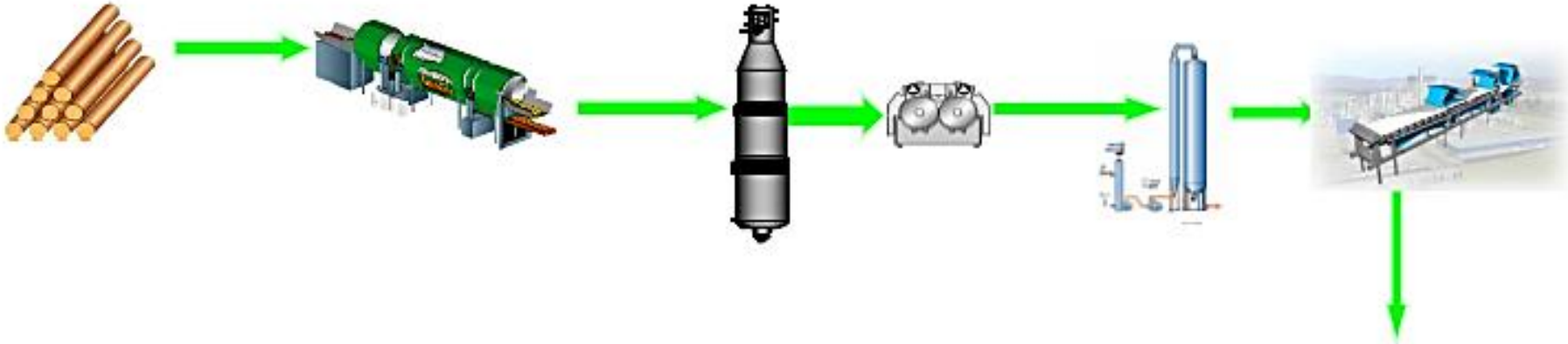
A madeira do eucalipto para produção de celulose: Entendendo a construção do indicador de consumo específico de madeira para produção de celulose kraft. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 46. 106 pp. (2017)

http://eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT46_Consumo+Especifico+Madeira+Celulose.pdf (em Português)

Os balanços de massa podem ser iniciados e terminados a critério de quem esteja buscando formas de otimizar seus processos – e descobrir onde estão suas fortalezas e fraquezas:

***Exemplo 1 de escopo de balanço de massa*:**
Início na floresta plantada a ser colhida e término no recebimento da madeira na fábrica

***Exemplo 2 de escopo de balanço de massa*:**
Início no recebimento da madeira na fábrica e término na polpa branqueada na saída do enfardamento



A Fantástica Fábrica de Celulose Kraft

***Exemplo 3 de escopo de balanço (Caso aqui exemplificado)*:**
Início no recebimento da madeira na fábrica e término na saída da depuração de massa não branqueada

Seguem algumas partes de um balanço nessas fases do processo kraft para eucalipto e que pode ser encontrado no capítulo 46 do nosso livro

A intenção é a de ajudar a entender como se pode e deve monitorar a qualidade e quantidade de madeiras recebidas por uma fábrica de celulose

Base do Balanço de Massa: 100 toneladas absolutamente secas (t a.s.) de material (toras de madeira com casca e contendo algum tipo de contaminação) sendo recebidas para entrar em operações industriais para fabricar celulose kraft de eucalipto

ETAPA 01: Recebimento e estocagem de toras

Entradas	Etapa Operacional 01	Saídas de Resíduos
Madeira nas toras = 91 t Casca para ser removida = 8 t Areia e terra = 0,3 t Galhos finos e folhas = 0,7 t TOTAL = 100 t	Recebimento, Estocagem e Alimentação das Toras	Fragmentos de madeira = 0,3 t Fragmentos casca = 0,2 t Areia e terra = 0,1 t Galhos finos e folhas = 0,1 t TOTAL = 0,7 t

Produtos da Operação
Toras com casca Madeira = 90,7 t Casca = 7,8 t Areia e terra = 0,2 t Galhos finos e folhas = 0,6 t TOTAL = 99,3 t

ETAPA 02: Descascamento das toras

Entradas

Toras Alimentadas
Madeira = 90,7 t
Casca = 7,8 t
Areia e terra = 0,2 t
Galhos finos e folhas = 0,6 t

TOTAL = 99,3 t

→

Etapa Operacional 02

Descascamento das Toras

→

Saídas de Resíduos

Fragmentos de madeira = 0,7 t
Fragmentos de casca = 7 t
Galhos finos e folhas = 0,5 t
Areia e terra = 0,1 t

TOTAL = 8,3 t

↓

Produtos da Operação

Toras Descascadas
Madeira = 90 t
Casca = 0,8 t
Areia e terra = 0,1
Galhos finos e folhas = 0,1 t

TOTAL = 91 t

ETAPA 03: Lavagem das toras

Entradas

Toras Descascadas

Madeira = 90 t

Casca = 0,8 t

Areia e terra = 0,1 t

Galhos finos e folhas = 0,1 t

TOTAL = 91 t

→

Etapa Operacional 03

Lavagem das Toras

→

Saídas de Resíduos

Fragmentos de madeira = 0,1 t

Fragmentos casca = 0,2 t

Areia e terra = 0,07 t

Galhos finos e folhas = 0,05 t

TOTAL = 0,42 t

Produtos da Operação

Toras Descascadas e Lavadas

Madeira =89,9 t

Casca = 0,6 t

Areia e terra = 0,03 t

Galhos finos e folhas = 0,05 t

TOTAL = 90,58 t

ETAPA 04: Conversão das toras em cavacos classificados

Entradas		Etapa Operacional 04		Saídas de Resíduos
Toras Descascadas e Lavadas Madeira =89,9 t Casca = 0,6 t Areia e terra = 0,03 t Galhos finos e folhas = 0,05 t TOTAL = 90,58 t	→	Picagem das Toras & Classificação dos Cavacos	→	Cavacos sobredimensionados de madeira = 0,4 t Finos e pó de madeira = 1,1 t Fragmentos casca = 0,2 t Perdas de cavacos = 0,2 t Areia e terra = 0,02 t Galhos finos e folhas = 0,05 t TOTAL = 1,97 t

Produtos da Operação
Cavacos Classificados Madeira =88,2 t Casca = 0,4 t Areia e terra = 0,01 t Galhos finos e folhas = 0 t TOTAL = 88,61 t

ETAPA 05: Cozimento ou polpação kraft

Entradas		Etapa Operacional 05		Saídas de Resíduos
Cavacos Madeira =88,2 t Casca = 0,4 t Areia e terra = 0,01 t Total parcial = 88,61 t Rejeitos reciclados Rejeitos digestor = 0,5 t TOTAL = 89,11 t	→	Polpação Kraft Rendimentos brutos na polpação Madeira+Casca = 53% Rejeitos recozidos = 65% Rendimentos na polpação Madeira+Casca = 52,3 % Rejeitos recozidos = 65%	→	Total de sólidos orgânicos dissolvidos no licor preto = 41,82 t secas Fibras de celulose perdidas com licor preto = 0,1 t Areia e terra = 0,01 t TOTAL = 41,93 t

Produtos da Operação
Polpa kraft não branqueada (só fibras) = 46,56 t
Palitos ou rejeitos finos = 0,12 t
Rejeitos ou nós para recozimento = 0,5 t
TOTAL PRÓXIMA ETAPA = 47,18 t

ETAPA 06: Depuração e lavagem da polpa não branqueada

Entradas

Polpa kraft não branqueada (só fibras) = 46,56 t

Palitos ou rejeitos finos = 0,12 t

Rejeitos ou nós para recozimento = 0,5 t

TOTAL = 47,18 t

→

Etapa Operacional 06

Depuração

Lavagem

Polpa Não Branqueada

→

Saídas de Resíduos

Rejeitos ou nós para recozimento = 0,5 t

(retornados para etapa 05)

Palitos ou rejeitos finos = 0,12 t

Perdas de fibras com filtrados e licores = 0,047 t (0,1% das fibras)

TOTAL = 0,667 t

v

Produtos da Operação

Polpa kraft não branqueada (só fibras) =

TOTAL = 46,51 t

Resultado até essa etapa de produção de polpa não branqueada = **46,51 t a.s. polpa kraft** (somente polpa depurada) por 100 toneladas de toras de madeira com casca ingressando na fábrica

Rendimento em polpa marrom depurada base madeira entrando na fábrica = 46,51%

- **Toras com Casca Ingressando na Fábrica**

- **Madeira em toras = 91 t a.s.**
- **Casca para ser removida = 8 t a.s.**
- **Areia e terra = 0,3 t a.s.**
- **Galhos finos e folhas = 0,7 t a.s.**
- **TOTAL = 100 t a.s.**

Cálculo da Densidade Aparente do material ingressante na recepção de madeira, admitindo:

- **Densidade da madeira na umidade em que ingressa na fábrica (densidade aparente base volume sólido tal qual) = 0,51 t a.s. / m³ sólido madeira *(que equivaleria a um valor estimado de cerca de 0,495 t a.s./m³ saturado, ou seja, de densidade básica)***

- **Densidade da casca na umidade em que ingressa na fábrica (densidade aparente base volume sólido tal qual) = 0,38 t a.s./ m³ sólido casca *(que equivaleria a um valor estimado de cerca de 0,369 t a.s./m³ saturado, ou seja, de densidade básica)***

- **Densidade dos galhos finos e folhas contaminantes da carga de toras = 0,4 t a.s./m³ sólido *(que equivaleria a um valor estimado de cerca de 0,388 t a.s./m³ saturado, ou seja, de densidade básica)***

- **Densidade da areia e terra = 1,6 t a.s./m³ sólido**

Tem-se então os seguintes volumes de materiais ingressando no balanço:

Madeira em toras = 178,43 m³ sólidos
Casca para ser removida = 21,05 m³ sólidos
Areia e terra = 0,18 m³ sólidos
Galhos finos e folhas = 1,75 m³ sólidos

TOTAL = 201,41 m³ sólidos de "toras recebidas de madeira com casca e contaminantes"

Cálculo do consumo específico de madeira com casca recebida pela área de preparo de madeira por tonelada a.s. de celulose depurada produzida após digestor, ou seja, da polpação kraft

46,51 t a.s. polpa kraft não branqueada sem rejeitos ------- 201,41 m³

1 t a.s. polpa ---------- X

X = 4,33 m³ / t a.s. de celulose não branqueada depurada

No caso de se considerar base tonelada seca ao ar (equivalente a 0,9 toneladas a.s.) = (4,33 m³/t a.s.) . (0,9 t a.s./t seca ao ar) =

X' = 3,90 m³/ t s.a. de celulose não branqueada depurada

Caso queiramos ampliar o escopo até a produção de polpa branqueada podemos continuar o balanço de massa pelas etapas subsequentes do processo industrial, ou simplificadamente admitir um rendimento nas etapas subsequentes à de massa não branqueada depurada entre 93 a 94%

Admitindo-se um rendimento médio de 93,5%, ficaremos com os seguintes valores calculados para consumo específico de madeira na forma de toras com casca recebidas por essa fábrica hipotética:

X = 4,63 m³ / t a.s. de celulose branqueada em fardos

X' = 4,17 m³/ t s.a. de celulose branqueada em fardos

Lembrar que esse consumo específico se refere a toras de madeira com casca recebida pela fábrica pela área de preparo de madeira

Para se calcular o IMACel que realmente iria indicar o potencial de produção pela fábrica a partir de um talhão florestal específico teríamos que introduzir adicionalmente as perdas de madeira/casca que acontecem entre a colheita das árvores até o recebimento das toras pelo setor competente na fábrica

Dá para perceber que existem muitos IMACeis calculados de forma inadequada e superestimando a quantidades de celulose a serem obtidas das florestas

Deve ficar muito claro que as quantidades e tipos de perdas variam em cada fábrica e até mesmo na mesma fábrica, dependendo da idade tecnológica em caso de mais de uma linha de fibras

Quantidades de materiais lenhosos perdidos podem ser gigantescas, em especial se não forem tomadas medidas para reduzir perdas e inserir sistemas de reciclagem interna ou venda dos resíduos

O custo para dispor materiais lenhosos naturais em aterros industriais é proibitivo, como proibitivo será o fabricante de celulose tentar dispor o material sem os critérios exigidos nas licenças de operação

Qualquer madeira perdida na forma de toretes ou cavacos custa não apenas como o valor da madeira desperdiçada, como pela agregação de custos com sua coleta, manuseio e disposição como resíduo ou subproduto

Materiais bons, mas perdidos como resíduos são tratados como poluição industrial pelos órgãos de controle e fiscalização

Uma alternativa interessante é descascar toda ou parcialmente a madeira na própria floresta, sendo que os resíduos ficariam agregando qualidade biológica aos solos e à microvida do ecossistema florestal

E assim a vida continua, pois muito mais indicadores se podem obter dos dados e de outros mais, também

Mas atenção – qualquer indicador deve ter credibilidade e oferecer dados confiáveis para tomada de decisões

Da floresta ao produto celulósico-papeleiro

Outras sugestões de leituras sobre esse tema:

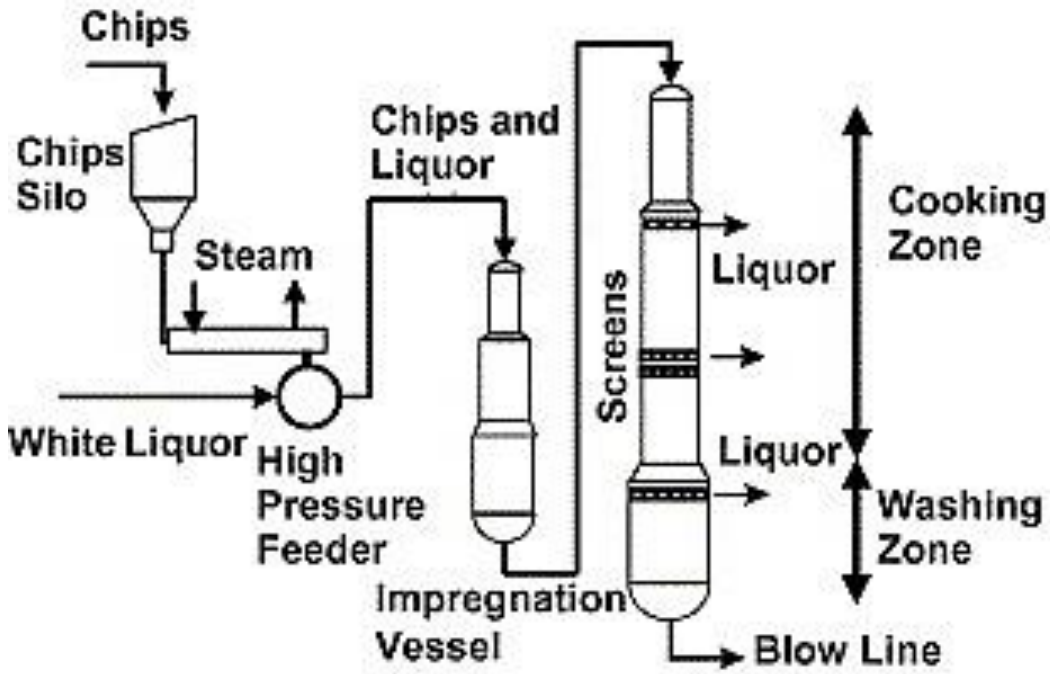
Gestão ecoeficiente dos resíduos florestais lenhosos da eucaliptocultura. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 07. 48 pp. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT07_residuoslenhosos.pdf (em Português)

Avaliação das perdas de madeira no processo de produção de cavacos para obtenção da polpa celulósica. A.R.C. Araújo. Revista O Papel 80(12): 74 - 81. (2019)
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Perdas+Madeira+Cavacos.pdf (em Português)
e
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Perdas+Madeira+Preparo+Cavacos.pdf
(Versão Apresentação em PowerPoint: 72 slides)

Tema nº 10:

Pré-Vaporizando os Cavacos de Madeira



Origem da Imagem:

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0307904X05000661

Durante a carga dos antigos digestores "batch", os cavacos eram intimamente vaporizados com vapor saturado para melhorar a acomodação dos mesmos no interior do digestor. Isso os aquecia e ajudava na expulsão do ar e no umedecimento com água.

A seguir, o licor que havia sido adicionado era paulatinamente aquecido (ou por injeção direta de vapor, ou por aquecimento externo via circulação forçada)

Com isso, os cavacos iam sendo impregnados gradualmente antes que a temperatura de "bulk delignification" fosse atingida

Quando a temperatura de cozimento era alcançada os cavacos estavam em sua maioria impregnados

Quando surgiram os primeiros digestores contínuos em escala industrial (Kamyr, Esco) essa fase de impregnação foi praticamente suprimida. Os cavacos recebiam uma rápida vaporização em um vaso que se chamava simplisticamente de vaso de impregnação.

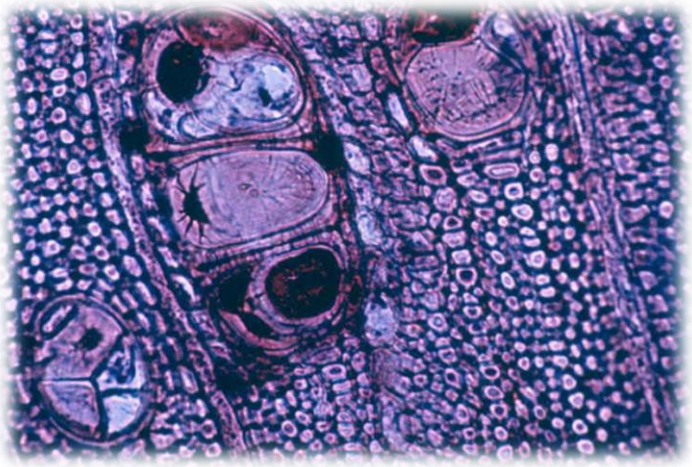
A temperatura de vaporização era de cerca de 115ºC e a pressão de vapor de aproximadamente 1,5 ATA

O tempo de vaporização era mínimo, poucos minutos

O objetivo era muito mais aquecer os cavacos para remover o ar do que impregnar com licor, até mesmo porque os cavacos não tinham algum contato com o licor de cozimento nesse vaso

Logo adiante, os cavacos encontravam o licor de cozimento que os levava ao topo do digestor a uma elevada temperatura (cerca de 160 a 170ºC)

Como os cavacos haviam perdido parte do seu ar interno, o licor de cozimento achava espaços para entrar na madeira



Nem sempre as coisas são fáceis em função de qualidades inesperadas das madeiras

Para reduzir o teor de ar na madeira, as empresas costumam fazer o seguinte:

- **Adequação das operações da colheita florestal, transporte e estocagem da madeira para se ter madeira um pouco mais "verde" alimentando os digestores. As empresas devem estar localizadas próximo de suas florestas, pois elas não querem transportar água dentro de suas madeiras por longas distâncias.**

- **Umedecer os cavacos na pilha com um líquido alcalino (em geral, condensado da evaporação), o qual é constantemente irrigado sobre a pilha. Os objetivos da operação são: encontrar um uso nobre para esse condensado que seria uma poluição industrial; aproveitar sua alcalinidade para ajudar a neutralizar a "acidez" natural da madeira; economizar álcali efetivo na polpação kraft e umedecer os cavacos para remover parte do ar e facilitar a difusão no processo de impregnação.**

- **Pré-vaporização dos cavacos em vasos ou silos desenhados para essa finalidade. Em geral, utiliza-se vapor recuperado da expansão ("flash") do licor preto que sai muito quente e sob pressão do digestor. Essa vaporização pode inclusive ser em ambiente não pressurizado, usando vapor saturado a cerca de 105ºC.**

Quanto mais tempo os cavacos receberem esse banho de vapor, melhor ficam: são aquecidos, umedecidos e perdem mais ar

Isso não é tão simples:

O aquecimento exagerado com vapor pode causar auto-hidrólise da madeira, com perda de hemiceluloses e rendimentos, acidificação dos cavacos e efeitos na qualidade das fibras

A madeira pode perder hemiceluloses com muita facilidade em condições mais drásticas de vaporização. Hidrólises curtas de cavacos, por 15 minutos a cerca de 130ºC já removem cerca de 2,5 a 3,5% do peso da madeira

São extraídos especialmente os grupos acetila, o que baixa o pH do líquido pre-hidrolisado a valores entre 4 a 4,5

A pré-vaporização dos cavacos tem os seguintes objetivos:

- ***Retirada de ar do interior dos cavacos por expansão térmica do ar e dos cavacos***

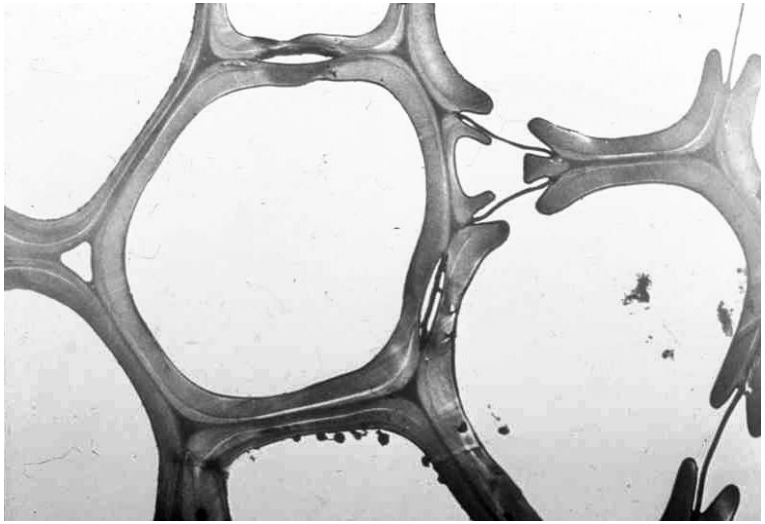
- ***Aumentar a temperatura dos cavacos***

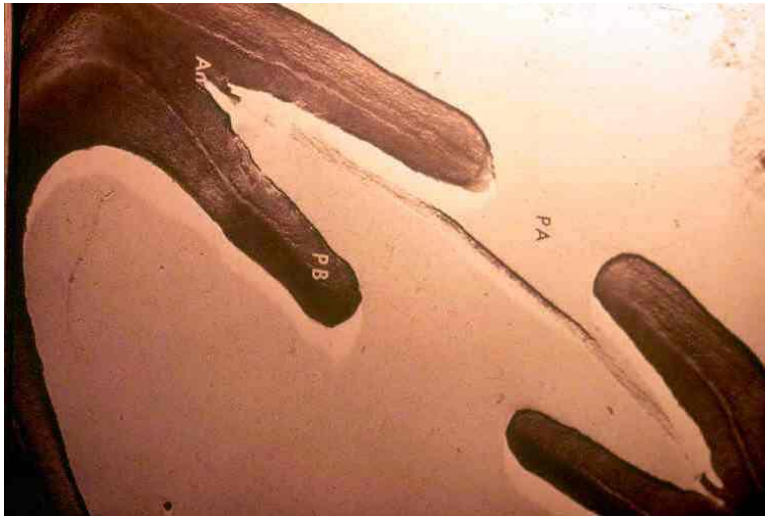
- **Umedecer a madeira pela condensação do vapor**

- **Colaborar para o aumento de peso dos cavacos para que eles não flutuem no interior do digestor**

- **Expandir e amolecer os cavacos de forma a torná-los mais frágeis e sofrerem algumas micro-fissuras e micro-fraturas no seu manuseio, o que favorece a impregnação**

- **Romper e tornar mais plásticas as membranas das pontuações entre elementos anatômicos da madeira, facilitando fluxo do licor dentro dos cavacos**





- **Retirar alguma quantidade de extrativos da madeira e componentes voláteis da mesma**

- **Retirar alguma quantidade de grupamentos acetila e grupos urônicos dos cavacos, já que o condensado dessa operação sai ligeiramente ácido (pH por volta de 4 a 4,5)**

- **Reduzir o teor de álcali efetivo na polpação, já que pela retirada desse condensado se remove alguma da "acidez natural" da madeira**

- **Facilitar a impregnação dos cavacos pelo licor na operação imediatamente subsequente**

- **Equalizar as diferenças de penetração de licor entre os diferentes cavacos**

Hoje, existem silos ou vasos especialmente desenhados para essa operação de pré-vaporização e com muito maior eficiência

A engenharia desses sistemas tem procurado evitar canais preferenciais de caminho do vapor, garantir maior uniformidade para vaporização de todos os cavacos, além de permitir variações no tempo de retenção para oferecer alternativas conforme a qualidade da madeira ou dos cavacos

A quantidade de água absorvida pelos cavacos na operação de pré-vaporização não é muito alta. Talvez isso seja função da pouca aplicação de vapor e do curto tempo de vaporização.

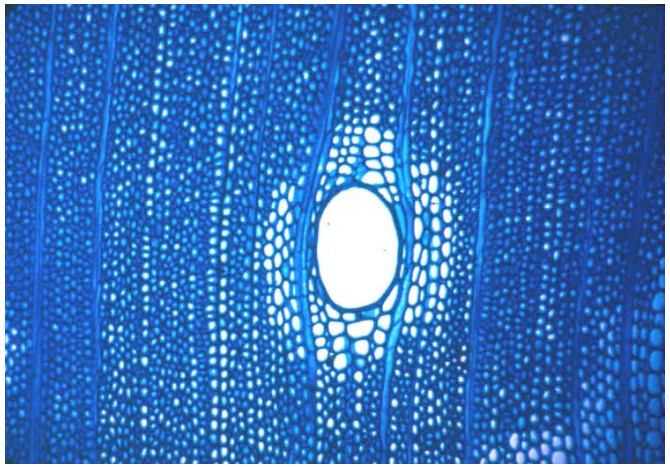
A maior parte do condensado da vaporização mais molha a superfície externa dos cavacos do que entra para seus interiores

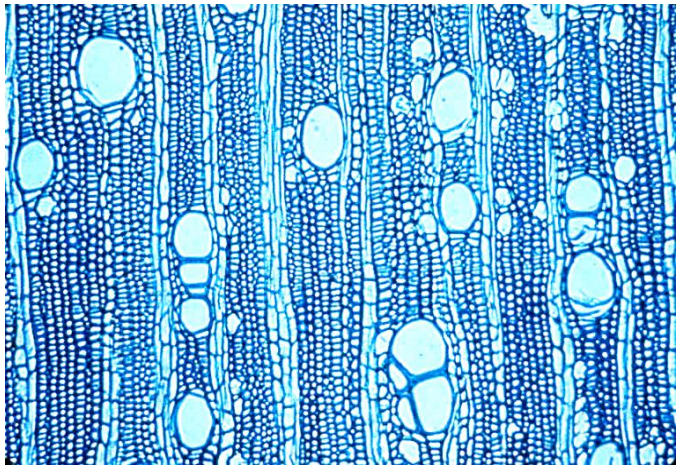
O condensado extraído da pré-vaporização tem pH baixo (cerca de 4) e possui um teor de sólidos interessante (0,2 a 1 g/litro)

Entretanto, parte dos sólidos e da demanda química de oxigênio desse líquido constitui-se de pó de madeira que foi removido dos cavacos

A eficiência da pré-vaporização é função da pressão de vapor e do tempo do tratamento. Caso interesse controlar essas variáveis com a finalidade de se melhorar a vaporização, devem ser levadas em conta: umidade dos cavacos, densidade básica da madeira, dimensões e espessura dos cavacos.

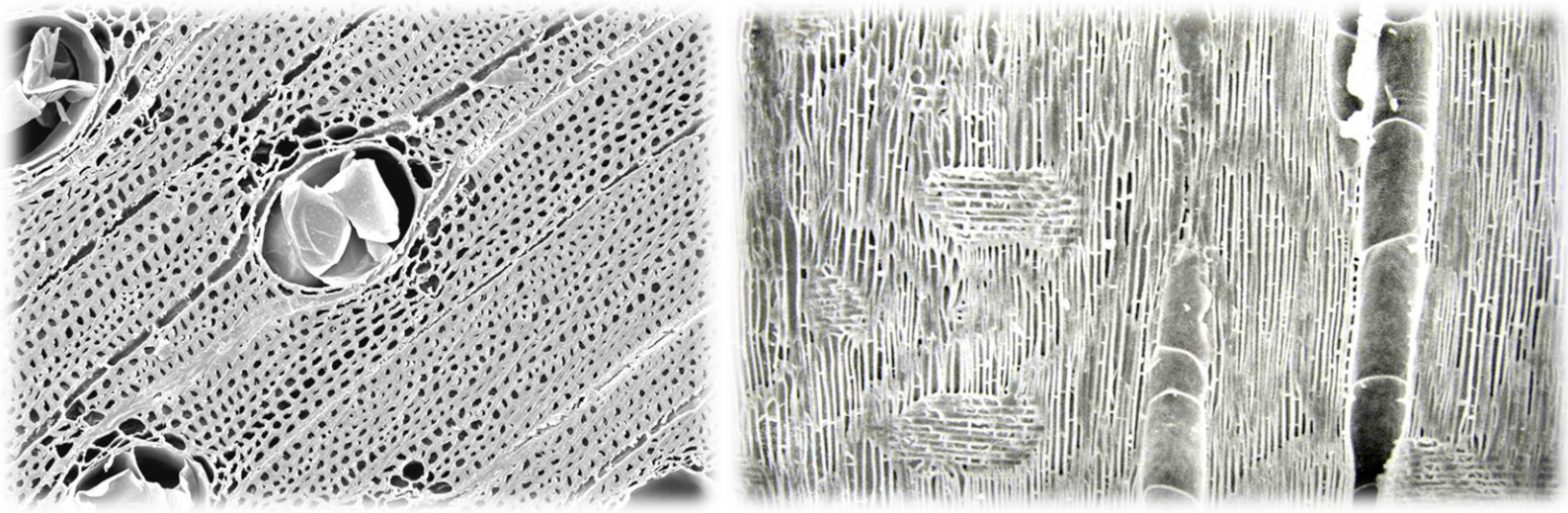
A porosidade dos cavacos varia muito com o valor da densidade da madeira





Madeiras mais densas possuem mais "substância madeira" por unidade de volume e menos espaços vazios de porosidade

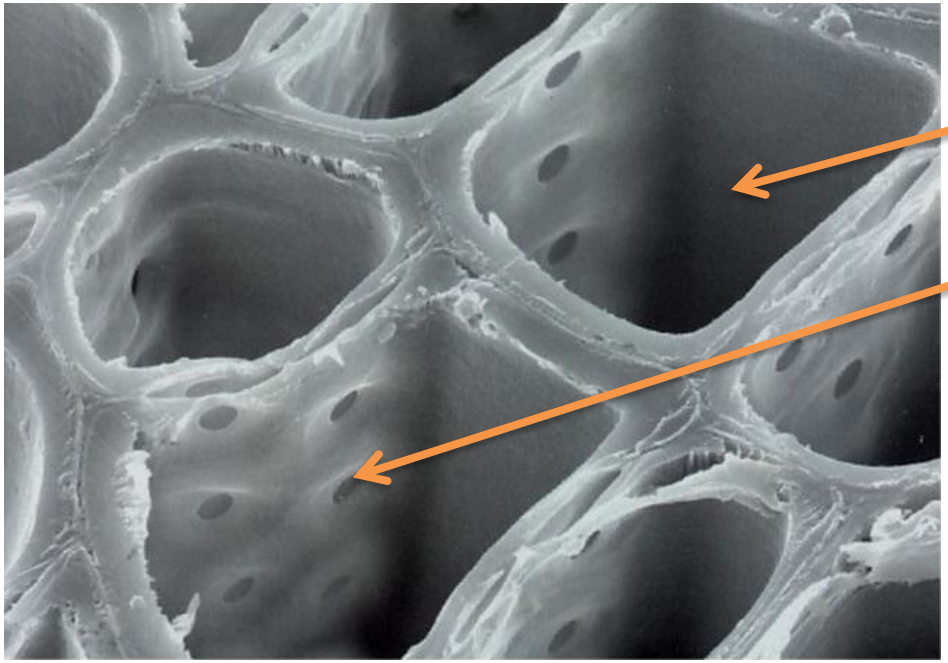
Os poros são receptivos para recebimento de água e licores, porém porosidade alta não é sinônimo de alta penetrabilidade dos licores (podem existir problemas de lúmens parcialmente entupidos com extrativos hidrofóbicos)



Qualidade da madeira e dos cavacos são fatores críticos para que a vaporização seja eficiente:

- **Espessura dos cavacos e presença de nós**

- **Cerne muito mais difícil de perder o ar interno do que alburno**

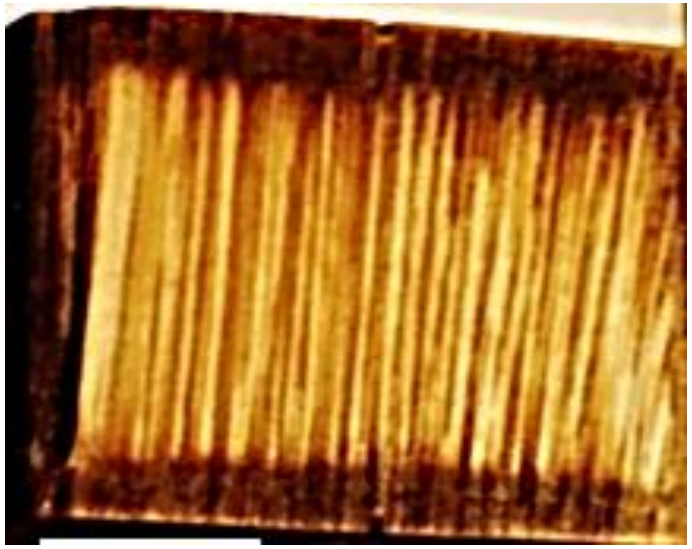


Pontuações e Lúmens

Caminhos para o tráfego do ar, água e licor

Tema nº 11:

A Impregnação dos Cavacos pelo Licor de Polpação Kraft



Cavaco de eucalipto sendo impregnado pelo licor kraft

A impregnação se inicia tão logo se introduz o licor de cozimento (branco+preto) aos cavacos previamente vaporizados

Com a remoção anterior de grande parte do ar dos cavacos, o licor encontra caminhos para penetrar para o interior dos mesmos, em especial pela face transversal dos cavacos, onde estão facilmente acessíveis os lúmens das fibras e dos elementos de vaso

A impregnação dos cavacos também se dá pelas células dos raios medulares e canais de resina, havendo assim também uma entrada lateral e não apenas pelos topos dos cavacos

O ar e não a água é a maior e pior barreira à impregnação dos cavacos. Por essa razão que é preferível se terem cavacos mais úmidos (após vaporização) e com menos ar dentro deles.

Com cavacos bem impregnados e umedecidos, a densidade dos mesmos atinge valores de 1,05 a 1,1 kg úmidas por metro cúbico de madeira sólida

Com isso, esses cavacos não irão flotar na coluna de cavacos do digestor e estarão mais aptos para recebimento do licor de cozimento por difusão

Essa densidade úmida se consegue colocando mais ou menos umidade nos cavacos e isso depende da densidade básica da madeira

Quanto menor a densidade básica, mais água se deve colocar nos cavacos para se atingir essas necessidades em densidade a úmido dos cavacos

Cavacos de *Pinus* com densidade básica 0,35 g/cm³ necessitam ter algo como 68% de umidade para atingirem uma densidade de cavacos úmidos de 1,1 kg/m³ sólido

Cavacos de *Eucalyptus* são mais densos, possuem mais "substância madeira" por volume e para atingimento dessa densidade necessitam menor teor de umidade:

Madeira com Dbásica = 0,45 g/cm³ necessitam de cerca de 59% de umidade e madeira com 0,55 g/cm³ de Dbásica precisam de umidade 50% para obtenção dessa densidade úmida da madeira sólida dos cavacos

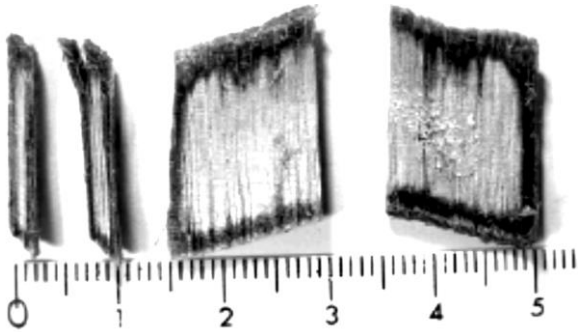
Madeiras de baixa densidade, embora mais facilmente impregnadas, necessitam recebimento de mais água do vapor para realmente atingirem as especificações para não flotação nos digestores

Essas densidades favorecem a que os cavacos afundem e não flutuem na coluna de cavacos dentro do digestor

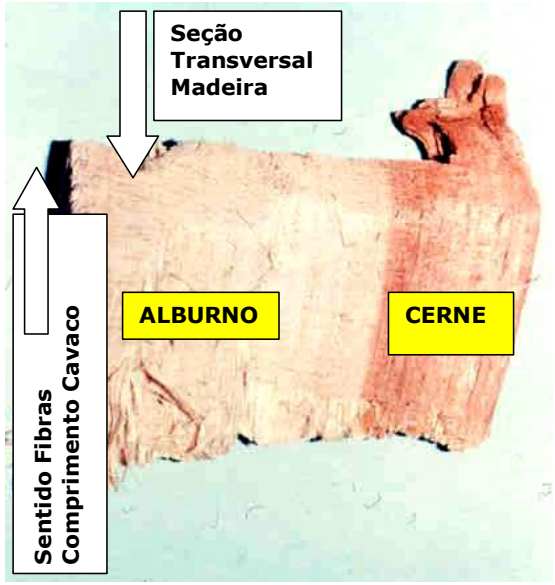
Densidades nessa magnitude significam teores de umidade entre 50 a 65%, muito próximos do teor de máxima saturação dos cavacos

O teor de umidade atingido vai depender da densidade básica da madeira e da maior ou menor penetração do licor para dentro dos cavacos

(Maiores densidades → Menores umidades)



***Origem da Figura*: Inalbon et al., 2009**



Cavaco (esquerda) e feixe incozido com fibras e raios medulares

Relações madeira e licor

Licor preto (LP) é utilizado para ajustar a relação Licor/Madeira

- **Aproveitamento da alcalinidade residual e calor do LP**
- **Aproveitamento da alta relação iônica HS^- / OH^-**
- **Valer-se do efeito benéfico e protetor dos íons hidrosulfeto**
- **Fechar o máximo possível o ciclo de licores usados no processo, reduzindo perdas e diminuindo poluição**
- **Enriquecer ainda mais o licor preto residual em sólidos antes de se enviar o mesmo à evaporação**

As principais características a serem controladas no licor de cozimento usado na impregnação dos cavacos são:

- **Composição em termos de seus componentes ativos**
- **pH**
- **Tensão superficial (Função da temperatura e aditivos)**
- **Viscosidade do licor**
- **Capacidade de provocar inchamento na madeira (que é função de seu pH e do teor de soda cáustica)**
- **Solubilidade e saturação em ar do líquido (capacidade de absorver ou de reter o ar em solução)**

- **Capacidade de reagir com o oxigênio presente nos cavacos, reduzindo assim o volume de ar ocluso e que é barreira à penetração do licor**

A penetração do licor contendo licor preto para o interior dos cavacos é bem mais vagarosa do que uma solução alcalina preparada só com água. Isso se deve à maior viscosidade do licor preto, maior densidade e maior concentração em componentes dissolvidos da madeira.

Existem alguns procedimentos que são adotados na prática industrial para acelerar a penetração do licor para o interior dos cavacos

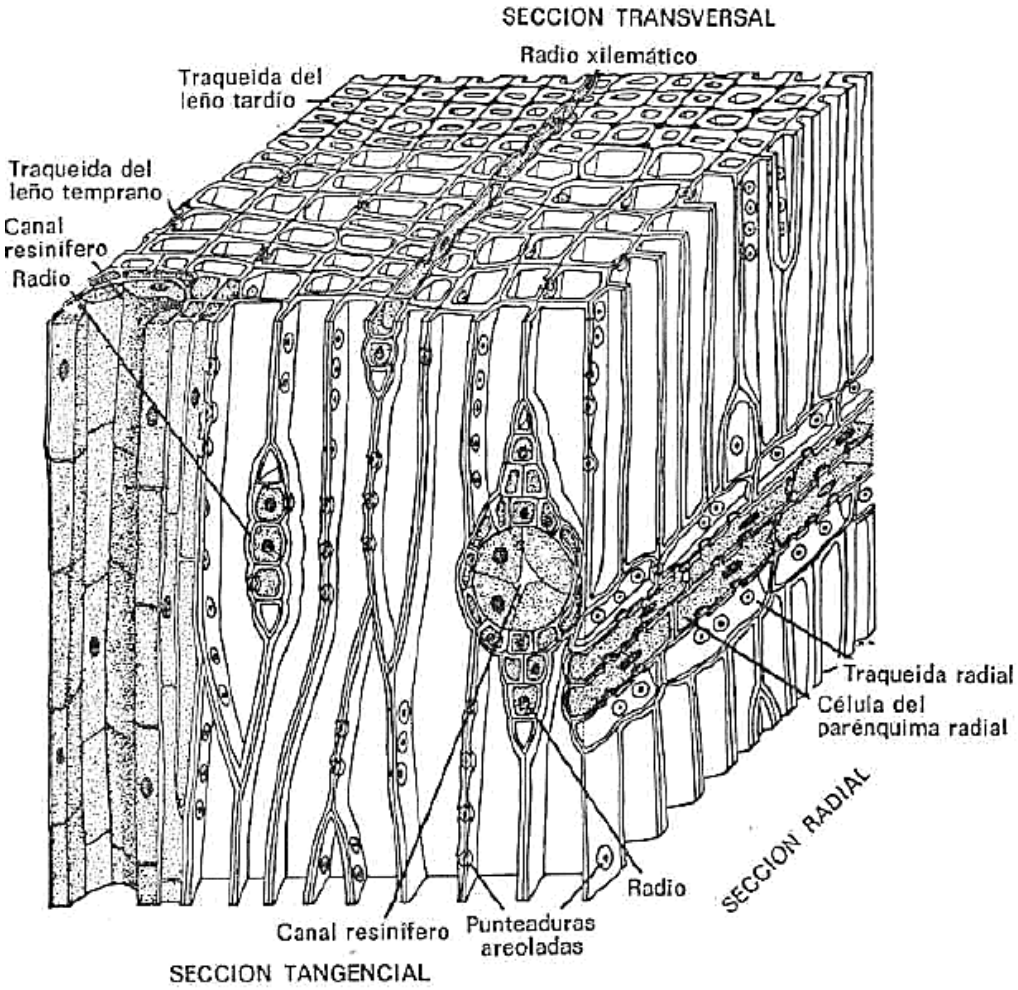
São eles:

- **Armazenamento do licor preto a temperaturas altas, próximas a 100ºC. Isso provoca perda de sua viscosidade pela despolimerização adicional da lignina. Entretanto, a estocagem provoca a redução da alcalinidade do licor preto e isso precisa ser controlado pela adequada adição de licor branco. Sem isso, o perigo de reprecipitação de lignina nos cavacos torna-se eminente.**

- **Adição suficiente de alcalinidade ativa. Quanto maior for a concentração de álcali efetivo no licor, mais rápida a penetração e a difusão na impregnação dos cavacos. A alcalinidade efetiva melhora a viscosidade do licor e provoca maior inchamento da madeira.**

- **Utilização de aditivos (álcois etoxilados ou surfactantes) para alterar a viscosidade, a fluidez e a tensão superficial do licor de impregnação – e dissolver extrativos que estejam obstruindo a impregnação dos cavacos**

  Pela ação dos surfactantes ocorre a desobstrução de espaços ocupados pelos extrativos (por exemplo, liberando os lúmens dos elementos de vasos). Os surfactantes são usados também para melhorar a molhabilidade das paredes celulares, tornando-as mais hidrofílicas. Eles também ajudam a dissolver ou emulsificar extrativos hidrófobos que prejudicam a molhabilidade das paredes celulares pelo licor.
  Eles não reagem com a celulose e nem com os produtos alcalinos do licor de cozimento



Madeira de conífera

Origem da Figura: **ATCP Chile**

Penetração e difusão do licor nos cavacos

Penetração:

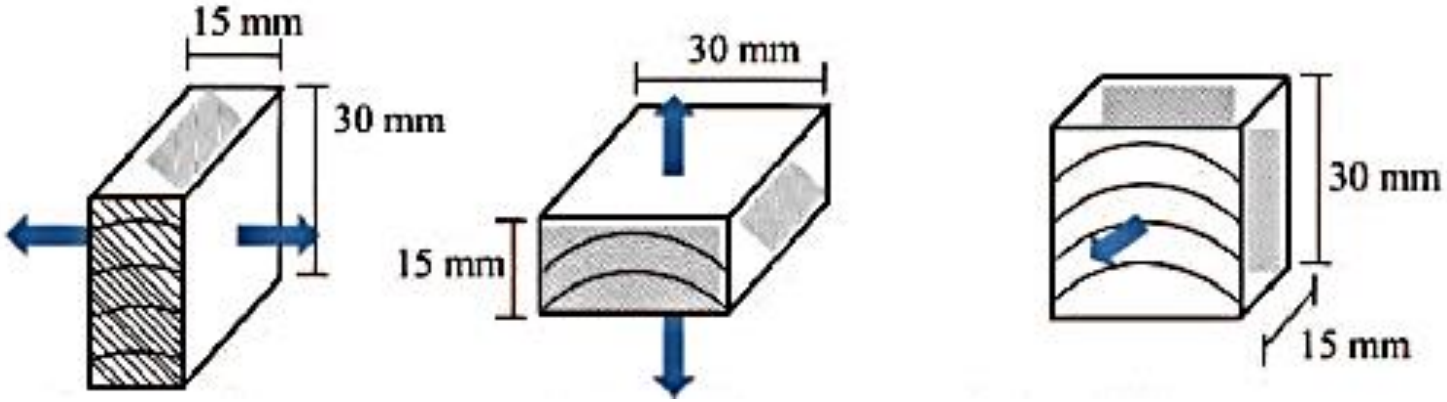
Entrada de licor nos vazios, na porosidade, na capilaridade da madeira. Essa penetração e fluxos ocorrem por gradientes de pressão. Quando a pressão externa é maior que a interna, o licor penetra para o interior dos cavacos. Essa pressão externa pode ser aumentada pela própria tecnologia em uso.

Penetração é maior em cavacos mais secos

Difusão:

Entrada de íons hidroxila e hidrosulfeto para o interior de uma madeira já úmida (com licor ou umidade natural) e que ocorre graças às diferenças de concentrações desses íons

A difusão é muito sensível à concentração de íons no licor de cozimento, enquanto a penetração não o é



Penetração muito lenta ***Penetração lenta*** ***Penetração mais rápida***

Origem da Imagem:
http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/3442/1/DOUTORADO%20Efeito%20da%20anatomia%20no%20fluxo%20da%20%C3%A1gua%20em%20madeira%20de%20Eucalyptus%20e%20Corymbia.pdf

PENETRAÇÃO	DIFUSÃO
• Ocorre preferencialmente na direção longitudinal da madeira	• Ocorre em todas as direções (longitudinal, tangencial e radial)
• Ocorre em madeira seca	• Ocorre em madeira saturada com água (umidade) ou licor
• Ocorre por penetração física através capilares da madeira (lúmens de fibras, vasos, canais resina, parênquimas)	• Ocorre via fase líquida
• Bem mais rápida (5 a 15 vezes mais rápida)	• Bem mais lenta
• Consegue ser efetiva em distâncias longas, desde que haja diferencial de pressão	• É efetiva apenas em distâncias curtas e preferencialmente na espessura dos cavacos

PENETRAÇÃO	DIFUSÃO
• Tem dificuldades de ocorrer em madeiras com poros obstruídos por tiloses	• Não toma conhecimento das tiloses e ocorre em todas as direções
• Pouco sensível às concentrações do licor (até mesmo a água pura penetra a madeira pelas mesmas leis)	• Muito sensível às concentrações do licor
• Favorecida pelos diferenciais de pressão	• Favorecida pelos diferenciais de concentrações
• Não muito afetada pelo inchamento da madeira devido ao álcali	• Altamente afetada pelo inchamento das paredes celulares

A difusão é o fenômeno dominante quando os cavacos atingem a fase de deslignificação principal ("bulk delignification")

Isso considerando que já estarão bem impregnados ao alcançarem as condições para que essa deslignificação ocorra

Os cavacos que não forem impregnados se converterão em rejeitos

Desenvolvimento do processo de impregnação

O cavaco sendo impregnado apresenta então 4 zonas bem características:

- **Região já bem impregnada:** **isenta de grupos acetila e com concentração de hidroxilas sendo reabastecida**

- **Zona de reação:** **onde está ocorrendo forte e dinamicamente as reações entre as hidroxilas e os grupos acetila. Nessa zona, o teor de hidroxilas praticamente chega à exaustão.**

- **Zona limítrofe:** **é exatamente onde se poderia chamar de "frente de batalha", quando o licor em baixas concentrações de íons hidroxila encontra pela primeira vez a parte não impregnada do cavaco. Nessa zona o teor de íons hidroxila é muito baixo porque foram quase que exauridos na zona de reação. Apesar disso, a zona limítrofe é muito ávida por álcali,, que vai reagindo o quanto conseguir com os grupos acetila encontrados.**

- **Zona externa superficial:** **é a zona superficial dos cavacos, onde o licor de cozimento livre e na fase líquida externa está passando a enviar íons hidroxila por difusão para o interior dos cavacos. É uma espécie de banco reabastecedor de hidroxilas para dentro do cavaco.**

Desses conhecimentos todos apresentados é possível se detectar alguns fundamentos básicos para a mais eficiente impregnação dos cavacos:

- **A madeira é um material natural poroso e muito reativo em condições alcalinas**

- **A madeira sofre enorme inchamento de suas paredes celulares em condições de alta alcalinidade, especialmente devido à soda cáustica**

- **O movimento de líquidos alcalinos para o interior de madeiras com relativo grau de secagem se deve a diferenças de pressão e ocupação de espaços favoráveis**

- **O licor alcalino a quente ao penetrar na madeira causa complexos fenômenos físico-químicos tais como: inchamento das paredes celulares, despolimerização terminal de carboidratos, desacetilação, dissolução de fragmentos e constituintes da madeira (da parede celular, tiloses, bolsas de resina, amido, membranas de pontuações, etc.), dissolução e difusão do ar que estava nos capilares da madeira, etc.**

- **A penetração do licor ocorre preferencialmente no sentido do comprimento dos cavacos**

- **A penetração no sentido lateral dos cavacos é mínima**

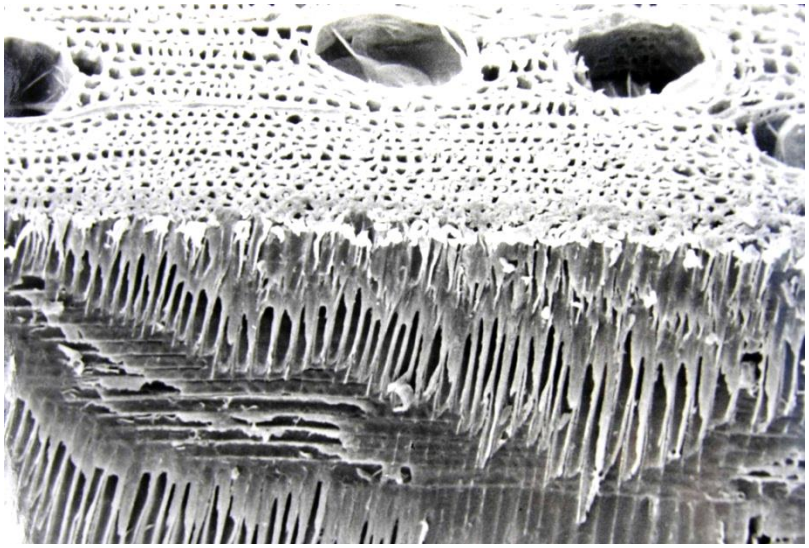
- **A impregnação é dinâmica e afetada pela composição e temperatura do licor. Conforme a impregnação vai ocorrendo, os íons hidroxila vão sendo consumidos pela madeira, mas a difusão através do cavaco tende a procurar reabastecer sua concentração em novos níveis de equilíbrio.**

- **Existe sempre uma frente móvel e reativa de baixa concentração em hidroxilas que vai entrando para o interior da madeira, até que ela esteja totalmente impregnada e as concentrações equalizadas em hidroxilas**

- **A frente móvel reativa vai encontrando regiões ainda virgens e intactas dos cavacos, que são ricas em grupos acetila. De imediato, a reação de desacetilação passa a acontecer e ela dura enquanto existir íons hidroxilas ou até a exaustão dos grupos acetila.**

- **Existe uma quantidade de compostos orgânicos no meio que são componentes dissolvidos de madeira. Eles precisam sair do interior dos cavacos e migram no sentido oposto ao que migram os íons hidroxila. Enquanto íons hidroxila migram para o interior dos cavacos, os componentes dissolvidos de madeira querem sair de dentro dos mesmos.**

- **A impregnação dos cavacos pelo licor de cozimento se completa quando os grupos acetila desaparecem e quando a concentração em íons hidroxila se restabelece e se estabiliza no patamar que for possível em função das concentrações presentes de álcali no licor mãe na fase líquida externa aos cavacos.**

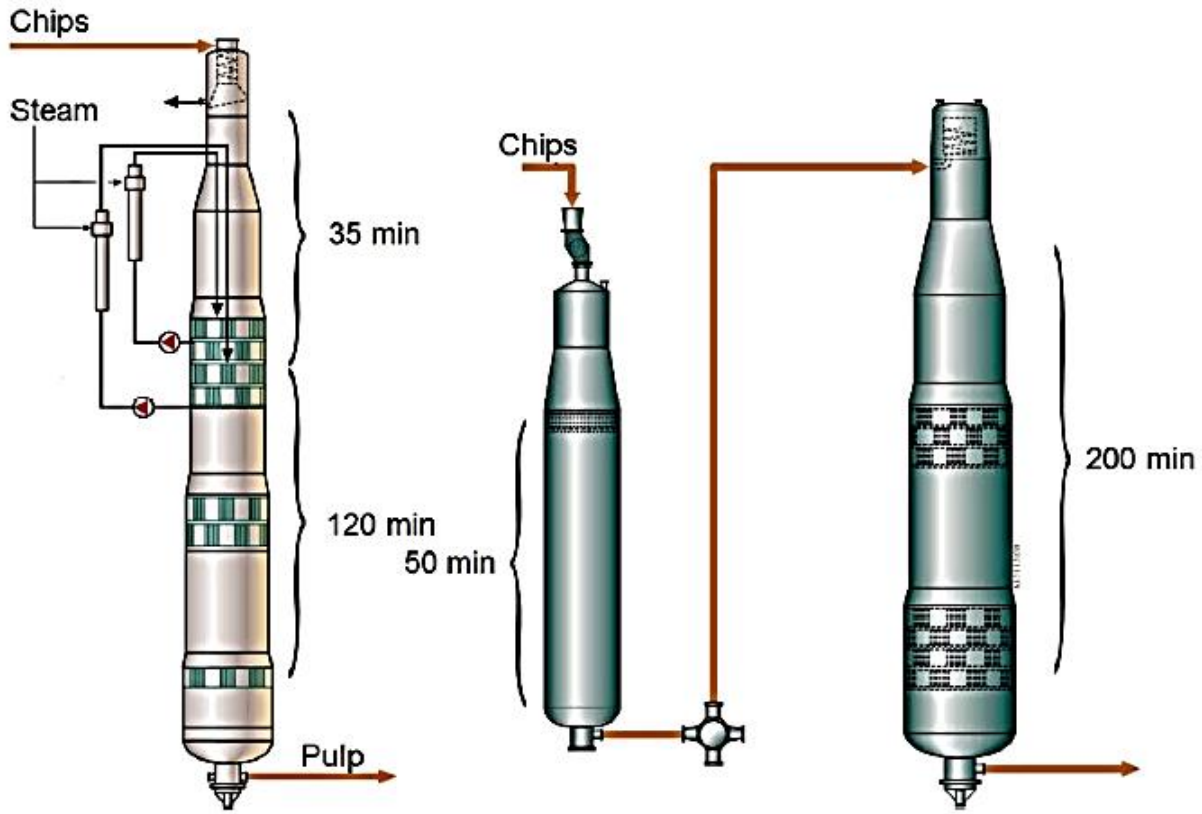


NESSE MOMENTO A TEMPERATURA E AS CONCENTRAÇÕES DE ÍONS ATIVOS DEVEM ESTAR NAQUELAS QUE SE DESEJA PARA A "BULK DELIGNIFICATION"

Vasos de impregnação independentes nos modernos digestores contínuos operam com:

- ***Temperaturas entre 105 a 125ºC***
- ***Tempos de residência de 40 a 60 minutos***

Com excelentes desempenhos para impregnar os cavacos, resultando polpas com mínimos teores de rejeitos



Origem da Imagem: https://www.valmet.com/globalassets/media/downloads/white-papers/board-and-paper-making/wppb_digesterdevelopments.pdf

Esquerda - Impregnação ocorrendo no corpo do digestor

Direita: Digestor com vaso auxiliar de impregnação

POLPAÇÃO EUCALIPTO	Madeira eucalipto	Remoção início	Remoção cozimento	Residual na polpa
Grupos acetila	4	- 4	- 4	-
Grupos uronila	3	- 2	- 2,5	0,5
Xilanas	16	- 5,5	- 8	8
Outras hemiceluloses	4,5	- 3	- 3	1,5
Lignina	25	- 2	- 24,5	0,5
Celulose	44	- 2	- 4	40
Extrativos	3	- 1,5	- 2,9	0,1
Cinzas	0,5	-0,4	- 0,4	0,1
Total	100	- 20,4	- 49,3	50,7

4

Madeira	*E.globulus*	*E.urograndis*	*Pinus taeda*	Softwood Norte
Densidade básica	0,6	0,5	0,38	0,45
Teor Lignina	23	28	32	30
Número kappa	14 - 15	16 - 17	23 - 25	23 - 25
Rendimento polpação	56 - 57	51 - 54	43 - 45	44 - 46
Fator H	300 - 500	400 - 800	1000 - 1500	1000 - 1500
Carga Álcali Efetivo NaOH	15 - 16	17 - 20	23 - 24	22 - 25
Consumo específico m^3/odt UKP	~3	~3,7 – 3.8	~6	~5,0 – 5,5

Tema nº 12:

Recomendações Finais e Estratégias para Cavacos de Madeira

Todos nas fábricas de celulose querem uma vida sem pesadelos?

Para isso acontecer, seria bom o cumprimento compromissado de metas e objetivos começando com os cavacos sendo produzidos

Ganhos de eficiências, produtividade e qualidade nesse processo de produção industrial dependem e muito dos cavacos enviados para a polpação kraft

Isso se consegue através de:

- **Aumento na disponibilidade de madeira na forma de cavacos mais limpos e adequados em sua granulometria, umidade, teor de casca, densidade aparente e características intrínsecas da madeira**

- **Aumento do rendimento da conversão da madeira em celulose - ou seja, para cada tonelada absolutamente seca de madeira possa ser produzido um maior peso seco de celulose, reduzindo então a quantidade de material da madeira que se dissolveria para o licor preto e aumentando assim a produção da linha de fibras sem grandes investimentos na fábrica**

- **Redução do consumo específico de madeira**

- **Redução do consumo de álcali ativo ou efetivo por tonelada de madeira seca (quantidade de licor branco necessário para a polpação)**

- **Redução na geração de sólidos secos no licor preto a recuperar**

- **Redução do consumo de energia térmica (calor) ou elétrica (para movimentações e fluxos)**

- **Ganho de produção na linha de fibras em relação ao originalmente projetado**

- **Ganho de eficiência ou continuidade operacional no setor de produção de celulose (digestores e equipamentos da área de polpa não branqueada)**

- **Ganhos no branqueamento: consumo de químicos, atingimento e estabilidade da alvura**

- **Aumento da proporção de celulose do padrão "prime"**

- **Conformidade dos produtos em relação às especificações e expectativas dos clientes**

- **Atendimento das exigências em desempenho operacional e financeiro**

Esses ganhos podem mais facilmente serem atingidos principalmente através do que estamos denominando de "The Ultimate Wood Quality" através de um controle amplo da qualidade das madeiras utilizadas, desde a sua concepção genética até a entrada do digestor

OS CAVACOS DE MADEIRA EM SUAS DIMENSÕES, DENSIDADES, FORMATOS E CARACTERÍSTICAS INTRÍNSECAS DE MADEIRA SÃO FATORES VITAIS PARA ESSAS CONQUISTAS

Em resumo, vale entender e refletir sobre as implicações das considerações feitas a seguir:

“Sem conhecer a ciência e as tecnologias relacionadas à Qualidade da Madeira (QM) pouco ou nada se pode fazer. Não adianta muita ciência em QM se não houver aplicações práticas e úteis para a sociedade”

“Não adianta muito conhecimento nas fábricas se esses conhecimentos não forem aplicados com sucesso na previsibilidade das madeiras, no melhor uso das mesmas nos processos e na geração de produtos mais qualificados e produzidos a custos mais competitivos”

“Não adianta se gerar uma enormidade de números sobre QM se eles não forem úteis e sequer forem utilizados ou acompanhados para melhoria dos processos e produtos”

“Os usuários de QM devem focar em avaliações chaves e que sejam geradas com credibilidade de forma a permitir otimizações seguras na qualidade e desempenho dos processos”

“Não adianta se trabalhar nas etapas iniciais do processo e causar estragos de qualidade da madeira produzindo cavacos inadequados para abastecer o digestor”

“Apesar de todas as etapas serem importantíssimas para a qualidade final da madeira, sempre o foco principal deve estar na madeira que o digestor recebe e processa – Afinal, é essa madeira que vai se converter em celulose com as qualidades que estiver apresentando nesse momento e não aquelas que foram medidas nas árvores ao serem colhidas”

ESTRATÉGIAS RECOMEDADAS para ótimo desempenho com base na QUALIDADE DA MADEIRA NO FORMATO DE CAVACOS

⇒ **Definição clara dos objetivos comerciais da empresa em relação à sua visão de atuação em produtos: especialidades, diferenciação nos mercados, comoditização (custos baixos e briga acirrada por preços)?**

"Mesmo se for para ser produto tipo commodity, bem que poderia ser com a meta de ser a melhor das commodities do segmento"

⇒ **Desenvolvimento de estratégias para suprimento de madeiras para atendimento pleno e constante das demandas dos clientes internos (florestas e fábricas) e externos (usuários das polpas de mercado e dos papéis)**

⇒ **Previsibilidade, planejamento, conhecimento e entendimento profundo sobre as madeiras (próprias e de terceiros) que serão oferecidas aos processos industriais desde as florestas até a entrada dos cavacos ao digestor**

Objetivos: Minimização dos impactos da qualidade inadequada e potencialização de ganhos pela qualidade adequada

⇒ **Controle e otimização das principais variáveis de processo que resultem em perdas (rejeitos, refugos) ou ganhos de materiais (madeiras, fibras), qualidade, custos e produtividade – desde madeiras, produção de polpas e papéis**

Objetivos: Adoção ampla na utilização de balanços de massa para todas as fases de extração e preparo das madeiras até cavacos ao digestor para com isso melhorar e otimizar os consumos de madeira e a redução de perdas dessa valiosa matéria-prima

⇒ **Atenção às relações custos/benefícios, mantendo foco em indicadores de qualidade, desempenho e ecoeficiência influenciadas pela QM para otimizações na gestão operacional e empresarial**

⇒ **Aumento do grau de conhecimento e comprometimento das pessoas da empresa que estejam relacionadas às potenciais influências da QM – desde áreas florestais, industriais, comerciais e principalmente alta gestão**

Objetivos: Concientizar a todos da importância da madeira na geração de resultados empresariais entendidos e compartilhados, até porque a madeira é a principal fonte de custos das polpas de celulose e essas os principais causadores de custos de produção para os papéis com elas fabricados

⇒ **Oferecimento de tecnologias estado-da-arte, bem como de adequados conhecimentos e experiências técnicas e operacionais**

Objetivos: Não adianta querer comprometimento e resultados se as pessoas não possuem ferramentas, instrumentais e até mesmo os conhecimentos necessários

⇒ **Focar "poucas e vitais características e propriedades das madeiras e polpas", ao invés de se analisar uma enormidade de parâmetros**

Objetivos: Facilitação de implementação de ações gerenciais de prevenção, controle e otimização

⇒ **Desenvolver um processo de amostragens e medições dos parâmetros vitais da Qualidade da Madeira e dos Cavacos que seja absolutamente confiável e rastreável**

Objetivos: Ter representatividade nos valores avaliados laboratorialmente e monitorar o máximo possível com outras formas de medição desse tipo de qualidade através amostradores automáticos e medidores/sensores online (para peso, umidade, densidade aparente, granulometria, etc.)

Garantir rastreabilidade de valores desde a origem da madeira até o produto final e possibilitar repetir avaliações e testes (físicos, químicos e até mesmo de dados armazenados) nas quais não se confie.

⇒ **Gestão eficiente do "*mix de madeiras*" para equalização dos desempenhos dos processos da linha de fibras, principalmente picadores, digestores e branqueamento – e assim garantir produtos finais mais estáveis em qualidade**

Objetivos: Aumentar a homogeneidade das madeiras sendo destinadas à polpação, ainda que com faixas mais amplas de variabilidade.
O "mix" visa eliminar as variações drásticas e repentinas da qualidade da madeira que trazem instabilidades de processo e de qualidade da polpa

Lembrar que a variabilidade da madeira em si afeta a produção e qualidade dos cavacos. Logo, produzir cavacos variáveis em suas qualidades vai prejudicar mais ainda a qualidade da madeira enviada para polpação.

A "gestão do mix de madeira" tem toda uma história de sucessos no setor de produção de celulose de eucalipto no Brasil

Isso aconteceu porque as fábricas sempre se depararam com suprimentos irregulares de madeiras: principalmente nos anos 1980's e 1990's com misturas de madeiras de árvores clonais e seminais, de diferentes espécies, rotações e idades

Trata-se de uma forma de compensação de variações que não conseguiram ser evitadas na origem (que seria produzir madeiras uniformes em qualidade já nas árvores das florestas)

Recomendo para leitura dois interessantes artigos que tratam do tema e que podem ajudar ao entendimento do surgimento e das necessidades de gestão dessa problemática:

***Mix* de madeiras: A busca do melhor desempenho global.** I.M.B. Gomes; A.M. Pereira; P. Yodoval. 31º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 14 pp. (1998)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/07_mix%20madeira%20isabel.pdf (em Português)

Impact of qualitative management of feeding wood mix on process and pulp quality. P.N. Pignaton; F. Costa Neto. 7th ICEP – International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. (2015)
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/4.3.Patricia+Pignaton.SLIDES.pdf
(Versão Apresentação em PowerPoint: 14 slides – em Português)
e
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/4.3.Patricia+Pignaton.MANUSCRIPT.pdf (Versão Texto: 07 páginas – em Português)

Em geral, a gestão do "mix de madeira" se faz para corrigir variações maiores em alguns tipos de madeiras que estão disponíveis para suprimento ao processo

As propriedades mais frequentes nas madeiras (cavacos e toras) para as quais se buscam estabilização para o processo são:

- **Densidade básica e/ou densidade a granel dos cavacos**
- **Teor de extrativos (cerne)**
- **Idades de árvores muito distintas**
- **Tempos Pós-Corte muito variados**
- **Espécies ou clones com diferenças de comportamento na polpação**

Necessidades para a gestão do "mix" de madeiras:

- **Predição antecipada da qualidade dos lotes de madeira que alimentarão a fábrica**
- **Logística de suprimento (forma de fazer e programação) para entregas de madeiras nas qualidades e quantidades adequadas para a composição do "mix' pré-estabelecido (proporções de cada tipo de madeira)**
- **Definições de como produzir a mistura das madeiras: nos picadores? nas peneiras de classificação? na deposição na pilha de cavacos? na silo de alimentação do digestor?**
- **Controle e monitoramento exemplar do desempenho do "mix" e do monitoramento do sucesso ou fracasso nas operações – para permitir ajustes – já que as proporções do "mix" podem não ser necessariamente fixas com o tempo**

Os pátios de toras (no campo e na fábrica), os picadores e as pilhas de cavacos devem ser projetadas e gerenciadas com foco nas exigências estabelecidas para as opções de "mixar madeiras"

Como os resultados para o "mix" não são *totalmente matemáticos*, o acompanhamento do desempenho deve ser contínuo tanto nas florestas como nas fábricas para permitir ajustes das madeiras do "mix"

Os ajustes não são apenas nas proporções de madeiras, mas em como tratar cada tipo de madeira

Exemplo: Madeiras mais densas ou ricas em cerne devem ser picadas em formatos menores de cavacos – logo os ajustes são requeridos em função do conhecimento prévio de cada tipo de madeira que estiver fazendo parte do "mix"

Recomedação final a alunos e leitores

"Promover um processo ímpar de integração entre as pessoas (tanto as próprias da empresa como as terceirizadas fornecedoras que possuam relação direta com o processo de Qualidade da Madeira e dos Cavacos)

Foco no conhecimento compartilhado e em ações integradas e comprometidas

Levando valores e sabedoria coletivamente e com enorme responsabilidade e compromisso, todos igualmente compartilhados

Amigos e alunos desse curso:

Acabei de lhes oferecer um curso bastante extenso, com inúmeros pontos chaves de minha visão sobre a Qualidade da Madeira – dessa vez colocando foco nos Cavacos de Madeira

Minha missão foi lhes mostrar e esclarecer sobre oportunidades de diálogo e entendimento com as florestas, árvores, madeiras, cavacos e processo kraft de polpação

Tudo isso para promover a melhor, mais responsável e sustentável utilização desses Recursos da Natureza...

... para o bem-comum da Sociedade

Espero ter compartilhado e ajudado a disseminar um pouco mais de conhecimentos sobre os processos de conversão e sobre as madeiras utilizadas como fonte de fibras para a indústria de celulose e papel

Tenho muitas esperanças de dias melhores com mais sabedoria e melhor desempenho e sustentabilidade para nossas florestas e fábricas e suas madeiras, cavacos e polpas celulósicas

OBRIGADO POR SUA ATENÇÃO, AMIZADE & PACIÊNCIA

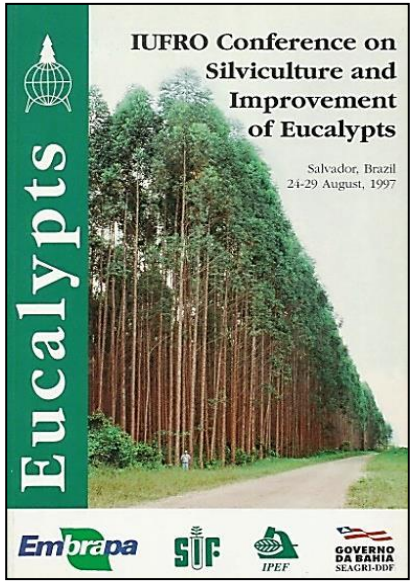
Com esse curso, espero estar compartilhando com aqueles que tiverem interesse em conhecer mais, uma base de conhecimentos técnicos e científicos que foi gerada e aprendida por mim ao longo de uma carreira de mais de 55 anos de atuação nos setores florestais e de celulose e papel

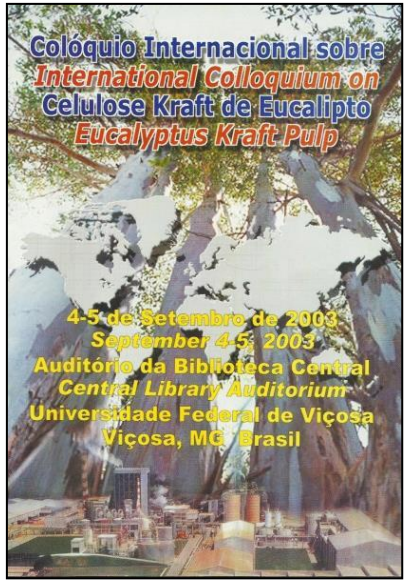
(desde 1967, quando comecei como estagiário na Seção de Química, Celulose e Papel da ESALQ/USP)

Obrigado a vocês todos que se interessarem por ler, armazenar ou conhecer, mesmo que através de uma simples espiadela, essa base de conhecimentos que conseguimos gerar e resgatar com auxílio e participação de equipes diversificadas e competentes do Brasil e internacionalmente entre os anos 1967 até 2021

Aproveitem para se divertirem lendo e estudando com a seleção de materiais (artigos, teses, livros e palestras) especialmente preparada para vocês e disponibilizada na seção seguinte desse muito intenso curso com o qual finalizo minha coleção de cursos através da Grau Celsius sobre a temática:

"Qualidade das Madeiras, Fibras & Polpas Celulósicas para Fabricação de Papéis"





Tema nº 13:

Coletânea de Referências de Literaturas Técnicas e Científicas sobre Produção e Qualidade de Cavacos para Polpação Kraft

***Grupo 1*: Artigos e Informações sobre Especialistas e Pesquisadores Nacionais e Internacionais do Setor de Produção de Cavacos para Fabricação de Celulose Kraft**

Grupo 2*: Conceitos Fundamentais sobre a Qualidade da Madeira e da Casca das Árvores Industriais de *Eucalyptus* & *Pinus

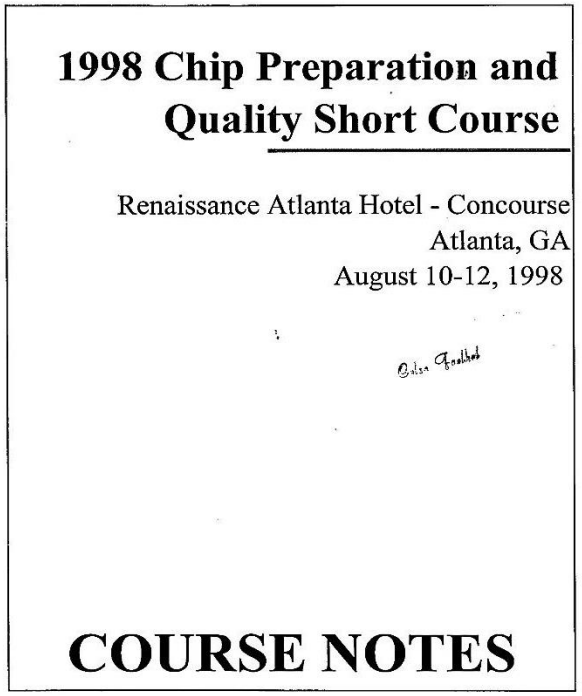
***Grupo 3*: Estocagem de Toras e Operações de Preparação da Madeira para Alimentação dos Picadores**

***Grupo 4*: Qualidade de Cavacos de Madeira e Gestão do "*Mix*" de Madeira para Suprimento de Cavacos ao Digestor**

***Grupo 5*: Planejamento do Suprimento de Madeira ao Digestor**

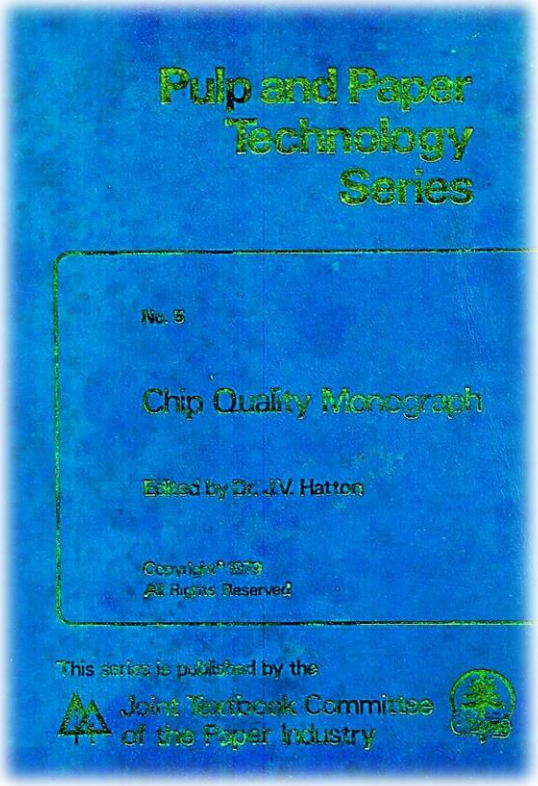
Grupo 6: Fundamentos do Processo Kraft; Impregnação dos Cavacos e Individualização das Fibras durante a Polpação dos Cavacos de Madeira

Grupo 1: Artigos e Informações sobre Especialistas e Pesquisadores Nacionais e Internacionais do Setor de Produção de Cavacos para Fabricação de Celulose Kraft


1998 Chip Preparation and Quality Short Course

Renaissance Atlanta Hotel - Concourse
Atlanta, GA
August 10-12, 1998

COURSE NOTES



O setor de Preparo da Madeira e Produção de Cavacos para produção de celulose é um dos mais importantes nesse processo industrial de fabricação

Apesar dessa relevante importância, são poucos os pesquisadores e estudiosos que se detêm a estudar e a publicar sobre essa temática em revistas e congressos

Reconhecendo que algo precisa ser feito para aumentar o nível de conhecimento sobre a Qualidade da Madeira na forma de Cavacos, decidimos trazer e compartilhar com vocês algumas informações e publicações de pessoas que têm contribuído com relevância nesse setor através de seus estudos e atuações técnicas e profissionais

Espero que apreciem essa seleção de alguns "experts" desse segmento da fabricação de celulose e se sintam também motivados a ajudá-los a aumentar o banco de conhecimentos sobre cavacos e qualidade desse tipo de madeira

"Bill Fuller" - William S. Fuller

About Bill Fuller. FRM - Fiber Raw Materials Consulting Website. Acesso em 05.03.2021:

https://www.frmconsulting.net/about.htm (em Inglês)

William Fuller. Biography. TAPPI Connect. Member Directory. Profile. TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Acesso em 26.02.2021:

https://connect.tappi.org/network/members/profile?UserKey=5a9209cb-e557-4c5b-875e-3179e40736ba (em Inglês)

Bill Fuller. Profile at Linkedin. Acesso em 05.03.2021:

https://www.linkedin.com/in/bill-fuller-9133a512/ (em Inglês)

Chip pile storage - A review of practices to avoid deterioration and economic losses. W.S. Fuller. TAPPI Journal 68(8): 48 – 52. (1985)

https://www.researchgate.net/publication/255091186_Chip_pile_storage_-_a_review_of_practices_to_avoid_deterioration_and_economic_losses (em Inglês)

e

https://www.frmconsulting.net/articles/storage.pdf (em Inglês)

Current trends in wood handling. W.S. Fuller. SPCI Meeting - The Swedish Association of Pulp and Paper Engineers. 17 pp. (1987)

https://www.frmconsulting.net/articles/wood_handling.pdf (em Inglês)

The woodyard. W.S. Fuller. In: "World Pulp & Paper Technology". B. Roberts; B. Attwood (Editors).The Sterling Publishing. p.: 54 – 58. (1989)

https://www.frmconsulting.net/articles/Woodyard.pdf (em Inglês)

Chip quality. A key to pulping uniformity and productivity. W.S. Fuller. 24º Congresso Anual. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 16 pp. (1991)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1991_Chip+Quality_Bill+Fuller.pdf (em Inglês)

e

https://www.frmconsulting.net/articles/chip_quality.pdf (em Inglês)

Kappa variability roundtable: Kappa measurement. W.S. Fuller. "1993 TAPPI Pulping Conference". TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 03 pp. (1993)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1993_Kappa+Variability.pdf (Uma cortesia de William *Bill* Fuller e da TAPPI - em Inglês)

Alkaline pulping: Measurement methods for chip and log piles. P.R. Campbell; W.S. Fuller; L. Clements; R. Davis; J. Boggs. "1994 TAPPI Pulping

Conference". TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 04 pp. (1994)

Sugiro visitar o website www.tappi.org para verificar o livre acesso ou para a aquisição do artigo (em Inglês)

William S. Fuller honored by TAPPI with 1995 Herman L. Joachim Distinguished Service Award. R. H. Shearin. TAPPI Journal 78(4): 58 – 61. (1995)

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/95/APR/95APR58.aspx (em Inglês)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1995_TAPPI_Interview+Bill+Fuller.pdf (Uma cortesia de William *Bill* Fuller e da TAPPI - em Inglês)

Capítulo de Livro: **Pulping. Chip preparation.** B. Fuller. Encyclopedia of Forest Sciences. Elsevier. p.: 883 – 899. (2004)

https://www.sciencedirect.com/sdfe/pdf/download/eid/3-s2.0-B0121451607001265/first-page-pdf (em Inglês)

Whole tree pulping experiment by Bill Fuller. TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. (2011)

https://www.tappi.org/menus/functional-navigation/About-Us/100-year-anniversary/your-stories/whole-tree-pulping-experiment-by-bill-fuller/ (em Inglês)

Chip quality defined or making the quality chips that pulp mills need. W.S. Fuller. Website NipImpressions. Paperitalo Publications. (2012)

https://www.nipimpressions.com/chip-quality-defined-or-making-the-quality-chips-that-pulp-mills-need-cms-1923 (em Inglês)

What does a really good chip quality control program look like. W.S. Fuller. "2018 TAPPI PEERS Conference". (Pulping, Engineering, Environmental, Recycling and Sustainability). TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Apresentação em PowerPoint: 15 slides. (2018)

Sugiro visitar o website www.tappi.org para verificar o livre acesso ou para a aquisição do artigo (em Inglês)

50 years of chip quality. B. Fuller. FRA – Forest Resources Association. (2018)

https://forestresources.org/resources/woods-to-mill/item/1105-50-years-of-chip-quality (em Inglês)

Sampling of fiber raw material. W.S. Fuller. FRM - Fiber Raw Materials Consulting Website. 21 pp. Acesso em 26.02.2021:

https://www.frmconsulting.net/articles/sampling.pdf (em Inglês)

Ask Bill. Q&A with the answers by Bill Fuller. FRM - Fiber Raw Materials Consulting Website. Acesso em 26.02.2021:

https://www.frmconsulting.net/askbill.htm (em Inglês)

e

https://www.frmconsulting.net/askbill.htm#more (em Inglês)

Desmond Smith (Dr. Chips)

Desmond Smith. Profile at Linkedin. Acesso em 26.02.2021:
https://www.linkedin.com/in/desmond-smith-2945aa11/ **(em Inglês)**

Dr. Chips Consulting. D. Smith. Website empresarial. Acesso em 26.02.2021:
https://drchipsconsulting.com/services (em Inglês)

Technical evolution of chip screening. D.E. Smith; S.R. Javid. 22º Congresso Anual. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. p.: 79 - 92. (1989)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1989_Technical+evolution+chip+screening.pdf (em Português)

Overthick chip separation: A history of technological development. D. Smith; S. Javid. "1995 Pulping Conference". TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 04 pp. (1995)

Sugiro visitar o website www.tappi.org para verificar o livre acesso ou para a aquisição do artigo (em Inglês)

Processing overthick wood chips for optimum pulping. S.R. Javid; D. Smith. "1995 Pulping Conference". TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 14 pp. (1995)

Sugiro visitar o website www.tappi.org para verificar o livre acesso ou para a aquisição do artigo (em Inglês)

Chip cracking improves kraft cooking. D. Smith; B M. Muschinske. Congresso de "Tecnologia de Polpa Celulósica". ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 15 pp. (1998)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1998_Chip+Cracking+Improves+Kraft+Cooking.pdf (em Inglês)

Chipping: Designer chip size distributions. D. Smith. Pulp & Paper Canada. (2002)

https://www.pulpandpapercanada.com/chipping-designer-chip-size-distributions-1000116392/ (em Inglês)

Feng Ding. Profile at ResearchGate. Acesso em 05.03.32021:
https://www.researchgate.net/profile/Feng-Ding-18 (em Inglês)

Method for estimating the quality of wood chips. M. Benaoudia; F. Ding; P. Bedard; C. Lejeune; P. Gagne; M. Bouchard; B. Doyon; R. Lanouette. European Patent Application nº EP 1 484 118 A1. 68 pp. (2004)
https://patentimages.storage.googleapis.com/d1/77/1a/7dce56dc0c4398/US20050027482A1.pdf (em Inglês)

Wood chip physical quality definition and measurement. F. Ding; M. Benaoudia; P. Bédard; R. Lanouette; C. Lejeune; P. Gagné. Pulp & Paper Canada 106(2): 27 – 32. (2005)
https://www.yumpu.com/en/document/read/8275691/wood-chip-physical-quality-definition-and-measurement (em Inglês)

Effects of some wood chip properties on pulp quality. F. Ding; M. Benaoudia; P. Bédard; R. Lanouette. Pulp & Paper Canada 110(6): 20 - 23. (2009)

https://www.researchgate.net/publication/290047923_Effects_of_Some_Wood_Chip_Properties_on_Pulp_Quality (em Inglês)

Gregory R. True *(The Chip Doctor)*

Biomass Resources: Home of the chip doctors. Acesso em 01.03.2021:

https://thechipdoctor.com/about.htm (em Inglês)

e

https://thechipdoctor.com/chip_lab_consulting.htm (Chip laboratory consulting - em Inglês)

e

https://thechipdoctor.com/chipper_parts.htm (Chip parts – em Inglês)

John V. Hatton

Chip quality evaluation: Comparison of a combination slot screen-round hole screen with a round-hole screen classifier. J.V. Hatton. Pulp & Paper Canada 77(6): 61 – 68. (1976)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1976_Hatton_Chip+Quality+Evaluation.pdf (em Inglês)

Quantitative evaluation of pulpwood chip quality. J.V. Hatton. TAPPI Journal 60(4): 97 – 100. (1977)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1977_Quantitative+Evaluation+Chip+Quality.pdf (Uma cortesia da TAPPI - em Inglês)

Chip quality monograph. J.V. Hatton (Editor). TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 323 pp. (1979)

https://books.google.com.br/books/about/Chip_Quality_Monograph.html?id=atFtAAAAIAAJ&redir_esc=y (Referência apenas – em Inglês)

e
https://www.worldcat.org/title/chip-quality-monograph/oclc/5350290 (Referência apenas – em Inglês)

J.V. Hatton. Overview by Worldcat. Acesso em 26.02.2021:
http://worldcat.org/identities/viaf-103907966/ (em Inglês)

J.V. Hatton's scientific contributions. ResearchGate Website. Acesso em 26.02.2021:
https://www.researchgate.net/scientific-contributions/JV-Hatton-2037359122 (em Inglês)

John Lake Keays

J.L. Keays (John Lake). Overview by Worldcat. Acesso em 26.02.2021:
http://worldcat.org/identities/lccn-no2017062707/ (em Inglês)

Joseph Andrew Lapointe (Andy Lapointe)

Joseph Andrew Lapointe. Google Wiki.info. Acesso em 01.03.2021:
https://amp.google-wiki.info/28040428/1/joseph-andrew-lapointe.html (em Inglês)

Patents by inventor Joseph A. Lapointe. Justia Patents. Acesso em 01.03.2021:
https://patents.justia.com/inventor/joseph-a-lapointe (em Inglês)

Lisbeth Hellström

Lisbeth Hellström. Profile at Linkedin. Acesso em 05.03.2021:
https://www.linkedin.com/in/lisbeth-hellstr%C3%B6m-61424426/ (em Inglês)

Lisbeth Hellström. Profile at ResearchGate. Acesso em 05.03.2021:
https://www.researchgate.net/profile/Lisbeth-Hellstroem (em Inglês)

Fracture processes in wood chipping. L. Hellström. Trabalho de Conclusão de Curso. Mid Sweden University. 33 pp. (2008)
https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:132439/FULLTEXT01.pdf (em Inglês)

Strain distribution in wood during chipping. L. Hellström; P. Gradin; T. Carlberg. "2007 TAPPI International Mechanical Pulping Conference". 05 pp. (2007)

https://www.tappi.org/content/events/07impc/07impc55.pdf (em Inglês)

e

https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A31510&dswid=3876 (em Inglês)

On the wood chipping process: A study on basic mechanisms in order to optimize chip properties for pulping. L. Hellström. Tese de Doutorado. Mid Sweden University. 46 pp. (2010)

http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:343868/FULLTEXT01.pdf (em Inglês)

A laboratory wood chipper for chipping under realistic conditions. L. Hellström; P.A. Gradin; M.E. Gulliksson; T. Carlberg. Experimental Mechanics 51(8): 1309 – 1316. (2010)

https://www.researchgate.net/publication/226648401_A_Laboratory_Wood_Chipper_for_Chipping_Under_Realistic_Conditions (em Inglês)

Marcos Jair Steyer Steyer. Perfil no Linkedin. Acesso em 04.04.2021:

https://www.linkedin.com/in/marcos-jair-steyer-steyer-1747b433/ (em Português)

Klabin Riocell: Novo sistema de peneiramento e estocagem de cavacos. M.J. Steyer. Seminário "Preparo da Madeira e sua Influência na Produção de Pasta Celulósica". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 40 slides. (2002)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_Sistemas_Cavacos.pdf (em Português)

Aumento da produção e eficiência operacional na área de preparo de cavacos, através de novas ferramentas de controle da picagem. S.B. Santiago; T.E.S. Segura; F.B. Mattiazzo; L.R. Pimenta; M.J. Steyer. Revista O Papel 80(5): 92 – 97. (2019)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Qualidade+cavacos_Controle+Operacional.pdf (em Português)
e
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2018_Controle+picagem+madeira.pdf
(Versão Apresentação em PowerPoint: 23 slides – em Português)

Mariusz Reczulski

Mariusz Reczulski. Profile at Linkedin. Acesso em 11.03.2021:
https://www.linkedin.com/in/mariusz-reczulski-836b87b9/ (em Inglês)

The system wood chipping in disc chipper: Problems of uniformity of chips length. M. Reczulski. Wood Research 61(3): 433 - 442. (2015)
http://www.centrumdp.sk/wr/201603/09.pdf (em Inglês)

Analysis of the construction and operation of system wood chipping and transfer chips. M. Reczulski. Wood Research 60(4): 671 – 678. (2015)

http://www.woodresearch.sk/wr/201504/15.pdf (em Inglês)

Optimization of the clearance angle in industrial disc chipper. M. Reczulski. Wood Research 63(2): 295_204. (2018)

http://www.woodresearch.sk/wr/201802/11.pdf (em Inglês)

Optimization of cutting speed and clearance angle in the disc chipper. M. Reczulski. Wood Research 65(6): 951 - 962. (2020)

https://pdfs.semanticscholar.org/537d/42b793c928d46abf0eb8cd1b51d9e29b2bb9.pdf?_ga=2.157366396.717642656.1615490098-1268713889.1595631734 (em Inglês)

Nils Hartler

In memory of Nils Hartler. KTH – The Royal Institute of Technology. Acesso em 05.03.2021:

https://www.kth.se/en/cbh/nyheter/till-minne-av-nils-hartler-1.1007145 (em Inglês)

Chipper operation for improved chip quality. N. Hartler; Y. Stade. Svensk Papperstidning 80(14): 447 – 453. (1977)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1977_Hartler+Stade_Improved+Chip+Quality.pdf (Obra histórica do amigo Dr. Nils Hartler - em Inglês)

Chipper design and operation for optimum chip quality. N. Hartler. TAPPI Journal 69(10): 62 – 66. (1986)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1986_Hartler_Optimum+Chip+Quality.pdf (Uma cortesia da TAPPI - em Inglês)

Accomplishment and significance of optimal chip quality. N. Hartler. "1994 TAPPI Pulping Conference". TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 10 pp. (1994)

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/96/FEB/96FEB259.aspx (em Inglês)

Achievement and significance of optimal chip quality. N. Hartler. TAPPI Journal 79(2): 259 – 264. (1996)

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/96/FEB/96FEB259.aspx (em Inglês)

Paulo Roberto Santoro & Jesuíno Almeida de Oliveira

Paulo Roberto Santoro. Perfil no Linkedin. Acesso em 05.03.2021:

https://www.linkedin.com/in/paulo-roberto-santoro-858b3729/ (em Português)

Processamento da madeira. J.A. Oliveira; P.R. Santoro. Curso de Especialização em Celulose ABTCP/UFV. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 76 pp. (1999)

Material deve ser buscado diretamente junto à ABTCP

Processamento de madeira longa. P.R. Santoro. Mesa Redonda "Preparo da Madeira". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 42 slides. (2001)

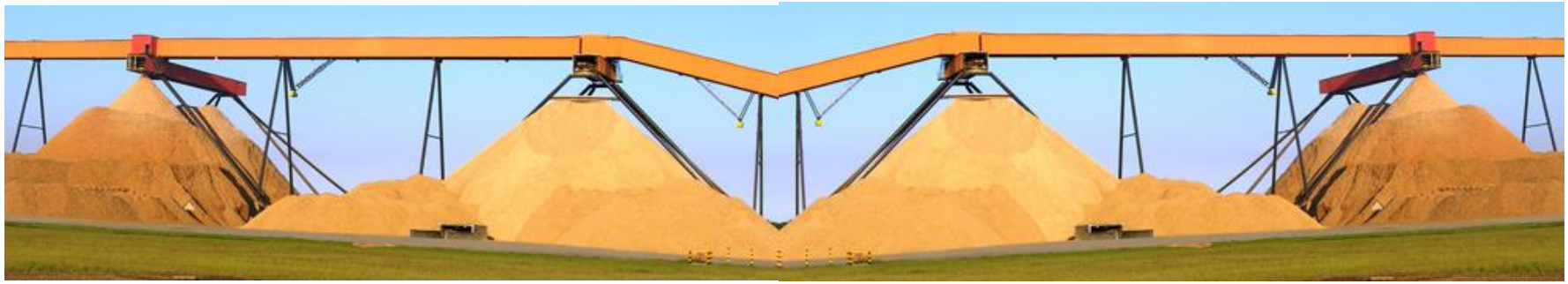
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2001_Procedimento+Madeira+Longa.pdf (em Português)

Anatomia da madeira e processo sulfato. P.R. Santoro. Seminário "Preparo da Madeira e sua Influência na Produção de Pasta Celulósica". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 77 slides. (2002)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_Anatomia+Madeira.pdf (em Português)

Processo sulfato. Impregnação dos cavacos. P.R. Santoro. Seminário "Preparo da Madeira e sua Influência na Produção de Pasta Celulósica". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 09 slides. (2003)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2003_Processo+Sulfato.pdf (em Português)



ESPECIALIZAÇÃO EM CELULOSE

Em continuidade ao Curso de Especialização em Celulose, na semana de 26 a 30 de abril foi desenvolvida a disciplina Processamento de Madeira. O curso ocorreu nas dependências da Klabin Fabricadora de Papel e Celulose S.A., em Telêmaco Borba, Paraná.

As aulas foram ministradas pelos profissionais Jesuino Almeida de Oliveira e Paulo Roberto Santoro, ambos funcionários da Klabin, os quais demostraram grande conhecimento sobre o assunto abordado, segundo a avaliação dos alunos.

Fotos: Roberta Rosa

Paulo Roberto Santoro (docente) à esquerda; alunos da IV turma - (acima)

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CELULOSE

ABTCP / UFV

IV Turma

DISCIPLINA
Processamento da Madeira

COORDENADORES
Engº Jesuino Almeida de Oliveira
Engº Paulo Roberto Santoro

DATA
26 a 30 de Abril de 1999

LOCAL
Klabin Fabricadora de Papel e Celulose S.A.
Telêmaco Borba/PR

30/04/99 ABTCP
Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel
CENTRO DE INFORMAÇÕES

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL
Rua Ximbó, 165 - Aclimação, CEP 04108-040 - São Paulo/SP
Tel. (011) 574-0166 - Fax (011) 571-6485 / 549-1844
http://www.abtcp.com.br e-mail: abtcp@abtcp.com.br
1999

Rui Simões de Almeida & Edvaldes José do Amaral

Rui Simões de Almeida. Perfil no Linkedin. Acesso em 05.03.2021: https://www.linkedin.com/in/rui-sim%C3%B5es-almeida-92689829/ (em Português)

Edvaldes José do Amaral. Perfil no ResearchGate. Acesso em 05.03.2021: https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Edvaldes-Jose-do-Amaral-2049071991 (em Português)

Distribuição e balanceamento de segmentos suporte no disco dos picadores de toras utilizando algoritmo genérico. A.J. Ferraz; E.J. Amaral; R.S. Almeida; L.C. Figueiredo; M.V. Silva. Mesa Redonda "Preparo da Madeira". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 09 pp. (2001)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2001_Balanceamento+Segmentos+Picadores.pdf (em Português)

Otimização da eficiência de facas dos picadores de toras na Cenibra – Celulose Nipo Brasileira. E.J. Amaral; R.S. Almeida. Mesa Redonda "Preparo da Madeira". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 10 pp. (2001)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2001_Otimizando+Facas.pdf (em Português)

Sistema de lavagem e recuperação de biomassa. A.B. Landim; R.S. Almeida; E.J. Amaral; S.M. Fernandes. 34º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 13 pp. (2001)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2001_Lavagem_preparo_biomassa_CNB.pdf (em Português)

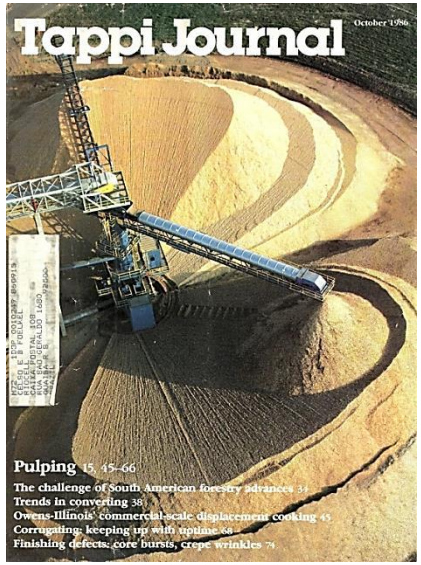
Redução do consumo específico de madeira no processo kraft. Preparo da madeira e a sua influência na qualidade da pasta

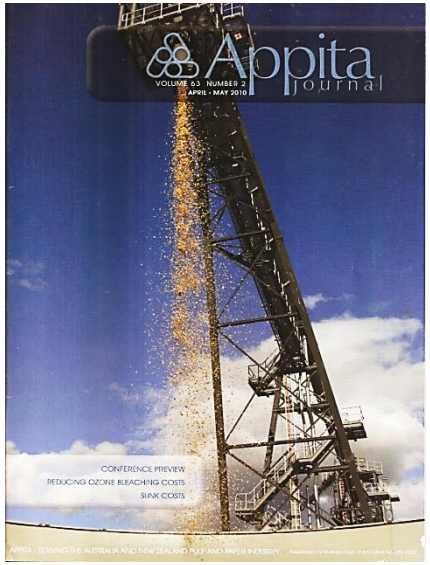
celulósica. E.J. Amaral; R.S. Almeida; W.M. Sousa. Seminário "Preparação da Madeira para Produção de Pasta Celulósica". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2002)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_Preparo+%20Madeira_Processo+Kraft.pdf (Versão Texto: 08 pp. – em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_Preparo+Madeira_Reduzindo+Consumo+Especifico.pdf (Versão Apresentação em PowerPoint: 54 slides – em Português)





Sílvio Cóscia

Sílvio Cóscia. Perfil no Linkedin. Acesso em 05.03.2021:

https://www.linkedin.com/in/silvio-coscia-65740515/ (em Português)

Novo conceito de pátio de madeira. S. Cóscia. 39º Congresso Internacional de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 17 slides. (2006)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2006_Patio+Madeiras+Coscia.pdf (em Inglês)

How to keep the chip quality. S. Cóscia. XII Jornadas Técnicas. ATCP-Chile. Asociación Técnica de la Celulosa y el Papel. Apresentação em PowerPoint: 33 slides. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2007_Chip+quality_Coscia.pdf (em Inglês)

How to keep the chip quality. S. Cóscia. Seminário de "Tecnologia e Automação na Fábrica de Celulose". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 34 slides. (2008)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2008_How+keep+chip+quality.pdf (em Inglês)

Tiago Edson Simkunas Segura

Tiago Edson Simkunas Segura. Perfil no Linkedin. Acesso em 08.03.2021:

https://www.linkedin.com/in/tiago-edson-simkunas-segura-061a6140/?originalSubdomain=br (em Português)

Tiago Segura. Perfil no ResearchGate. Acesso em 08.03.2021:
https://www.researchgate.net/profile/Tiago-Segura (em Inglês)

A gestão sistêmica do transporte e estocagem da madeira como fator diferencial na produtividade e qualidade da celulose. A.F. Gonçalves; E.M.D. Cavalcanti; L.R. Pimenta; F.B. Mattiazzo; T.E.S. Segura. Revista O Papel 77(10): 76 – 87. (2016)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2016_Transporte+Estocagem+Madeira.pdf (em Português)

Programa de controle da qualidade da madeira na Eldorado Brasil Celulose. T.E.S. Segura; L.R. Pimenta; F.B. Mattiazzo; F.M. Silva; J.A. Cruz; L.O. Souza. 49º Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2016)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2016_Qualidade+Madeira_Eldorado_T.pdf
(Versão Texto: 10 pp. – em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2016_Qualidade+Madeira_Eldorado_A.pdf
(Versão Apresentação em PowerPoint: 32 slides – em Português)

A árvore como matéria prima para a indústria de base florestal. T.E.S. Segura. 5ª "Semana de Celulose e Papel de Três Lagoas". Apresentação em PowerPoint: 51 slides. (2017)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2017_Arvore+Materia_Prima.pdf (em Português)

Aumento da produção e eficiência operacional na área de preparo de cavacos, através de novas ferramentas de controle da picagem. S.B. Santiago; T.E.S. Segura; F.B. Mattiazzo; L.R. Pimenta; M.J. Steyer. Revista O Papel 80(5): 92 – 97. (2019)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Qualidade+cavacos_Controle+Operacional.pdf (em Português)
e
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2018_Controle+picagem+madeira.pdf
(Versão Apresentação em PowerPoint: 23 slides – em Português)

Agroflorestal entrevista o engenheiro florestal Tiago Edson Simkunas Segura. L. Santin. Website Agroflorestal. (2019)

http://200.144.255.70/banco-de-noticias/agrodestaque-entrevista-o-engenheiro-florestal-tiago-edson-simkunas-segura (em Português)

Tord Bergman

Chip quality: Essentials and improvements. T. Bergman. "1985 TAPPI Pulping Conference". TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry 06 pp. (1985)

Sugiro visitar o website www.tappi.org para verificar o livre acesso ou para a aquisição do artigo (em Inglês)

Capítulo de livro: **2.3_Chipping of wood.** E. Brannvall; T. Bergman. In: "Pulping Chemistry and Technology. Volume 2". M. Ek; G. Gellerstedt; G. Henriksson (Editores). p.: 23 – 34. (2009)

https://books.google.com.br/books?id=xc00XWpTwu8C&pg=PA23&lpg=PA23&dq=%22tord+bergman%22+chips&source=bl&ots=hJtpt9WxkC&sig=ACfU3U1_Nq1HquoEdV6-QE79P9Fun_o5KA&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwjY35fOm4_vAhWiKLkGHaTJBIwQ6AEwDXoECBUQAw#v=onepage&q=%22tord%20bergman%22%20chips&f=false (em Inglês)

e

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5597689/mod_resource/content/1/Pulping%20Chemistry%20and%20Technology%20-Vol%202-%20De%20Gruyter.pdf (em Inglês)

ScanChip: Online optical chip analysis. T. Bergman. "Wood Processing Technology Seminar". Andritz. Apresentação em PowerPoint: 22 slides. (2018)

https://docplayer.net/91741664-Scanchip-online-optical-chip-analysis.html (em Inglês)

Grupo 2: Conceitos Fundamentais sobre a Qualidade da Madeira e da Casca das Árvores Industriais de *Eucalyptus* & *Pinus*

Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. C.E.B. Foelkel; M.A.M. Brasil; L.E.G. Barrichelo. IPEF 2/3: 65 – 74. (1971)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/IPEF/1971%20%20densidade%20cavacos%20madeira.pdf (em Português)

Métodos de determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. C.E.B. Foelkel; M.A.M. Brasil; L.E.G. Barrichelo. Revista O Papel (Agosto): 57 - 61. (1972)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1972_Metodos_OPapel.pdf (em Português)

Avaliação das madeiras para produção de celulose através de suas características estruturais: Uma referência especial ao gênero *Eucalyptus*. C.E.B. Foelkel; L.E.G. Barrichelo. In: Seminário "Integração Floresta-Indústria". IPEF & Suzano. p.: 05 – 33. (1975)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Arquivo%2011_Seminario%20de%20integra%E7%E3o%20floresta%20ind%FAstria0001.pdf (em Português)

Relações entre as características da madeira e propriedades da celulose e papel. C.E.B. Foelkel; L.E.G. Barrichelo. Revista O Papel (Setembro): 49 – 53. (1975)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1975_Caracteristicas_Madeira+Celulose+Papel.pdf (em Português)

Material de Curso: **Estrutura da madeira**. C. Foelkel. Curso "Fabricação de Celulose". ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 85 pp. (1977)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ufv/01.%20Estrutura%20da%20Madeira.%201977.PDF (em Português)

e

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ufv/01.%20Estrutura%20da%20Madeira.%201977.PDF (em Português)

Material de Curso: **Qualidade da Madeira.** C. Foelkel. Disciplina "Qualidade da Madeira" Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Celulose e Papel. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 292 pp. (1977)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ufv/02.%20Qualidade%20da%20Madeira.%201977.1979.pdf (em Português)

Casca desmedulada de eucalipto: Uma nova opção como fonte de fibras para a indústria de celulose kraft. C. Foelkel; C. Zvinakevicius;

L.R.O. Siqueira; J. Kato; J.O.M. Andrade. 10º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 15 pp. (1977)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1977.%20casca%20desmedulada%20de%20eucalipto.pdf (em Português)

Madeira do eucalipto: Da floresta ao digestor. C. Foelkel. I "Congresso Brasileiro de Qualidade da Madeira". IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Boletim Informativo 6(20): 27 pp. (1978)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Madeira%20do%20eucalipto_%20da%20floresta%20ao%20digestor.pdf (em Português)

Reportagem: **Em discussão as influências na qualidade da madeira.** Revista O Papel (Outubro): 31 – 32. (1978)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1978_10_Encontro+ABCP+Qualidade+Madeira.pdf (em Português)

Depithed bark: A new source of fibers for kraft pulping. C.E.B. Foelkel; C. Zvinakevicius; J. Kato. "TAPPI Pulping Conference". Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 08 pp. (1979)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/tappi/1979_Depithed_bark.pdf (em Inglês)

Casca de *Eucalyptus globulus*: Polpação versus queima. C.F. Silva. 3º "Congresso Latino Americano de Celulose e Papel". ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 10 pp. (1983)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1983_Casca+Globulus_Queimar+Polpear.pdf (em Português)

Método do máximo teor de umidade aplicado à determinação de densidade básica da madeira do eucalipto. C.E.B. Foelkel; A.F. Milanez; C.A. Busnardo. 4º "Congresso Florestal Brasileiro". Silvicultura 28: 792 – 796. 05 pp. (1983)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/1983_Metodo_Maximo_Teor_Umidade.pdf (em Português)

Umidade ao abate da madeira e da casca de *Eucalyptus grandis.* C.A. Busnardo; J.V. Gonzaga; S. Menochelli; E.P. Benites; C. Dias; C.E.B. Foelkel. 4º "Congresso Florestal Brasileiro". Silvicultura 28: 749 - 753. 14 pp. (1983)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/18_Umidade%20abate%20madeira%20e%20casca%20eucalyptus%20grandis.pdf (em Português)

Em busca da qualidade ideal da madeira de eucalipto para produção de celulose. II – Inter-relações entre propriedades das árvores e de suas madeiras. C.A. Busnardo; J.V. Gonzaga; C.E.B. Foelkel; J.B.V. Vez. 3º "Congresso Latino Americano de Celulose e Papel". ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 23 pp. (1983)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1983.%20Em%20busca%20qualidade%20ideal%20madeira%20II.pdf (em Português)

Métodos de determinação de qualidade de madeira. B.R. Vital. Boletim Técnico nº 01. SIF – Sociedade de Investigações Florestais. 23 pp. (1984)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1984_Metodos_determinacao_densidade.pdf (em Português)

Influência da procedência e classe de diâmetro sobre as características da madeira de *Eucalyptus grandis*. M.A. Carpim; L.E.G. Barrichelo. 17º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 12 pp. (1984)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1984_Classe_diametro_qualidade_madeira_ eucalipto.pdf (em Português)

Variação das características da madeira de eucalipto para diferentes espécies, idades e locais. L.E.G. Barrichelo; A.H. Nariyoshi; O. Beig; A.S.

Diniz. 17º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 15 pp. (1984)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1984_Qualidade_madeira_eucalipto.pdf (em Português)

A busca da qualidade da madeira do eucalipto para celulose através da arvore projetada pelo homem. C.E.B. Foelkel. Simpósio sobre "Tendências do Desenvolvimento Florestal Brasileiro". ESALQ – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. 15 pp. (1985)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1985_Engenheirando_qualidade_madeira.pdf (em Português)

Calidad de la madera. C. Foelkel. Curso ATCP-Chile sobre los Eucaliptos 1988. Módulo II. 72 pp. (1989)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/1989_Calidad+Madera_Curso+Eucalipto.pdf (em Espanhol)

Seleção da árvore industrial (Procedimentos, riscos, custos e benefícios). S.M. Fonseca; R.C. Oliveira; P.N. Silveira. Revista Árvore 20(1): 69 – 85. (1995)

https://books.google.com.br/books?id=RXWaAAAAIAAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false (em Português)

Industrial tree selection: Procedures, risks, costs and benefits. S.O. Machado; R.C. Oliveira; P.N. Silveira. "CRC for Temperate Hardwood Forestry IUFRO Conference". 06 pp. (1995)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1995_Industrial+tree.pdf (em Inglês)

Madeira e suas influências no processo e na qualidade da celulose. L.E.G. Barrichelo. Semana de "Atualização de Pastas Químicas". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 23 pp. (1995)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1995_Madeira+Processo+Qualidade+Celulose.pdf (em Português)

Programa de qualidade da madeira da Votorantim Celulose e Papel - VCP. F.G. Silva Jr.; J.C.G. Muner; C.F. Valle. 28º Congresso Anual. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. p.: 515-529. (1995)
http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/38_programa%20qualidade%20madeira%20VCP.pdf (em Português)
e
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1996_Programa+QM+VCP.pdf (Republicado na Revista O Papel, Janeiro, 1996 – em Português)

Qualidade da madeira de eucalipto para atendimento das exigências do mercado de celulose e papel. C. Foelkel. Conferência IUFRO sobre "Silvicultura e Melhoramento de Eucaliptos". 11 pp. (1997)
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/IUFRO_1997_Celso_Foelkel.pdf (em Português)

Sampling plantation eucalypts for wood and fibre properties. G.M. Downes; I.L. Hudson; C.A. Raymond; G.H. Dean; A.J. Michell; L.R. Schimleck; R. Evans; A. Muneri. CSIRO Publishing. 144 pp. (1997)

https://books.google.com.br/books?id=tezX2UlnUhcC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false (em Inglês)

Impacto da qualidade da madeira na deslignificação, no branqueamento e na qualidade da polpa kraft de clones de eucalipto. D.J. Silva; R.C. Oliveira; J.L. Colodette; J.L. Gomide. Revista O Papel (Fevereiro): 33 – 43. (1997)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1997_Qualidade_madeira.pdf (em Português)

Elementos minerais em madeiras de eucaliptos e acácia negra e sua influência na indústria de celulose kraft branqueada. A. Freddo. Orientação: Celso Foelkel. Dissertação de Mestrado. UFSM – Universidade Federal de Santa Maria. 85 pp. (1997)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ufsm/UFSM%20%20Andre%20Freddo.pdf (em Português)

Elementos minerais em madeiras de eucaliptos e acácia negra e sua influência na indústria de celulose kraft branqueada. A. Freddo; C.E.B. Foelkel; S.M.B. Frizzo; M.C.M. Silva. I Congresso "Tecnologia da Polpa Celulósica". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 13 pp. (1998)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1998.%20Elementos%20minerais%20Andr%E9.pdf (em Português)

Elementos minerais em madeiras de eucaliptos e acácia negra e sua influência na indústria de celulose kraft branqueada. A. Freddo; C.E.B. Foelkel; S.M.B. Frizzo; M.C.M. Silva. Ciência Florestal 9(1): 193 – 209. (1999)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ciencia_florestal/elementos%20minerais%201999.pdf (em Português)

Minerais, qualidade da madeira e novas tecnologias de produção de celulose. C. Foelkel. In: Seminário "Qualidade da Madeira como Fonte de Fibras para Produção de Celulose – Panorama e Estratégias". IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Apresentação em PowerPoint: 15 slides. (1999)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/Palestras/Minerais%20e%20fechamento%20de%20circuitos.pdf (em Português)

Efeito da quantidade de extrativos e da acessibilidade do licor na polpação kraft de clones de *Eucalyptus*. J.M. Almeida; D.J. Silva. 34º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 13 pp. (2001)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2001_Extrativos_Polpazao.pdf (em Português)

Utilização de madeira de *Eucalyptus grandis* de diferentes idades. A. Maron; J.M. Neves. Seminário "Preparo da Madeira e sua Influência na

Produção de Pasta Celulósica". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 22 pp. (2002)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_Madeiras+Eucaliptos+Diferentes+Idades.pdf (em Português)

Integração floresta-indústria: A experiência da Cenibra. Celulose Nipo Brasileira S.A. Seminário "Preparo da Madeira e sua Influência na Produção de Pasta Celulósica". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 36 slides. (2002)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_Integrando_Floresta+Industria_Cenibra.pdf (em Português)

Aspectos de qualidade da madeira relacionados à polpação alcalina. F.G. Silva Jr. Seminário sobre "Produção de Papel de Fibra Longa". ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 90 slides. (2003)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/22_qualidade%20madeira%20relacionada%20polpacao%20alcalina.pdf (em Português)

Controle de processo com rápida caracterização da qualidade da madeira por FT-NIR. E.C. Bem; P. Hidalgo; M.M. Costa; A. Oliveira. 37º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 13 pp. (2004)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2004_NIR+Controle+Processo.pdf (em Português)

Interferências na qualidade e rendimento da polpa de celulose da retirada de parte da madeira do plantio de eucalipto para produção de madeira serrada. A.M. Carvalho; M.R. Nahuz. Revista O Papel (Abril): 83 – 89. (2004)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2004_Retirada+Madeira+Serraria+vs+Polpazao.pdf (em Português)

Dificuldades e perspectivas no processo de polpação em função da característica/morfologia da madeira. J.M. Almeida. Seminário sobre "Setor Florestal e de Celulose no Brasil: Perspectivas a desafios em P&D". Apresentação em PowerPoint: 64 slides. (2005)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2005_Processo+Polpazao+vs+Caracteristicas+Madeira.pdf (em Português)

Características de algumas biomassas usadas na geração de energia no sul do Brasil. L. Calegari; C.E.B. Foelkel; C.R. Haselein; J.L.S. Andrade; P. Silveira; E.J. Santini. Biomassa & Energia 2(1): 37 - 46. (2005)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/artigo%20revista%20Biomassa%20e%20Energia2.pdf (em Português)

Casca da árvore do eucalipto: Aspectos morfológicos, fisiológicos, florestais, ecológicos e industriais, visando à produção de celulose e papel. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo nº 01. 109 pp. (2005)

https://www.eucalyptus.com.br/capitulos/capitulo_casca.pdf (em Português)

Minerais e nutrientes das árvores dos eucaliptos: Aspectos ambientais, fisiológicos, silviculturais e industriais acerca dos elementos inorgânicos presentes nas árvores. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo nº 02. 133 pp. (2006)

https://www.eucalyptus.com.br/capitulos/capitulo_minerais.pdf (em Português)

Aspectos relevantes para o processamento de madeira para produção de celulose. J.M. Almeida. Mesa Redonda da Comissão Técnica de Celulose. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 39 slides. (2006)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2006_Madeira_Processo.pdf (em Português)

Interação madeira x processo. C.J.G. Carneiro; J.F. Silva; A.J. Souza; N.G. D'Assumpção; E. Salvador; L.F. Silva. 3rd ICEP – International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 09 pp. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/icep03/340Carneiro.text.pdf.pdf (em Português)

Some factors that impact pulp yields during kraft pulping & bleaching. B.N. Brogdon. Future Bridge Consulting. Apresentação em PowerPoint: 13 slides. (2007)

https://www.researchgate.net/publication/283315839_Some_Factors_that_Impact_Pulp_Yields_During_Kraft_Pulping_and_Bleaching (em Inglês)

From forest to product: New solutions for rapid, comprehensive wood and fibre analyses. G.E. Sherson; K.L. Woo; H.F. Jang; S. Huntley; J. Drummond; V. Lawrence; F.G. Silva Jr. 3rd ICEP - International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/icep03/430Sherson.text.pdf (Versão Texto: 12 pp. - em Inglês)

e
https://www.eucalyptus.com.br/icep03/431Sherson.ppt.pdf (Versão Apresentação em PowerPoint: 32 slides – em Inglês)

***Eucalyptus* wood quality and its impact on kraft pulp production and utilization.** J. L. Colodette; A. Magaton; A.F. Gomes; J.L. Gomide; P.H.D.

Morais. Towards Understanding Wood, Fibre and Paper – Deeper Knowledge through Modern Analytical Tools. Apresentação em PowerPoint: 52 slides. (2008)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2008_Eucalyptus_wood_quality.pdf (em Inglês)

A produção de florestas plantadas de eucalipto sob a ótica da ecoeficácia, ecoeficiência e da produção mais limpa. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo nº 11. 113 pp. (2008)

https://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT11_P%2BL_florestal.pdf (em Português)

Caracterização tecnológica para produção de celulose de híbridos nacionais de *Eucalyptus globulus*. F.R. Milagres; A.M. Rosado; E. Souza; J.L. Gomide. 41º Congresso Internacional de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 08 pp. (2008)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2008_Hibridos_Globulus.pdf (em Português)

Alguns fatores que influenciam a estimação de propriedades da madeira e da polpa por espectroscopia no infravermelho próximo. (*Some factors influencing the prediction of wood and pulp properties by Near Infrared Spectroscopy*). D.S. Perez; A. Guillemain; M. Petit-Conil. Revista O Papel 69(03): 60 - 76. (2008)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2008_Estimazao+Propriedades+Madeira+NIR.pdf (em Português e em Inglês)

The production of *Eucalyptus* plantation forests from the perspective of eco-effectiveness, eco-efficiency, and cleaner production. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Chapter nº 11. 115 pp. (2009)

https://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/ENG11.pdf (em Inglês)

Propriedades papeleiras das árvores, madeiras e fibras celulósicas dos eucaliptos. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 14. 111 pp. (2009)

https://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT14_PropPapeleiras.pdf (em Português)

Papermaking properties of *Eucalyptus* trees, woods, and pulp fibers. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Chapter 14. 110 pp. (2009)

https://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/ENG14.pdf (em Inglês)

Papermaking properties of the *Eucalyptus* woods and fibers. C. Foelkel. 4th ICEP – International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. Apresentação em PowerPoint: 40 slides. (2009)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/Palestras/Papermaking%20%20Properties%20%20of%20%20the%20%20Eucalyptus%20Wood%20%20&%20%20Fibers_4th%20ICEP%20presentation.pdf (em Inglês)

Impacto da qualidade da madeira de eucalipto no desempenho financeiro de um modelo de fábrica brasileira de celulose. (*Influence of Eucalyptus wood properties on the financial performance of a modeled*

Brazilian pulp mill). J. Lopez; J.L. Gomide; R. Phillips. Revista O Papel 70(7): 53 - 71. (2009)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2009_Impacto+Financeiro+Qualidade+Madeira.pdf (em Português e em Inglês)

Efeito da qualidade da madeira a do grau de deslignificação da polpa no desempenho da polpação kraft de *Eucalyptus.* D.M. Carvalho; M.R. Silva; J.L. Colodette; V.M. Sacon. 42º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 11 pp. (2009)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2009_Qualidade+Madeira.pdf (em Português)

Resíduos sólidos industriais da produção de celulose kraft de eucalipto - Parte 04: "Casca suja". C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 21. 100 pp. (2010)

https://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT21_CascaSuja.pdf (em Português)

Os eucaliptos e os elementos não processuais na fabricação de celulose kraft. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 24. 122 pp. (2011)

https://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT24_ElementosNproces.pdf (em Português)

Evaluation of sources and routes of non-process elements in a modern *Eucalyptus* kraft pulp mill. J. Doldán; O. Poukka; K. Salmenoja; M. Battegazzore; V. Fernandez; I. Eluén. Revista O Papel 72(7): 47 – 52. (2011)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2011_Non-Process_Elements.pdf (em Inglês)

Predição do impacto da madeira em fábrica kraft de eucalipto. W.P. Demuner; O. Mambrim Filho; F. Costa Neto; J.I.M. Abad. 44º Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2011)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2011_Predizao+Impacto+Qualidade+Madeira.pdf (Versão Texto: 09 pp. - em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2011_Predicao_impacto_madeira.pdf (Versão Apresentação em PowerPoint: 25 slides – em Português)

Controle de qualidade de operações florestais na Fibria Celulose S/A. A.C.A. Moura; G.A. Ramiro; C.M. Andrade. 46º Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 10 pp. (2013)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2013_Qualidade%20+Operazoes+Florestais+Fibria.pdf (em Português)

Reinventando a produção florestal. Pöyry Point of View. 08 pp. (2014)

https://www.poyry.com.br/sites/www.poyry.com.br/files/media/related_material/14dez17a-reinventando_a_producao_florestal_-_final.pdf (em Português)

Caracterização físico-química de tocos de eucalipto para produção de energia. F. Gomez; A. Almeida; C.W.C. Wanderley; R.E. Hakamada. XVII Seminário de "Atualização em Sistemas de Colheita de Madeira e Transporte Florestal". Volume 1: 173 - 184. (2014)

https://aeditora.com.br/produto/xvii-seminario-de-atualizacao-em-sistemas-de-colheita-de-madeira-e-transporte-florestal-anais/ (em Português)

Efeito da qualidade da madeira no desempenho da polpação kraft. D.M. Carvalho; M.R. Silva; J.L. Colodette. Ciência Florestal 24(3): 677 – 684. (2014)

http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/download/2957/pdf (em Português)

Qualidade da madeira do eucalipto - Reflexões acerca da utilização da densidade básica como indicador de qualidade da madeira no setor de base florestal. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 41. 199 pp. (2015)

https://eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT41_Densidade_Basica_Madeira.pdf (em Português)

Qualidade da madeira do eucalipto - Acerca dos acertos e erros na utilização da densidade básica como indicador de qualidade de madeiras. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 42. 177 pp. (2015)

https://eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT42_Densidade_Basica_Acertos&Erros.pdf (em Português)

Qualidade da biomassa florestal do eucalipto para fins energéticos. C. Foelkel. In: "Eucalyptus Newsletter nº 49". 33 pp. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/news49_Biomassa_Florestal_Eucalipto.pdf (em Português)

***Eucalyptus* wood evaluation for pulp production: The choice of key indicators and the knowledge of the variables role on the processes**

as a tool for raising the productivity. L.S. Caux; L.C. Dalvi; J.L. Colodette. 7th ICEP – International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/4.4.Leonardo+De+Caux.MANUSCRIPT.pdf (Versão Texto: 08 pp. – em Inglês)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/4.4.Leonardo+De+Caux.SLIDES.pdf (Versão Apresentação em PowerPoint: 21 slides- em Inglês)

Nova visão quantitativa e qualitativa da madeira para o processo de produção de polpa branqueada de eucalipto. L.S. de Caux; L.C. Dalvi; C.C. Justino. 48º Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2015_Nova+Visao+Madeira+Cenibra.pdf (Versão Texto: 07 pp. – em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2015_Nova+Visao+Qualidade+Madeira+Cenibra.pdf (Versão Apresentação em PowerPoint: 27 slides – em Português)

Programa de controle da qualidade da madeira na Eldorado Brasil Celulose. T.E.S. Segura; L.R. Pimenta; F.B. Mattiazzo; F.M. Silva; J.A. Cruz; L.O. Souza. 49º Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2016)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2016_Qualidade+Madeira_Eldorado_T.pdf
(Versão Texto: 10 pp. – em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2016_Qualidade+Madeira_Eldorado_A.pdf
(Versão Apresentação em PowerPoint: 32 slides – em Português)

Utilização da biomassa do eucalipto para produção de calor, vapor e eletricidade. Parte 1: Biomassa florestal & Florestas energéticas. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 43. 239 pp. (2016)

https://eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT43_Florestas_Energeticas_Eucaliptos.pdf
(em Português)

Utilização da biomassa do eucalipto para produção de calor, vapor e eletricidade. Parte 3: Resíduos florestais energéticos. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 45. 235 pp. (2016)

https://eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT45_Residuos_Florestais_Energeticos.pdf (em Português)

Inovação no controle da qualidade da madeira na Eldorado. A.L. Brigatti; J. Spadom Júnior. 50º Congresso Internacional de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 47 slides. (2017)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2017_Inovazao+Qualidade+Madeira+Eldorado.pdf (em Português)

A madeira do eucalipto para produção de celulose: Discutindo o conceito de "Utilização da Árvore Integral" do eucalipto com foco na produção de celulose kraft. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 47. 199 pp. (2017)

https://eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT47_Uso+Arvores+Integrais+Eucaliptos.pdf (em Português)

Comparison of whole-treewood property maps for 13- and 22-year-old loblolly pine. L. Schimleck; F. Antony; C. Mora; J. Dahlen. Forests 9. 11 pp. (2018)

https://www.mdpi.com/1999-4907/9/6/287/pdf (em Inglês)

Cursos por Celso Foelkel: **Qualidade da madeira para polpação kraft ...Da floresta ao usuário final do papel.** C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 72. 291 pp. (2019)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Curso+Qualidade+Madeira_Processo+Kraft.pdf (em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/news/pt_julho19.pdf (em Português)

Cursos por Celso Foelkel: **Calidad de la madera para pulpación kraft ...Del bosque al usuario final del papel.** C. Foelkel. Website Eucalyptus.com.br. 283 pp. (2019)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Curso+Calidad+Madera_Proceso+Kraft.pdf (em Espanhol)

Cursos por Celso Foelkel: **Integrando a qualidade da madeira ao processo kraft de produção de celulose ...Dos cavacos de madeira até as fibras kraft individualizadas.** C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 73. 382 pp. (2019)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Curso_Interacao+Madeira+Cavacos+Processo+Kraft.pdf (em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/news/pt_agosto19.pdf (em Português)

Cursos por Celso Foelkel: **Integrando la calidad de madera al proceso kraft de producción de pulpa ...De las astillas de madera a las fibras**

kraft individualizadas. C. Foelkel. Website Eucalyptus.com.br. 380 pp. (2019)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Curso_Interacion+Madera+Astillas+Proceso+Kraft.pdf (em Espanhol)

Livro: **Qualidade da madeira de eucalipto proveniente de plantações no Brasil.** G.B. Vidaurre; J.G.M. Silva; J.C. Moulin; A.C.O. Carneiro. Editora UFES – Universidade Federal do Espírito Santo. 221 pp. (2020)

https://repositorio.ufes.br/bitstream/10/11606/1/digital_qualidade-da-madeira-de-eucalipto.pdf (em Português)

Qualidade da madeira de eucalipto proveniente de plantações no Brasil. G.B. Vidaurre. "Congresso Florestas Online 2020". Webinar. Vídeos YouTube. Canal Florestas Online. (2020)

https://www.youtube.com/watch?v=nHoZQkg4kUk (em Português)

Uma Coletânea e um Relato de Vida... **A evolução tecnológica no Brasil da produção de celulose e papel a partir de madeiras de *Pinus* e de outras coníferas sendo contada pela sequência temporal dos trabalhos técnicos divulgados e disponibilizados através de eventos e publicações da ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel.** C. Foelkel. PinusLetter nº 57. 94 pp. (2020)

http://www.celso-foelkel.com.br/pinus/pinus_57.pdf (em Português)

Qualidade das madeiras, fibras e polpas celulósicas. (*Um Relato de Vida e uma Coletânea de cerca de 270 Artigos, Palestras, Cursos e Teses de autoria, coautoria, orientação ou colaboração do Professor Celso Foelkel*). C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 77. 87 pp. (2020)

https://www.eucalyptus.com.br/news/pt_janeiro2020.pdf (em Português)

A evolução tecnológica no Brasil da qualidade das madeiras e das fibras celulósico-papeleiras dos eucaliptos sendo contada pela sequência temporal dos trabalhos técnicos divulgados e

disponibilizados através de eventos e publicações da ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 80. 131 pp. (2020)

https://www.eucalyptus.com.br/news/pt_jun2020.pdf (em Português)

Curso & Relato de Vida por Celso Foelkel: **Multi-polpas & multi-fibras - BHKMP – Bleached Hardwood Kraft Market Pulps - *Foco em fibras & polpas kraft branqueadas de Eucalyptus.*** C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 81. 594 pp. (2020)

https://www.eucalyptus.com.br/news/pt_ago2020.pdf (em Português)

Uma Galeria de Imagens e um Relato de Vida por Celso Foelkel. Parte 1: **Multi-fibras & multi-polpas celulósicas. Um atlas de imagens & paisagens anatômicas de fibras & polpas.** C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 82. 286 pp. (2020)

https://www.eucalyptus.com.br/news/pt_set2020.pdf (em Português)

Galeria de Imagens; Coletânea Bibliográfica & Relato de Vida por Celso Foelkel. Parte 2: **Microscopia de madeiras e papéis. Contendo atlas de imagens & paisagens anatômicas de madeiras & papéis.** C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 83. 342 pp. (2020)

https://www.eucalyptus.com.br/news/pt_out2020.pdf (em Português)

Material de Curso: **Madeiras para uso celulósico/papeleiro: Formação, ultraestrutura, química e topoquímica.** (*Curso Científico e Tecnológico & Coletânea sobre Química da Madeira. Um curso para consolidar conhecimentos sobre madeiras industriais*). C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 84. 645 pp. (2020)

https://www.eucalyptus.com.br/news/pt_dez2020.pdf (em Português)

Material de Curso: **Importância da Qualidade das Madeiras e Fibras Celulósicas** ...***Das árvores engenheiradas pelo melhoramento genético até as polpas produzidas para atendimento das***

necessidades papeleiras. C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 85. 953 pp. (2021)

https://www.eucalyptus.com.br/news/pt_fev2021.pdf (em Português)

NUQMAD – Núcleo de Pesquisa em Qualidade da Madeira. UFES – Universidade Federal do Espírito Santo. Acesso em 12.01.2021:

https://www.nuqmad.com.br/ (Website – em Português)

e

https://www.nuqmad.com.br/trabalhos/ (Publicações – em Português)

LCP – Laboratório de Celulose e Papel. UFV – Universidade Federal de Viçosa. Acesso em 12.01.2021:

https://www.lcp.ufv.br/ (Website – em Português)

e

https://www.lcp.ufv.br/download/ (Teses e dissertações para *downloading* – em Português)

LQCE – Laboratórios de Química, Celulose e Energia. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". USP – Universidade de São Paulo. Acesso em 12.01.2021:

https://lqce.org/ (Website – em Inglês)

e

https://lqce.org/e-library/ (E-*Library* – Publicações - em Português, Inglês ou Espanhol)

Grupo 3: Estocagem de Toras e Operações de Preparação da Madeira para Alimentação dos Picadores

Técnicas modernas para processamento e aproveitamento da madeira. J. Luxardo; J. Hanse. Revista O Papel (Novembro): 97 – 100. (1976)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1976_11_Tecnicas+Modernas+Preparo+Madeira.pdf (em Português)

Novos desenvolvimentos no descascamento a seco. R. Scheriau. 9º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 08 pp. (1976)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1976_Descascamento+a+Seco.pdf (em Português)

Descascamento a seco de eucalipto em tambores rotativos. L. Koleski; F. Primas. 10º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 06 pp. (1976)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1977_Descascamento+Tambores+Rotativos.pdf (em Português)

Verificações acerca da influência do diâmetro das toras de eucalipto sobre alguns dos parâmetros de mensuração de madeira e sobre a qualidade da celulose kraft. C.E.B. Foelkel; C. Zvinakevicius; J. Kato; N. Barlen; L.A. Tochetto; G.A. Ferreira. 11º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 05 pp. (1978)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1978.%20Di%E2metro%20toras.pdf (em Português)

Influência da temperatura de armazenamento de eucalipto na qualidade da madeira e da celulose kraft. C. Zvinakevicius; C.E.B. Foelkel; J.R. Andrade. Revista O Papel (Novembro): 73 – 80. (1978)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/1978_Temperatura_cavacos.pdf (em Português)

Deterioração microbiológica em toras de madeira, pilhas de cavacos e polpa acabada de eucalipto. O.F. Carvalho. 12º Congresso Anual. ABCP - Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 05 pp. (1979)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1979_Deteriorazao+Toras+Cavacos+Madeira.pdf (em Português)

Progress in debarking dry *Eucalyptus*. K. Johansson. 19º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 10 pp. (1986)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1986_Progress_Debarking+Eucalyptus.pdf (em Português)

Secagem de madeira roliça com casca e eficiência de descascamento de toras de *E. grandis* Hill ex Maiden em função do tempo após corte

e classes de diâmetro. F.R.A. Camargo; W.A.N. Amaral; A. Paulino. 21º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 14 pp. (1988)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1988_Secagem+Toras.pdf (em Português)

Remoção de materiais sólidos na lavagem da madeira em fábricas de celulose. J. Herrera; R.A. Rostirolla; J.C. Pereira; N. Cabeda; E. Ratnieks. 22º Congresso Anual. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. p.: 615 - 621. (1989)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1989_Lavagem+Toras+Madeira.pdf (em Português)

Sazonalidade no abate da madeira de *Eucalyptus:* Efeitos sobre a polpação kraft e formação do *pitch*. E. Ratnieks; C.A. Busnardo; J.V. Gonzaga. 22º Congresso Anual de Celulose e Papel. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. p. 93-118. (1989)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/01_sazonalidade%20abate%20madeira.pdf (em Português)

Interface recebimento de madeira X produção de polpa: Estabelecimento de relações práticas sobre índice de qualidade. C.A. Busnardo; S. Menochelli; J.V. Gonzaga; R. Rostirolla. 22º Congresso Anual. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. p.: 35-55. (1989)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/02_Interface%20recebimento%20madeira%20e%20polpacao.pdf (em Português)

e

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/04%20Busnardo%20e%20coworkers.pdf (em Português)

Efeito de fungos termófilos sobre madeira de *Eucalyptus saligna*: *Thermoascus aurantiacus*. S.M. Prado; C.G. Auer; L.E.G. Barrichelo. 24º

Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 08 pp. (1991)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1991_Fungo+Thermoascus+aurantiacus.pdf (em Português)

Característica da madeira de *Eucalyptus spp*. inoculada com *Thermoascus aurantiacus* e *Sporotrichum sp*. S.M. Prado; E.L.V. Doria; L.E.G. Barrichelo. 24º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 13 pp. (1991)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1991_Madeira+inoculada+fungo+termofilico.pdf (em Português)

Preparo da madeira. F. Velloso. Semana de "Atualização em Pastas Químicas". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 29 pp. pp. (1995)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1995_Preparo+Madeira.pdf (em Português)

Avaliação do método de recebimento de madeira por estére. A.M. Carvalho; F.R.A. Camargo. Revista O Papel (Novembro): 65 – 68. (1996)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1996_Recebimento+Madeira+Empilhada.pdf (em Português)

Análise de falhas em descascadores de madeira. E.S.M. Nicoletti; M.A.L. Oliveira. 31º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 11 pp. (1998)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1998_Falhas+Descascadores.pdf (em Português)

Teor de umidade da madeira de eucalipto em função do tempo de secagem. H.G. Leite; B.R. Vital; A.N. Gomes. Revista O Papel (Outubro): 87 – 100. (2000)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2000_Secagem+Madeira.pdf (em Português)

Preparo da madeira: Investir no início do processo pode gerar economia aos produtores de celulose e papel. R.M. Savastano. Revista O Papel (Julho): 86 – 87. (2001)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2001_Preparo+Madeira_Inicio_Operazoes.pdf (em Português)

Uso de fotografias digitais para quantificar o volume sólido de madeira empilhada. A. Bertola; C.P.B. Soares; J.C. Ribeiro. 35º Congresso Anual. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 39 pp. (2002)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_Fotografias+Quantificazao+Volume+Toras.pdf (em Português)

Avaliação técnica do tempo de estocagem da madeira. F.R. Stein. Monografia de Conclusão de Curso. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 36 pp. (2003)

http://engmadeira.yolasite.com/resources/Monografia%20-%20Estocagem%20de%20madeira.pdf (em Português)

Enhanced debarking of *Eucalyptus* using rotary technology. R.M. McNikol. 36º Congresso Anual. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 05 pp. (2003)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2003_Enhanced+Debarking.pdf (em Inglês)

Funcionários promovem melhorias no preparo de madeira. L.P. Araújo. Revista O Papel (Agosto): 38 – 39. (2003)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2003_Melhorias+Preparo+Madeira.pdf (em Português)

Pátio de madeira: Práticas operacionais construtivas e manutenção de descascadores de toras. M.A. Acácio. Seminário "Produção de Celulose e Novas Práticas e Tecnologias". ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 28 slides. (2003)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2003_Patio+Madeira.pdf (em Português)

Transporte de cavacos para a VCP. D. Miranda. Seminário "Logística para o Setor de Celulose e Papel". ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 25 slides. (2003)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2003_Transporte+Cavacos+VCP.pdf (em Português)

***Eucalyptus*, challenge for wood preparation.** M. Salmi; J. Vuojolainen. II ICEP – International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 13 pp. (2005)

https://www.eucalyptus.com.br/icep02/m_salmi.pdf (em Inglês)

***Eucalyptus* wood preparation.** M. Salmi. 38º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2005)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2005_Eucalyptus+Wood+Preparation.pdf (Versão Texto: 10 pp. – em Inglês)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2005_Eucalyptus+Wood+Preps.pdf (Versão Apresentação em PowerPoint: 23 slides – em Inglês)

Efecto del almacenamiento prolongado en la madera de *Pinus radiata* D. Don sobre el proceso kraft. J.A. Toledo Santibañez. Trabalho de Titulação. Universidad Austral de Chile. 56 pp. (2005)

http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fift649e/doc/fift649e.pdf (em Espanhol)

A estocagem da madeira e suas relações com extrativos e *pitch*. A.F. Milanez; L.C.A. Barbosa; M.P. Cruz. 38º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2005)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2005_Estocagem+Madeira+Pitch.pdf (Versão Texto: 21 pp. - em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2005_Estocagem+Madeira_Deteriorazao+Pitch.pdf (Versão Apresentação em PowerPoint: 23 slides – em Português)

***Eucalyptus* wood preparation.** M. Salmi. 39º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 23 slides. (2006)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2006_Eucalyptus+Wood+Preps.pdf (em Inglês)

Tecnologia aplicada à medição de madeira: A visão do fabricante. P.S. Seleri; F. Diniz; G. Melo; H. Carvalho. 39º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 41 slides. (2006)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2006_Medindo+Madeira.pdf (em Português)

Quantificação da madeira recebida: Um problema resolvido? Avaliação dos diferentes métodos de medição de madeira usados atualmente. N.C. Paccot; F. Cox Z.; R.N. Peters. 40º Congresso Internacional ABTCP/Zellcheming. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2007_Quantificazao+Madeira_Recebida.pdf
(Versão Texto: 18 pp. - em Espanhol)
e
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2007_Quantificando+Madeira+Recebida.pdf
(Versão Apresentação em PowerPoint: 50 slides – em Português)

Seasonal variations in wood: Perceived and real impacts on pulp yield. P.W. Hart. Tappi Journal (March): 04 – 08. (2009)

https://www.researchgate.net/publication/271966415_Seasonal_Variation_in_Wood_Perceived_and_Real_Impacts_on_Pulp_Yield (em Inglês)

Material de Curso: **Linha de fibra: Preparo da madeira para polpação.** A. Mokfienski. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 22 slides. (2009)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2009_Preparo+Madeira_Mokfienski.pdf (em Português)

Estocagem da madeira de eucalipto: Análise de risco e efeito da degradação microbiológica sobre a produtividade e qualidade da celulose. R.G. Mafia; B.J. Demuner; P.C. Santos; R.C. Sartório. 42º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 15 pp. (2009)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2009_Estocagem+Madeira.pdf (em Português)

Secagem de toras de clones de *Eucalyptus* empregados na produção de carvão. R.N. Rezende. Dissertação de Mestrado. UFLA – Universidade Federal de Lavras. 189 pp. (2009)

http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/2774/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O_Secagem%20de%20toras%20de%20clones%20de%20Eucalyptus%20empregados%20na%20produ%c3%a7%c3%a3o%20de%20carv%c3%a3o.pdf (em Português)

Seasonality impacts upon wood and pulp properties in Southern Brazil and the Southern U.S. *(Impactos da sazonalidade nas propriedades da madeira e da celulose no Sul do Brasil e Sul dos Estados Unidos).* P.W.

Hart; G. Samistraro. 43º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2010)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/2010_Impactos_sazonalidade.pdf
(Versão Apresentação em PowerPoint: 28 slides - em Inglês)

e

http://www.revistaopapel.org.br/noticia-anexos/1359376284_0e15b705125c1942599f05817c838e8b_1815486897.pdf
(Versão Texto publicada em 2011 na Revista O Papel: 11 pp. - em Português e Inglês)

Investigação do tempo de secagem no teor de umidade e nas características físicas e químicas da madeira para produção de celulose. F.P. Leite; F.J.B. Gomes; E. Souza; J.L. Colodette; A.M. Rosado; L.S. Amaral. 43º Congresso e Exposição Internacional de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 07 pp. (2010)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2010_Investigacao_tempo_secagem_madeira.pdf (em Português)

Storage as a tool to improve wood fuel quality. M.A. Brand; G.I.B. Muniz; W.F. Quirino; J.O. Brito. Biomass and Bioenergy 35: 2581 - 2588. (2011)

https://www.researchgate.net/publication/251627768_Storage_as_a_tool_to_improve_wood_fuel_quality (em Inglês)

Descascamento de toras de eucalipto. C. Foelkel. Revista da Madeira. Edição nº 131. (2012)

http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1604&subject=Toras&title=D (em Português)

Descascamento das toras de eucalipto. C. Foelkel. Revista da Madeira. Edição nº 133. (2012)

http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1642&subject=Descascamento&title=Descascamento%20das%20toras%20de%20eucaliptos (em Português)

Material de Curso: **Polpa e papel II. Matérias-primas fibrosas para celulose e papel. Pátio de madeiras.** U. Klock. UFPR – Universidade Federal do Paraná. Apresentação em PowerPoint: 116 slides. (2014)

http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/polpaepapel/patio2014.pdf (em Português)

Medição da madeira na forma de toras empilhadas. C. Foelkel. In: "Eucalyptus Newsletter nº 48". 27 pp. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/news48_Toras_Empilhadas.pdf (em Português)

Desafios da produção e abastecimento industrial conjugado de madeira para celulose e energia. J.A. Totti. Sessão Técnica Florestal. 49º Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 17 slides. (2016)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2016_Desafios+Abastecimento+Madeira.pdf (em Português)

Secagem na floresta e ao ar livre de toras e biomassa de eucalipto. C. Foelkel. In: "Eucalyptus Newsletter nº 51". 22 pp. (2016)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/news51_Secagem_Madeira_Biomassa.pdf (em Português)

Wood under fresh water: Effect on the chemical properties and on decay resistance. T.V. Lourençon; P.S.B. Santos; J. Labidi; D.A. Gatto; M.R.F. Gonçalves. Maderas. Ciencia y Tecnología 18(4): 733 – 742. (2016)

https://scielo.conicyt.cl/pdf/maderas/v18n4/aop6416.pdf (em Inglês)

Determinação instantânea da umidade e densidade aparente de cavacos em fábrica de celulose. E.P. Goltz; R.C. Uchoa; W.P. Demuner; A.S. Oliveira. 50º Congresso Internacional de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 10 pp. (2017)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2017_Umidade+Medida+Instantanea.pdf (em Português)

Influence of storage on properties of wood chip material. I. Wästerlund; P. Nilsson; R. Gref. Journal of Forest Science 63(4): 182 – 191. (2017)

https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/213263.pdf (em Inglês)

Influência do tempo de armazenamento (TPC) da madeira no aceite de cavacos de eucalipto para a fabricação de polpa. R. Lima; G.S. Cardoso; G. Proença; W.G. Costa. 50º Congresso Internacional de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 08 pp. (2017)
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2017_Armazenamento+Picagem+Cavacos.pdf
(em Português)

Sampling methods and number of roundwoods for determining the moisture content. D.B. Donato; R.V.O. Castro; A.C.O. Carneiro; A.M.M.L. Carvalho; B.R. Vital; R.C. Santos. Revista Árvore 42(4). 06 pp. (2018)

http://www.scielo.br/pdf/rarv/v42n4/0100-6762-rarv-42-04-e420401.pdf (em Inglês)

Avaliação da qualidade da madeira com diferentes tempos de estocagem para a produção de celulose e papel. G. Geisel. Dissertação de Mestrado. UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina. 78 pp. (2019)

https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1486/GGiesel_Versao_Final_15682080431013_1486.pdf (em Português)

Mapping three-dimensional moisture content of wood chip piles for energy production. L.B. Valentim; J.O.P. Tomeleri; C.R. Thiersch; M.F.B.M. Thiersch; L.S. Alesi; L.D. Varanda; R.E.P. Almeida; F.M. Yamaji; F.A. Pádua. Floresta & Ambiente 26(2): Artigo e20180432. (2019)

https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2179-80872019005100107&script=sci_arttext (em Inglês)

Otimização do aproveitamento de madeira em campo para abastecimento industrial. W.P. Demuner. 5° Encontro de Operadores de Linhas de Fibra & 1° Encontro de Operadores de Pátio de Madeiras. ABTCP –

Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 18 slides. (2019)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Aproveitamento+Madeira+Campo.pdf (em Português)

Effect of the log storage of *Pinus taeda* L. on the quality of kraft pulp. G. Giesel; M.A. Brand; F.R. Milagres; R.A.P. Damásio. Revista Floresta 50(4): 1844 – 1853. (2020)

https://revistas.ufpr.br/floresta/article/download/66338/41715 (em Inglês)

Grupo 4: Qualidade de Cavacos de Madeira e Gestão do "*Mix*" de Madeira para Suprimento de Cavacos ao Digestor

1998 Chip Preparation and Quality Short Course

Renaissance Atlanta Hotel - Concourse
Atlanta, GA
August 10-12, 1998

COURSE NOTES

Entre 1992 a 2005 a TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry promoveu e realizou diversas edições do

TAPPI Chip Preparation & Quality Short Course

Conheçam algo sobre isso em:

https://www.google.com/search?tbm=bks&sxsrf=ALeKk00XebGL-mH-U5tUjgbIhcQGVr2Cmw%3A1614974281957&ei=SY1CYND4OefA5OUP0M-3-As&q=%22chip+preparation+and+quality+short+course%22&oq=%22chip+preparation+and+quality+short+course%22&gs_l=psy-ab.3...71931.75471.0.75835.13.13.0.0.0.0.161.1256.0j10.10.0....0...1c.1.64.psy-ab..3.2.274...33i10k1.0.cSehNFg65Wo

Outros materiais de significância para estudos e leituras:

Pátio de cavacos e pátio de madeira. D. Pestelli. 5ª Convenção Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 06 pp. (1972)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1972_Patios_Toras+Cavacos.pdf (em Português)

Novas construções de picadores de madeira e seus efeitos nos graus de cozimento. R.M. Buechler. 5ª Convenção Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 04 pp. (1972)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1972_Novos+Picadores+Efeito+Cozimento.pdf (em Português)

Modernos equipamentos para manuseio de cavacos. K. Johansson. 6ª Convenção Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 11 pp. (1973)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1973_Equipamentos+Manuseio+Cavacos.pdf (em Português)

Manuseio de madeira integrada. K. Johansson; P.E. Tannlund. 9º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 11 pp. (1976)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1976_Manuseio+Madeira+Integrada.pdf (em Português)

Sistemas para estocagem e manuseio de cavacos. S. Bergo. Revista O Papel (Abril): 60 – 64. (1976)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1976-Sistemas+Estocagem+Manuseio+Cavacos.pdf (em Português)

Wood chips: Production, handling, transport. FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. 144 pp. (1976)

http://www.fao.org/3/ae227e/ae227e00.pdf (em Inglês)

Estudos sobre a influência da espessura dos cavacos de eucalipto sobre a qualidade da celulose kraft correspondente. J.O.M. Andrade; C. Zvinakevicius; C.E.B. Foelkel. O Papel (Outubro): 55 - 59. (1978)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/1978_Espessura_cavacos.pdf (em Português)

Influência da temperatura de armazenamento de eucalipto na qualidade da madeira e da celulose kraft. C. Zvinakevicius; C.E.B. Foelkel; J.R. Andrade. Revista O Papel (Novembro): 73 – 80. (1978)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/1978_Temperatura_cavacos.pdf (em Português)

Influência da morfologia dos cavacos de madeira de *Eucalyptus urophylla* de origem híbrida na qualidade da celulose kraft. L.C. Couto. Orientação: C.E.B. Foelkel. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 137 pp. (1979)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ufv/Luiz%20Carlos%20Couto.pdf (em Português)

Produção de celulose kraft a partir de misturas de madeiras de *Pinus strobus* var. *chiapensis* e *Eucalyptus urophylla* de origem híbrida. R.C. Oliveira. Orientação: Celso Foelkel. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 197 pp. (1979)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ufv/Rubens%20Chaves%20Oliveira.pdf (em Português)

Produção de celulose kraft a partir de misturas de madeiras de *Pinus strobus* var. *chiapensis* e *Eucalyptus urophylla*, de origem híbrida. R.C. Oliveira; C.E.B. Foelkel; J.L. Gomide. Revista Árvore 3(2): 195 – 207. (1979)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/1979_Misturas_pinus_eucalipto.pdf (em Português)

Estudo da influência da deterioração de cavacos de eucalipto nas propriedades da celulose kraft. C.E.B. Foelkel; C. Zvinakevicius. Revista O Papel (Julho): 40 – 48. (1979)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/1979_Deterioracao_Cavacos.pdf (em Português)

A utilização da serragem da madeira de eucalipto na produção de polpa celulósica. C.E.B. Foelkel; L.C. Couto; J. Kato. Revista O Papel (Setembro): 57 - 64. (1979)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/1979_Serragem_madeira.pdf (em Português)

A note on the estimation of basic density of fresh wood chips. D. J. Cown. New Zealand Journal of Forestry Science 1093): 502 – 503. (1980)

https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.703.4708&rep=rep1&type=pdf (em Inglês)

e

https://www.scionresearch.com/__data/assets/pdf_file/0011/36794/NZJFS1031980COWN502_503.pdf (em Inglês)

Misturas de madeiras de *Pinus strobus var. chiapensis* e *Eucalyptus urophylla* na polpação kraft. R.C. Oliveira; C.E.B. Foelkel; J.L. Gomide. 13º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 13 pp. (1980)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/1980_Misturas_madeiras_Pinus_Eucalyptus.pdf (em Português)

e

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1980.%20cozimento%20misturas%20Pinus%20e%20Eucalyptus.%20Tese%20rubinho.pdf (em Português)

Propriedades físico-mecânicas de celulose kraft obtidas por cozimentos conjuntos de madeiras de *Pinus strobus* var. *chiapensis* e *Eucalyptus urophylla,* de origem híbrida. R.C. Oliveira; C.E.B. Foelkel; J.L. Gomide. Revista Árvore 4(2): 188 – 202. (1980)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/1980_Pinus_strobus.pdf (em Português)

Efeito da estocagem de cavacos de *Pinus elliottii* sobre a polpação kraft e aproveitamento de subprodutos. A.F. Lima; J.C. Gerytch; M.C.S. Jordão; M.L.O. D'Almeida; R. Coraiola. 13º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 09 pp. (1980)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/1980_Efeito_estocagem_madeira_Pinus.pdf (em Português)

Programa para uso conjunto de resíduos fibrosos na produção de celulose kraft. C. Zvinakevicius; C.E.B. Foelkel; J. Kato; J. Medeiros Sobrinho. 14º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 22 pp. (1981)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1981.%20uso%20res%EDduos%20fibrosos.pdf (em Português)

Utilização dos rejeitos do cozimento kraft. C. Zvinakevicius; C.E.B. Foelkel; J. Kato; J. Medeiros Sobrinho; A.F. Milanez. Revista O Papel (Setembro): 59 - 64. (1981)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/1981_Rejeitos_Cozimento.pdf (em Português)

Influencia de la astilla - sobre espesor en el pulpaje kraft. R. Gonzales Murilo. 16º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 06 pp. (1983)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/1983_Cavacos_madeira_Pinus_polpacao_kraft.pdf (em Espanhol)

Influencia de los finos del astillado en las propiedades de la pulpa. R. Sanjuán Dueñas; R. Ortega Garcia; R. Fuentes C. 16º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 12 pp. (1983)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/1983_Finos_cavacos.pdf (em Espanhol)

Fenômenos de transferência de calor e massa em cavacos de madeira. Parte 1. R.M.V. Assumpção; A.F. Lima; M.C.S. Jordão; S.W. Park; L.M. Yojo; J.M. Neves. 16º Congresso Anual. 3º "Congresso Latino Americano de Celulose e Papel". ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 14 pp. (1983)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1983_Calor_massa_Parte_1.pdf (em Português)

Produção de celulose kraft a partir de misturas de madeiras de *Eucalyptus saligna* e *Acacia mearnsii*. A.W. Petrik; C.A. Busnardo; J.V. Gonzaga; A.F. Milanez. 17º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 28 pp. (1884)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/02%20%20celuloses%20de%20misturas%20de%20eucalipto%20e%20acacia%20Petrik.pdf (em Português)

The effect of wood chips blending degree on kraft pulp quality. F. Martinez; C.H. Hani; P.R. Peralta. 18º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 08 pp. (1985)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1985_Effect+Wood+Chips+Blends.pdf (em Inglês)

Optimization of radiata pine chip geometry for the kraft cooking process. F. Steffens; A.C. Rodriguez. 21º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 07 pp. (1988)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/1988_Chip_geometry.pdf (em Inglês)

Cavacos de boa qualidade. O resultado de uma adequada técnica de picagem a peneiramento. J.V. Don. 22º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 22 pp. (1989)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1989_Cavacos_boa_qualidade.pdf (em Português)

Estudo de polpação química da mistura de *Gmelina arborea* Roxb e *Pinus caribaea* variedade *hondurensis.* A.A. Correa; F.J.L. Frazão. 22º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 32 pp. (1989)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/1989_Polpas_Gmelina_Pinus.pdf (em Português)

Celulose de madeira de *Eucalyptus citriodora*: Influência do tamanho de cavacos. C.R. Miranda; L.E.G. Barrichelo. 23º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 35 pp. (1990)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1990_Madeira+Eucalyptus+citriodora.pdf (em Português)

Primary chip thickness screening: Overthick removal vs accepts carryover. J. Luxardo; S.R. Javid. 23º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 15 pp. (1990)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1990_Overthick+chips.pdf (em Inglês)

Better chip quality through automated analysis of grab samples. W. McInnis; A. Dukes; B. Lawrence; I. Andrews. TAPPI Journal (March): 165 – 169. (1991)

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/91/MAR/91MAR165.aspx (em Inglês)

Sistema de transporte de toras e cavacos. A. Machado Neto. Revista O Papel (Dezembro): 120 – 123. (1992)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1992_12_Transporte+Toras+Cavacos.pdf (em Inglês)

Wood chips for pulp production. Thickness and thickness distribution. Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee. Standard SCAN CM 47:92. 05 pp. (1992)

https://www.yumpu.com/en/document/read/48445883/scan-cm-47-pfi (em Inglês)

Cozimentos kraft com madeira de *Eucalyptus grandis* de diferentes densidades básicas e dimensões dos cavacos. T.R. Wehr; L.E.G. Barrichelo. Revista O Papel (Maio): 33 - 41. (1993)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1993_Tim_Wehr.pdf (em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1992_Cozimento_madeira_Eucalyptus_grandis_diferente_densidades.pdf (em Português)

Influência dos cavacos de *Eucalyptus dunnii* sobre o processo de produção de celulose kraft de *Eucalyptus grandis*. F.G. Silva Jr. Revista O Papel (Junho): 19 - 21. (1994)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/39_influencia%20cavacos%20E.dunnii.pdf (em Português)

Modeling the effect of chip size in kraft pulping. N. Agarwal; R. Gustafson; S. Arasakesarji. Paperi ja Puu - Paper and Timber 76(6/7): 411 – 417. (1994)

https://www.semanticscholar.org/paper/Modeling-the-effect-of-chip-size-in-kraft-pulping-Agarwal-Gustafson/f6efae18c63af6052615f72f6cc4a0fa242e3307 (Resumo e bibliografia - em Inglês)

Wood chips for pulp production. Dry matter content. Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee. Standard SCAN CM 39:94. 02 pp. (1994)

https://www.yumpu.com/en/document/read/38471234/scan-cm-3994-pfi (em Inglês)

Wood chips for pulp production. Sampling. Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee. Standard SCAN CM 41:94. 03 pp. (1994)

https://www.yumpu.com/en/document/read/51172031/scan-cm-41-pfi (em Inglês)

e

http://www.kemesta.fi/document.php/1/86/cm_41-94.pdf/2f7b6a663abcb8654b80d42d9541c022 (em Inglês)

Wood chips for pulp production. Wood content in the bark fraction. Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee. Standard SCAN CM 53:94. 04 pp. (1994)

http://www.kemesta.fi/document.php/1/93/cm_53-94.pdf/de91834933b9324c856957b57d6d5806 (em Inglês)

The influence of species, chip length, and ring orientation on chip thickness. A. Twaddle. TAPPI Journal 80(6): 123 – 131. (1997)

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/97/JUN/97JUN123.aspx (em Inglês)

Peneiramento de cavacos de madeira para o processo de celulose. T. Jonsson; J.B. Bielagus; R.G. Redondo. I Congresso de "Tecnologia de Polpa Celulósica". ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 07 pp. (1998)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1998_Peneiramento+Cavacos.pdf (em Português)

Screening of wood chips for the pulping process. T. Jonsson; J.B. Bielagus; R.G. Redondo. I Congresso de "Tecnologia de Polpa Celulósica". ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 08 pp. (1998)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1998_Screening+Wood+Chips.pdf (em Inglês)

Experiência comercial de cozimento kraft de folhosas e coníferas na fábrica da Sodra-Mörrum na Suécia. L.D. Shackford; W. Wizani; I. Alfredsson. I Congresso de "Tecnologia de Polpa Celulósica". ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 11 pp. (1998)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1998_Polpazao+Sodra+Suecia.pdf (em Português)

***Mix* de madeiras: A busca do melhor desempenho global.** I.M.B. Gomes; A.M. Pereira; P. Yodoval. 31º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 14 pp. (1998)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/07_mix%20madeira%20isabel.pdf (em Português)

Natural dirt in wood chips. TAPPI Classical Method T 265 cm-99. TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Standard Methods. 08 pp. (1999)
https://www.ebookonlinesale.com/tappi-t265-cm-99 (em Inglês)

Method AS/NZS 1301.013rp:1999 of testing wood chips for pulp and paper. Sampling of woodchips for testing. Australian and New Zealand Standards. 08 pp. (1999)

https://www.saiglobal.com/PDFTemp/Previews/OSH/As/as1000/1300/130113.pdf (em Inglês)

Wood chips for pulp production. Size distribution. Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee. Standard SCAN CM 40:01. 04 pp. (2001)

https://www.yumpu.com/en/document/read/38460328/scan-cm-40-pfi (em Inglês)

Wood chips for pulp production. Length and length distribution; width and width distribution. Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee. Standard SCAN CM 48:01. 05 pp. (2001)

https://www.yumpu.com/en/document/read/38460387/scan-cm-4801-pfi (em Inglês)

Chip handling methods and impacts. T. Lubiani. "2002 TAPPI Fall Conference". TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 07 pp. (2002)

Sugiro visitar o website www.tappi.org para verificar o livre acesso ou para a aquisição do artigo (em Inglês)

Estudo da qualidade da polpa obtida de serragem, de minicavacos de madeira e de resíduos de celulose de *Eucalyptus ssp*. C. Pedrazzi; S.M.B. Frizzo; C.E.B. Foelkel; P. Oliveira. 35º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2002)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/abtcp.%20para%20site%202002b.pdf (Versão Texto: 07 pp. - em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_Poster_Minicavacos+Serragem+Rejeitos.pdf (Versão em formato de Poster – 01 pp. – em Português)

Variação da densidade a granel de cavacos de *Eucayptus saligna* em função de suas dimensões e da umidade. M.C.H. Souza; E.R. Reis; K.P. Serafim; C. Pedrazzi; S.M.B. Frizzo; P. Oliveira; C.E.B. Foelkel. 35º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2002)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/abtcp.%20para%20site%202002c.pdf (Versão Texto: 07 pp. - em Português)

e
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_Poster_Densidade+granel+cavacos.pdf (Versão em formato de Poster – 01 pp. – em Português)

Influência de comprimentos de cavacos de híbrido de *Eucalyptus grandis x E. urophylla* na densidade aparente e qualidade de fibras para obtenção de polpa celulósica. R.T. Medeiros; L.E.G. Barrichelo; F.G. Silva Jr.; A.A. Castro Neto. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 35 slides. (2003)
http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/21_comprimento%20cavacos%20e%20qualidade%20madeira%20e%20fibras_PPT.pdf (em Português)

Celulose kraft produzida a partir das madeiras de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e eucalipto (*Eucalyptus saligna*) misturadas em diferentes proporções. R.H. Araújo. Orientação: Celso Foelkel. Dissertação de Mestrado. UFSM – Universidade Federal de Santa Maria. 99 pp. (2004)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/UFSM_TESE_Rafael.pdf (em Português)

Celulose kraft produzida a partir das madeiras de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e eucalipto (*Eucalyptus saligna*) misturadas em diferentes proporções. R.H. Araújo; C. Foelkel, P. Oliveira. Website Grau Celsius. 20 pp. (2004)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2004_Bracatinga+Eucalipto_Hardt.pdf (em Português)

Utilização de misturas de cavacos industriais com resíduos de serraria provenientes de madeiras de *Eucalyptus grandis* de diferentes idades para produção de pasta kraft. A. Maron; J.M. Neves. Ciência Florestal 14(1): 205 – 221. (2004)

https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/download/1794/1060 (em Português)

Utilização de cavacos para análises por espectroscopia de infravermelho próximo (NIR). *[Chip utilization for Near Infra Red (NIR) spectroscopy analyses].* R.B. Santos; L.C. Sousa; J.L. Gomide. Revista O Papel (Maio): 84 - 93. (2006)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2006_NIR+Cavacos.pdf (em Português e em Inglês)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2006_NIR.pdf (em Português e em Inglês)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2005_Utilizando+NIR+Cavacos.pdf (Versão de 2005 em Apresentação em PowerPoint: 30 slides – em Português)

Chip geometry: Methods to impact the geometry of market chips. A. Bjurulf. Tese de Doutorado. Swedish University of Agricultural Sciences. 43 pp. (2006)

https://pub.epsilon.slu.se/1251/1/Chip_geometry.pdf (em Inglês)

Picadores DEMUTH: Alto índice de aceites. DEMUTH. 39º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 20 slides. (2006)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2006_%20Picadores+Demuth.pdf (em Português)

Efeito da lixiviação ácida de cavacos de eucalipto no processo kraft. E. Moreira. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 127 pp. (2006)

https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/3107/1/texto%20completo.pdf (em Português)

Estudo da lixiviação ácida para remoção de metais antes do cozimento kraft e seus efeitos no processo. E. Moreira; J.L. Colodette; J.L. Gomide; R.C. Oliveira; A.J. Regazzi; V.M. Sacon. 39º Congresso Anual.

ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 36 slides. (2006)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/05_2006_Lixiviacao%20cavacos.pdf (em Português)

Chip geometry. Methods to impact the geometry of market chips. A. Bjurulf. Tese de Doutorado. Swedish University of Agricultural Sciences. 43 pp. (2006)

https://pub.epsilon.slu.se/1251/1/Chip_geometry.pdf (em Inglês)

Chip quality optimization and chipper condition monitoring concept. S. Silenius; K. Aura. "2006 TAPPI Engineering, Pulping, & Environmental Conference". TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 08 pp. (2006)

Sugiro visitar o website www.tappi.org para verificar o livre acesso ou para a aquisição do artigo (em Inglês)

Misturas de madeiras de *Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus globulus* e *Pinus taeda* para produção de celulose kraft através do processo Lo-Solids®. A.G.M.C. Bassa. Orientação: Francides Gomes da Silva Júnior. Avaliador na banca de defesa: Celso Foelkel. Dissertação de Mestrado. E.S.A.L.Q. – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". USP – Universidade de São Paulo. 170 pp. (2006)

https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-08032007-162226/publico/AnaBassa.pdf (em Português)

Chip handling methods and impacts. T. Lubiani. Paperi Ja Puu 89(6): 339 – 342. (2006)

https://www.researchgate.net/publication/287739422_Chip_handling_methods_and_impacts (em Inglês)

Wood chips for pulp production. Bark content. Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee. Standard SCAN CM 42:06. 02 pp. (2006)

http://www.kemesta.fi/document.php/1/87/cm_42-06.pdf/2d4d5396ae5fda3e0b0de261d0b36433 (em Inglês)

NIR on-line: An innovation in the VCP wood yard. A.F. Caldeira; A.P. Rocha; C.V.C. Santos; C. Almeida; J.E. Patelli; P.S.P. Calvosa; V. Sacon. 3rd ICEP – International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. (2007) https://www.eucalyptus.com.br/icep03/240Caldeira.text.pdf (Versão Texto: 04 pp. - em Inglês)

e

https://www.eucalyptus.com.br/icep03/241Caldeira.ppt.pdf (Versão Apresentação em PowerPoint: 22 slides – em Inglês)

Resíduos sólidos industriais da produção de celulose kraft de eucalipto - Parte 01: Resíduos orgânicos fibrosos. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 05. 78 pp. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT05_residuos.pdf (em Português)

Industrial solid wastes from *Eucalyptus* kraft pulp production. Part 01: Fibrous organic residues. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Chapter 05. 78 pp. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/capitulos/ENG05_residues.pdf (em Inglês)

Gestão ecoeficiente dos resíduos florestais lenhosos da eucaliptocultura. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 07. 48 pp. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT07_residuoslenhosos.pdf (em Português)

Eco-efficient management of woody forest residues from the *Eucalyptus* plantation forestry. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Chapter 07. 48 pp. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/capitulos/ENG07.pdf (em Inglês)

Qualidades da folha de polpa kraft em diferentes proporções de *Pinus taeda* L. e de *Eucalyptus dunnii* M. E.J. Cit. Dissertação de Mestrado. UFPR – Universidade Federal do Paraná. 65 pp. (2007)

http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/4659/dissertacao_Everilton%20Jos%c3%a9%20Cit.pdf?sequence=1&isAllowed=y (em Português)

Mixtures of *Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla* and *Pinus taeda* woodchips for production of kraft pulping using the Lo-Solids process. A.G.M.C. Bassa; F.G. Silva Jr.; V.M. Sacon; E. Patelli. "TAPPI Engineering, Pulping and Environmental Conference". 50 pp. (2007)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/02_mixtures%20euca%20and%20pine.pdf (Uma cortesia de Ana Gabriela Monnerat Carvalho e da TAPPI - em Inglês)

Advantages and disadvantages of the Lo-Solids® kraft pulp production process based on *Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla* and loblolly pine wood chip mixtures. A.G.M.C. Bassa; F.G. Silva Jr.; A. Bassa; V. Sacon. TAPPSA – Technical Association of the Pulp

and Paper Industry of South Africa. Apresentação em PowerPoint: 39 slides. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2007_Pinus+Eucalyptus+Blends.pdf (em Inglês)

Chip size distribution - A lot can happen over its variation. K.S. Rajesh; M. Singaravel; S.V.Subrahmanyam. IPPTA Journal 22(3): 93 – 96. (2010)

https://ippta.co/wp-content/uploads/2021/01/2010_Issue_3_IPPTA_Articel_02.pdf (em Inglês)

Influência da geometria do cavaco na polpação kraft. G. Coelho; R.L. Farias; C.A. Gomes; R.G. Marques. 43º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2010)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2010_Geometria+Cavacos.pdf (Versão Texto: 11 pp. – em Português)

e

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/2010_Geometria_cavaco.pdf (Versão Apresentação em PowerPoint: 32 slides - em Português)

Influência da espessura dos cavacos na polpação kraft do híbrido de *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla.* V.F. Araújo; J.C. Gonçalez; F.G. Silva Júnior; R.F. Teles**.** 43º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 07 pp. (2010)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2010_Espessura+Cavacos.pdf (em Português)

A influência da mistura de cavacos de *Pinus* e de *Eucalyptus* na produção de pasta termomecânica. R.F. Barboza. Monografia de Conclusão de Curso. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 75 pp. (2010)

http://www.celso-foelkel.com.br/pinus_37.html#quatorze (em citações por E. Foelkel)

Effect of hardwood species in mixture during kraft cooking: Modelling and experimental results. M. Margarido; G. Mortha; S. Jain; D.S. Perez; M. Petit-Conil. 43º Congresso e Exposição Internacional de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2010)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2010_Hardwood+Mixtures.pdf (Versão Texto: 12 pp. - em Inglês)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2010_Mixtures+Hardwoods.pdf (Versão Apresentação em PowerPoint: 26 slides – em Inglês)

Polpa celulósica de serragem de madeira de *Pinus.* E. Foelkel. Colaboração: C. Foelkel. PinusLetter nº 31. (2011)

http://celso-foelkel.com.br/pinus_31.html#cinco (em Português)

Control de dimensiones del astillado en la industria de celulosa. R.A.R. Santos. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 64 pp. (2011)

https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/5917/1/texto%20completo.pdf (em Espanhol)

Efecto del sobre espesor de las astillas de *Pinus radiata* en el proceso de cocción kraft. P.A.M. Neira. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 88 pp. (2012)
https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/5929/1/texto%20completo.pdf (em Espanhol)

Efeito dos teores de resina e geometria das partículas, obtidas do resíduo do picador, nas propriedades físico-mecânicas em painéis de madeira aglomerada de *Pinus taeda*. G.N. Schneid; L. Barbosa; E.S. Ferreira; C. Pedrazzi; W. Morais; R. Azambuja. 45º Congresso Internacional de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 10 pp. (2012)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2012_Resina+Particulas+Madeira.pdf (em Português)

Process variables effect on the reject fraction in an industrial kraft pulping operation. M.C. Inalbon; M. Mussati; P. Montagna; M.A. Zanuttini; F. Fuentes; J. Luis. 45º Congresso Internacional de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 09 pp. (2012)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2012_Variables+Resulting+Rejects+Pulping.pdf (em Inglês)

Dimensões de cavacos industriais de eucalipto e relações com polpação, resistência e morfologia de fibras na polpa. J.P. Grande. Dissertação de Mestrado. UNESP – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". 87 pp. (2012)

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/99756/grande_jp_me_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y (em Português)

Improved continuous digester controls using wood chip analyzer at Zellstoff-Celgar. J. Chircoski; M. Leclerc; L.Morissette. Texo Consulting. 10 pp. (2013)

http://www.texo-cc.com/images/files/Improved%20Continuous%20Digester%20Controls%20using%20Wood%20Chip%20Analyzer%20at%20Zellstoff%20-%20final%20r1.pdf (em Inglês)

A short supply chain to guarantee wood-chip quality. R. Deboli; M. Ruggeri; A. Calvo. Applied Mathematical Sciences 8(132): 6589 – 6598. (2014)

http://www.m-hikari.com/ams/ams-2014/ams-129-132-2014/deboliAMS129-132-2014.pdf (em Inglês)

Impact of wood chip leaching pretreatment on wood chemical composition. R.B. Santos; J.L. Gomide; P.W. Hart. Tappi Journal 14(1): 09 – 14. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2015_Wood_chips_leaching.pdf
(Uma cortesia do professor Dr. José Lívio Gomide e da TAPPI - em Inglês)

Influência da idade e do diâmetro da madeira na qualidade dos cavacos. R.C. Giacomin. 48º Congresso Internacional de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 10 pp. (2015)
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2015_Diametro+Toras_Qualidade+Cavacos_T.pdf (Versão Texto: 10 pp. – em Português)
e
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2015_Diametro+Toras_Qualidade+Cavacos_A.pdf (Versão Apresentação em PowerPoint: 33 slides – em Português)

Influência da dimensão e qualidade dos cavacos na polpação. S.K.C.A. Camargo; T.J. Silva; D.M. Costa. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria 19(3): 813 – 820. (2015)
https://periodicos.ufsm.br/reget/article/download/18558/pdf (em Português)

Impact of qualitative management of feeding wood mix on process and pulp quality. P.N. Pignaton; F. Costa Neto. 7th ICEP – International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. (2015)
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/4.3.Patricia+Pignaton.SLIDES.pdf
(Versão Apresentação em PowerPoint: 14 slides – em Português)

e
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/4.3.Patricia+Pignaton.MANUSCRIPT.pdf (Versão Texto: 07 páginas – em Português)

Impacto da qualidade dos cavacos gerados na Fibria unidade Aracruz no processo de polpação kraft. C.R. Soprano. 48º Congresso Internacional de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2015)
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2015_Impacto_Qualidade+Cavacos_PPT.pdf
(versão Apresentação em PowerPoint: 11 slides – em Português)
e
http://www.revistaopapel.org.br/noticia-anexos/1469413374_7ca815cad8d419314639cca58f5140c4_115155996.pdf (Revista O Papel, 2016 – 06 pp. – em Português)

What went wrong with the chips? Managing residual chip quality in modern times. M. Hall. Forest Operations Review 17(3): 08 – 10. (2015)
https://forestresources.org/digital/FOR_1508_Summer_2015/content/FOR%201508%20Summer%202015%20WEB%20fix.pdf (em Inglês)

The impact of log moisture content on chip size distribution when processing *Eucalyptus* pulpwood. J-P van der Merwe; P. Ackerman; R. Pulkki; D. Längin. Croatian Journal of Forest Engineering 37(2): 297 – 307. (2016)

https://hrcak.srce.hr/file/256591 (em Inglês)

Importance of the hardwood chips quality for pulp production. A. Geffert; J. Geffertová. Acta Facultatis Xylologiae Zvolen 58(2): 73 – 80. (2016)
https://df.tuzvo.sk/sites/default/files/08-02-16_1_0.pdf (em Inglês)

Valmet introduces a new online analyzer for wood chip and bark moisture measurement. Valmet. (2017)
https://www.valmet.com/media/news/press-releases/2017/valmet-introduces-a-new-online-analyzer-for-wood-chip-and-bark-moisture-measurement/ (em Inglês)

The production of wood chips. L. Oliveira. Postagem em Linkedin. (2017)

https://www.linkedin.com/pulse/production-wood-chips-luciano-r-oliveira/ (em Inglês)

Wood chip quality interactive tutorial. A. Twaddle. "2017 TAPPI PEERS Conference". (Pulping, Engineering, Environmental, Recycling and Sustainability). TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Apresentação em PowerPoint: 68 slides. (2017)

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/17/PEE/17PEE82.aspx (Para aquisição - em Inglês)

Estudo do comportamento dinâmico de bombas de cavaco. D.A. Silva; M.G. Pereira; E.R.O. Santos. 51º Congresso Internacional de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 08 pp. (2018)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2018_Bombas+Cavacos.pdf (em Português)

Influência do controle de nível de cavacos na estabilidade do digestor. M.E.D. Blonski; C.V.C. Santos; G.F. Moura; N.M.P.E. Santos. 51º Congresso Internacional de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2018)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2018_Controle+Nivel+Cavacos.pdf (Versão Texto: 12 pp. - em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2018_Nivel+Cavacos+Digestor.pdf (Versão Apresentação em PowerPoint: 19 slides - em Português)

Shives and sand profile investigation in a fiberline screenroom O. Pikka; S. Siik; M. Andrade; R. Geiger; V. Vianna; L. Pimenta; T. Segura; F. Mattiazzo; D. Apparecido. Revista O Papel 80(6): 83 – 89. (2019)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Shives+Sand.pdf (Versão Texto: 07 pp. – em Inglês)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2018_Shives+Sand+Profile.pdf (Versão de 2018 em Apresentação em PowerPoint: 49 slides – em Inglês)

Aumento da disponibilidade operacional nas linhas de picagem pelo uso do *lean manufacturing*. J.T. Palma. 1º Encontro de Operadores de Pátio de Madeira & 5º Encontro de Operadores de Linhas de Fibras. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 24 slides. (2019)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Disponibilidade+Linhas+Picadores.pdf (em Português)

Problemas de fitas no picador de processo. N. Silva. 1º Encontro de Operadores de Pátio de Madeira & 5º Encontro de Operadores de Linhas de Fibras. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 20 slides. (2019)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Fitas+Picador.pdf (em Português)

Aumento da qualidade do cavaco aceito. Suzano - Três Lagoas – Fábrica 1. G.S. Lima; T. Paternostro. 1º Encontro de Operadores de Pátio

de Madeira & 5º Encontro de Operadores de Linhas de Fibras. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 21 slides. (2019)
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Aumento+Qualidade+Cavacos_Tres+Lagoas.pdf (em Português)

Variações na densidade básica da madeira versus impacto no processo produtivo. C. Jardim. 1º Encontro de Operadores de Pátio de Madeira & 5º Encontro de Operadores de Linhas de Fibras. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 34 slides. (2019)
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Qualidade+Madeira+Densidade+Basica.pdf (em Português)

Wood chips for kraft and sulfite pulping. Evaluation of novel forest-industrial drumchipping technology. J.G. Timmerfors. Tese de Doutorado. Umeå University. 66 pp. (2020)
http://umu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1411918/FULLTEXT01.pdf (em Inglês)

NIR use in the pulp industry. S. Trimble. Felix Instruments. (2020)

https://felixinstruments.com/blog/nir-use-in-the-pulp-industry/ (em Inglês)

Chip considerations: Papermaking processes start with wood chip. How critical is wood chip size distribution during kraft pulping operations? A. Quinde. Website Pulp & Paper Canada. (2020)

https://www.pulpandpapercanada.com/chip-considerations-papermaking-processes-start-with-wood-chip-quality/ (em Inglês)

Livro: **Chip Quality Manual - Quality chips make a difference***.* FRA – Forest Resources Association. 3ª Edição. (2020)

https://forestresources.org/resources/woods-to-mill/item/1920-fra-announces-the-3rd-edition-of-the-chip-quality-manual-quality-chips-make-a-difference (Para aquisição – em Inglês)

e

https://forestresources.org/pocket-manual-and-chip-gauge (Para aquisição – em Inglês)

Capítulo de livro: **2 - Preparo da madeira.** FIEP – Federação das Indústrias do Estado do Paraná. 32 pp. Acesso em 10.01.2021:
https://issuu.com/fieppr/docs/preparo_da_madeira_para_polpa__o (em Português)

O caminho para os cavacos de alta qualidade. Valmet. Acesso em 10.01.2021:
https://www.valmet.com/pt/celulose/patio-de-madeiras/ (em Português)

Case studies in improving your chip supply: **Chip thickness screening and chip quality in the pulp mill.** Acrowood. Acesso em 26.01.2021:

https://acrowood.com/case-studies/chip-thickness-screening-and-chip-quality-in-the-pulp-mill/ (em Inglês)

Case studies in improving your chip supply: **Overthick chip treatment.** Acrowood. Acesso em 26.01.2021:

https://acrowood.com/case-studies/overthick-chip-treatment/ (em Inglês)

Case studies in improving your chip supply: **Pulping system sensitivity to chip quality.** Acrowood . Acesso em 26.01.2021:

https://acrowood.com/case-studies/pulping-system-sensitivity-chip-quality/ (em Inglês)

ScanChip chip analyzer and chip sampler – State of the art in chip analysis technology. Andritz. Videos Youtube. Canal Andritz Group. Acesso em 01.03.2021:

https://www.youtube.com/watch?v=374-2uAhuRY (em Inglês)

ScanChip optical analysis system:...the state of art in chip analysis technology. Andritz. Apresentação em PowerPoint: 13 slides. Acesso em 01.03.2021:

https://www.forestresources.org/publications/15p31.pdf (em Inglês)

ScanChip: Optical chip analyser. Andritz. Acesso em 01.03.2021:

https://www.andritz.com/products-en/group/pulp-and-paper/service-solutions/scanchip-analyzer (em Inglês)

Woodyard and chipping solutions. Andritz. Acesso em 01.03.2021: https://www.andritz.com/group-en/search?sba=&search=chipping#page=1 (em Inglês)

Woodyard and chipping solutions. Metso. Acesso em 01.03.2021: https://www.metso.com/fi/haku/?pageSize=9&queryString=chipping (em Inglês)

Wood handling. Demuth Máquinas. Acesso em 01.03.2021: https://ec2b16a7-abde-43bc-99cb-9f1c870445e3.filesusr.com/ugd/15fd5a_f7bebab586a6489f8d734091d6953e2d.pdf (em Inglês)

Madeiras: Cavacos para polpação e energia. Bruno Industrial. Acesso em 01.03.2021:
http://www.bruno.com.br/linha-de-produtos/1/madeira (em Português)

Planalto Picadores. Planalto Indústria e Comércio. Acesso em 01.03.2021:
http://www.planaltopicadores.com.br/produtos (em Português)

Picadores para biomassa. Fezer. Acesso em 01.03.2021:
https://www.fezer.com.br/biomassa-picadores/
http://www.planaltopicadores.com.br/produtos (em Português)

Produtos para biomassa. Lippel . Acesso em 01.03.2021:
https://www.lippel.com.br/?lng=pt (em Português)

Grupo 5: Planejamento do Suprimento de Madeira ao Digestor

Abastecimento de matéria-prima para a nova unidade industrial da CENIBRA. F.A.M. Velloso; E.L.C. Gomes; J.S.R. Provenza; P.R. Carlos; J.B. Almeida; S.K. Thomaz; A.S. Castilho; G.A. Barelli. 27º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 12 pp. (1994)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1994_Abastecimento+Madeira+Cenibra.pdf (em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1995_Abastecimento%20+Madeira_Cenibra.pdf (Republicado na Revista O Papel, Setembro, 1995 - em Português)

Maximizing pulp yield potential of Cenibra's wood supply. A.E. Lanna; M.M. Costa; M.J. Fonseca; S.M. Fonseca; A. Mounteer; J.L. Colodette; J.L. Gomide. 7th "Brazilian Symposium on the Chemistry of Lignins and Other Wood Components". In: "PinusLetter nº 56". 09 pp. (2001)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2001_Maximizing+Pulp+Yield+from+Wood+Cenibra.pdf (em Português)

Condições ideais para o consumo específico de madeira na produção de celulose. F.A.B. Moraes; C.L. Piratelli; J.A. Achcar. Production (Produção) 24(3): 712-724. (2014)
http://www.scielo.br/pdf/prod/v24n3/aop_prod0497.pdf (em Português)

Logística de suprimento de madeira da Veracel. F. Stein. 27º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 22 slides. (2014)
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2014_Logistica+Madeira+Veracel.pdf (em Português)

Cálculos, problemas e balanços aplicados ao setor de produção de celulose e papel de eucalipto: *Parte 01*: *Uma centena de exemplos sobre qualidade e suprimento de madeira e processo de fabricação de celulose*

(Linha de fibras). C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 38. 177 pp. (2015)
https://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT38_Calculos_Setor_Madeira_Celulose.pdf (em Português)

A madeira do eucalipto para produção de celulose: Entendendo a construção do indicador de consumo específico de madeira para produção de celulose kraft. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 46. 106 pp. (2017)
https://eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT46_Consumo+Especifico+Madeira+Celulose.pdf (em Português)

Avaliação das perdas de madeira no processo de produção de cavacos para obtenção da polpa celulósica. A.R.C. Araújo. Revista O Papel 80(12): 74 - 81. (2019)
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Perdas+Madeira+Cavacos.pdf (em Português)
e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Perdas+Madeira+Preparo+Cavacos.pdf
(Versão Apresentação em PowerPoint: 72 slides – em Português)

Wood supply optimization in Brazilian pulp industry involving forestry outgrower scheme. M.A. Ferreira; C.S.J. Silva; L.R. Gomide; M.A. Contreras; E.T. Lopes; R.C. Rodrigues; J.M. Mello; N.P. Mendonça. Revista Árvore 3(5): Artigo e430504. 10 pp. (2019)

https://www.scielo.br/pdf/rarv/v43n5/0100-6762-rarv-43-05-e430504.pdf (em Inglês)

Grupo 6: Fundamentos d0 Processo Kraft; Impregnação dos Cavacos e Individualização das Fibras durante a Polpação dos Cavacos de Madeira

Apostila de curso: **Tecnologia de celulose e papel.** C.E.B. Foelkel; L.E.G. Barrichelo. ESALQ/USP/CALQ – Universidade de São Paulo. 213 pp. (1975)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/TecnologiaCelulosePapel_ESALQ_1975.pdf (em Português)

Material de Curso: **Química dos processos de produção de celulose.** C.E.B. Foelkel. Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Celulose e Papel. UFV – Universidade Federal de Viçosa. CENIBRA – Celulose Nipo-Brasileira. 286 pp. (1979)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ufv/03.%20Qu%EDmica%20dos%20Processos%20de%20Produ%E7ao%20de%20Celulose.%201977.1979.pdf (em Português)

Material de Curso: **Tecnologia de celulose: Aulas teóricas, problemas e provas.** A.F. Milanez; C. Foelkel. Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Celulose e Papel. UFV – Universidade Federal de Viçosa. CENIBRA – Celulose Nipo-Brasileira. 96 pp. (1979)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ufv/04.%20Tecnologia%20da%20Celulose.%201977.1979.pdf (em Português)

Impregnação dos cavacos de *Eucalyptus urophylla* pelo licor alcalino kraft durante o cozimento: I. Penetração. C.A. Busnardo; C.E.B. Foelkel. 12º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 08 pp. (1979)

http://celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1979.%20Impregna%E7%E3o%20cavacos.%20Penetra%E7%E3o.pdf (em Português)

Otimização da relação tempo - temperatura na produção de celulose kraft de *Eucalyptus urophylla* de origem híbrida. A.R. Marques; C.E.B. Foelkel; L.M. Oliveira. 12º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 11 pp. (1979)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1979.%20Otimiza%E7%E3o%20tempo%20temperatura.pdf (em Português)

Otimização do processo de polpação kraft de eucalipto. S. Bugajer; A.F. Lima; M.R.E. Pinho. Revista O Papel (Fevereiro): 31 – 47. (1980)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1980_2_Otimizando+Processo+Kraft.pdf (em Português)

Um esquema de metodologia de otimização por modelagem matemática de um digestor contínuo Kamyr. M.A.L. Martins; C.E.B. Foelkel. 14º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 11 pp. (1981)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1981.%20digestor%20por%20marco%20aur%E9lio.pdf (em Português)

Estudos sobre a deslignificação da madeira de *Eucalyptus urophylla* de origem híbrida, pelo processo kraft, para produção de celulose. C.A. Busnardo. Orientação: C. Foelkel. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 216 pp. (1981)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ufv/Carlos%20Busnardo.pdf (em Português)

Deslignificação da madeira de *Eucalyptus urophylla* de origem híbrida pelo processo kraft. I - Alterações na composição da madeira/polpa. C.A. Busnardo; C.E.B. Foelkel; A.J. Regazzi. 15º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 19 pp. (1982)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1982.%20Tese%20Busnardo%20parte%201.pdf (em Português)

Deslignificação da madeira de *Eucalyptus urophylla* de origem híbrida pelo processo kraft. II – Variações na composição física e química do licor residual. C.A. Busnardo; C.E.B. Foelkel; A.J. Regazzi.

15º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 19 pp. (1982)

http://celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1982.%20Tese%20busnardo%20parte%202.pdf (em Português)

O desafio do rendimento. B.V.P. Redko. 17º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 21 pp. (1984)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1984_Desafio+Rendimento.pdf (em Português)

Cinética das reações da etapa da deslignificação principal do processo de polpação sulfato de eucalipto. S. Bugajer; R.M. Assumpção Viegas. Celulosa y Papel 2(2): 22 – 26. (1986)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1986_2.2_Cinetica+Kraft.pdf (em Português)

Um modelo heterogêneo de polpação kraft de eucalipto. S.W. Park; D. Odloak; H. Lewi; A.F. Lima. 19º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 19 pp. (1986)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1986_%20Modelo+Heterogeneo+Polpazao+Eucalipto.pdf (em Português)

Proceso discontinuo de pulpaje kraft con preimpregnación de astillas. C. Cristoffanini; R. Melo. Celulosa y Papel 3(5): 18 - 22. (1987)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/15_Processo%20discontinuo%20de%20pulpaje%20kraft%20con%20preimpregnaci%F3n.pdf (em Espanhol)

Super-batch cooking: A modern way to improve pulp quality and reduce environmental load. H. Hakamaki; K. Kovasin. 24º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 15 pp. (1991)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1991_Super_batch_cooking.pdf (em Inglês)

Improved penetration of pulping reagents into wood. J.L. Minor; E.L. Springer. Paperi ja Puu – Paper and Timber 75(4): 241 – 246. (1993)

https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf1993/minor93b.pdf (em Inglês)

Aspectos gerais dos processos de polpação. J.M. Neves. Semana de "Atualização de Pastas Químicas". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 08 pp. (1995)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1995_Aspectos+Processos+Polpazao.pdf (em Português)

Comparação dos processos de cozimento. C.E.B. Foelkel. Semana de "Atualização em Pastas Químicas". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 34 pp. (1995)

http://celso-foelkel.com.br/artigos/Palestras/Compara%E7%E3o%20processos%20de%20cozimento.pdf (em Português)

Modern pulping and bleaching techniques applied to *Eucalyptus*. T. Poulin; T.M. Greenwood; B.F. Szopinski; K.R. Crofut. 28º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 13 pp. (1995)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1995_Eucalyptus+Modern+Pulping+Bleaching.pdf (em Inglês)

Measurement of delignification diversity within kraft pulping processes. B.S. Boyer. Tese de Doutorado. IPST – Institute of Paper Science and Technology. 232 pp. (1998)

https://pdfs.semanticscholar.org/dd49/7c73cf99e05a90a5fd851f14a6625a987874.pdf (em Inglês)

The ideal fiberline. J. Rogers. 31º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 15 pp. (1998)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1998_Ideal+Fiberline.pdf (em Inglês)

Polpação kraft convencional e modificada de *Eucalyptus*. Características tecnológicas e dissolução dos carboidratos e lignina. H. Fantuzzi Neto; J.L. Gomide; J.L. Colodette. I Congresso "Tecnologia de Fabricação da Pasta Celulósica". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. p. 59 - 68. (1998).

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/ABTCP/1998_Polpas_Kraft_convencional_modificada.pdf (em Português)

Os efeitos da tecnologia e da capacidade da linha de fibras sobre o consumo de químicos no branqueamento. E. Ratnieks; R. Zanchin; M. Sauer; C. Foelkel. 31º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 07 pp. (1998)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1998.%20linha%20de%20fibras%20e%20consumo%20quimicos%20branqueamento.pdf (em Português)

Pulp line technology and overcapacity effects on the bleaching chemicals consumption – Case studies. E. Ratnieks; R. Zanchin; M. Sauer; C. Foelkel. “1998 TAPPI International Pulp Bleaching Conference”. 06 pp. (1998)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/tappi/1998_Pulpline_technology_overcapacity.pdf (em Inglês)

Cozimento avançado para o próximo século: RDH2000. L.D. Shackford; N.H. Shin; W. Wizani. 32º Congresso Internacional Anual. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 11 pp. (1999)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1999_RDH+Process.pdf (em Português)

Gerenciamento dos custos da não qualidade sobre o grau de cozimento e quantidade de rejeitos. L.A. Farina; A.M. Deon. 32º Congresso Internacional Anual. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 12 pp. (1999)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1999_Custos-da-Nao-Qualidade.pdf (em Português)

Monitoramento da remoção dos constituintes da madeira de *Eucalyptus* e consumo de reagentes em processo kraft contínuo modificado. J.M. Almeida; J.L. Gomide. 32º Congresso Internacional Anual. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 18 pp. (1999)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Remo%E7%E3o%20constituintes%20madeira%20eucalipto%20processo%20kraft.pdf (em Português)

Estudos de maximização de rendimento e monitoramento da degradação dos constituintes da madeira de *Eucalyptus* em processo kraft contínuo. J.M. Almeida. Tese de Doutorado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 156 pp. (1999)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1999_Dissolucao_constituintes_madeira_processo_kraft.pdf (em Português)

Estudos de maximização de rendimento com madeira de *Eucalyptus* em processo kraft contínuo. J.M. Almeida; J.L. Gomide; J.L. Colodette. 2º Seminário Brasileiro de "Deslignificação". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. p.: 62 - 78. (1999)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Arquivo%2018%20-%20maximiza%E7%E3o%20rendimento.1999.pdf (em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1999_Maximizacao_rendimento.pdf (em Português)

Aplicação de surfactantes como aditivos na polpação kraft. M. Fiserová; V. Luzáková. Revista O Papel (Novembro): 96 – 103. (2000)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2000_Surfactantes+Polpazao.pdf (em Português)

Aspectos fundamentais da polpação kraft de madeira de *Eucalyptus*. J.L. Gomide; H. Fantuzzi Neto. Revista O Papel (Março): 62 - 67. (2000)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Dissolu%E7%E3o%20constituintes%20madeira%20eucalipto%20cozimento%20kraf.pdf (em Português)

Produção de celulose kraft de *Eucalyptus* utilizando processos batch de deslignificação convencional e seletiva. J.L. Gomide; H. Fantuzzi Neto. Revista O Papel (Abril): 90 – 96. (2000)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Arquivo%2016%20-%20Produ%E7%E3o%20de%20celulose%20kraft%20de%20eucalyptus.2000.pdf (em Português)

Experiencia industrial: Implementación proceso Lo-Solids™ en CMPC Celulosa Santa Fé. F. Valdebenito. Celulosa y Papel 16(4): 10 – 14. (2000)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2000_16.4_Low+Solids+Santa+Fe.pdf (em Espanhol)

Efeito da quantidade de extrativos e da acessibilidade do licor na polpação kraft de clones de *Eucalyptus*. J.M. Almeida; D.J. Silva. 34º Congresso Anual. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 13 pp. (2001)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2001_Extrativos+Impregnacao.pdf (em Português)

Estudio técnico-económico de uso de rechazo de clasificación de pulpa cruda. S. Vera; J. Paz; M. Osses; K. Sanhueza. ATCP-Chile. 09 pp. (2001)
http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Arquivo%2018_Estudio%20t%E9cnico-econ%F3mico%20de%20uso%20de%20rechazo%20de%20cl.pdf (em Espanhol)

New ways of chemical pulping. A. Tuomi. IX Technical "Seminar of Cellulose and Paper". 09 pp. (2001)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2001_Chemical_pulping_Tuomi.pdf (em Inglês)

Implementação de uma eficiente etapa de impregnação na polpação kraft de eucalipto. F.J. Silva; P.S.G. Maciel; M.R. Silva; M.A.L. Peixoto. 35º Congresso Anual. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 09 pp. (2002)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_Etapa_Impregnar_Cavacos.pdf (em Português)

Utilization of surfactants as *Eucalyptus* kraft pulping additives. D.J. Silva; J.M. Almeida; J.L. Gomide. 35º Congresso Anual. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 11 pp. (2002)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_Surfactantes+Polpazao.pdf (em Inglês)

Yield increases with Lo-Solids cooking. B. Strömberg. 35º Congresso Anual. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 07 pp. (2002)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_LoSolids+Pulping.pdf (em Inglês)

Towards complete impregnation of wood chips with aqueous solutions. Part 1: A retrospective and critical evaluation of the penetration process. S. Malkov; P. Tikka; J. Gullichsen. Paperi ja Puu – Paper and Timber. 14 pp. (2002)

http://lib.tkk.fi/Diss/2002/isbn9512261944/article1.pdf (em Inglês)

Towards complete impregnation of wood chips with aqueous solutions. Part 5: Improving uniformity of kraft displacement batch pulping. S. Malkov; P. Tikka; R. Gustafson; M. Nuopponen; T. Vuorinen. Paperi ja Puu - Paper and Timber 85(4): 215 - 220. (2002)

http://lib.tkk.fi/Diss/2002/isbn9512261944/article5.pdf (em Inglês)

Efficiency of chip presteaming. Result of heating and air escape processes. Nordic Pulp and Paper Research Journal 4. 13 pp. (2002)

http://lib.tkk.fi/Diss/2002/isbn9512261944/article6.pdf (em Inglês)

Polpação Lo-Solids de eucalipto: Efeito do ritmo de produção. F.G. Silva Júnior; T.T. McDonough. Revista O Papel (Janeiro): 69 - 81. (2002)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/24_polpacao%20lo-solids%20eucalipto%20e%20ritmo%20producao.pdf (em Português)

Digestor contínuo: Práticas e melhorias para aumento de produção. F. Tesser. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 26 slides. (2003)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2003_Aumento_produtividade_digestor.pdf (em Português)

Importância da densidade e do teor de carboidratos totais da madeira de eucalipto no desempenho da linha de fibra. A. Mokfienski; J.L. Gomide; J.L. Colodette; R.C. Oliveira. 3rd ICEP – International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 14 pp. (2003)

https://www.eucalyptus.com.br/icep01/alfredo_mokfienski.pdf (em Português)

Modeling the process of water penetration into softwood chips. S.Y. Malkov; V.A. Kuzmin; V.P. Baltakhinov; P. Tikka. Journal of Pulp and Paper Science (April). 16 pp. (2003)

http://lib.tkk.fi/Diss/2002/isbn9512261944/article7.pdf (em Inglês)

Efecto del tiempo de cocción en el proceso de producción de pulpa de *Eucalyptus*. M. Osses M.; K. Sanhueza M.. 10ª Jornadas Técnicas de la Celulosa y el Papel. Apresentação em PowerPoint: 35 slides. (2003)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2003_Efecto+Tiempo+Coccion.pdf (em Espanhol)

Estudos sobre a impregnação kraft de cavacos de *Eucalyptus spp.* M.M. Costa; J.L. Gomide; M. Zanuttini; E. Souza; M. Brum Neto. 37º Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 11 pp. (2004)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Impregna%E7%E3o%20paper%20marcelo%20costa%20abtcp2004.pdf (Versão Texto: 11 pp - em Português)

e

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Impregna%E7%E3o%20cavacos%20euca%20by%20Marcelo%20Costa%20PPT.pdf (Versão Apresentação em PowerPoint: 44 slides - em Português)

Revalorización de los nudos de rechazo provenientes de plantas de celulosa. M. Pereira; R. Melo; R. Gajardo. Celulosa y Papel 20(3): 16 - 20. (2004)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/01_Revalorizaci%F3n%20de%20los%20nudos%20de%20rechazo%20provenientes%20de%20pl.pdf (em Espanhol)

Aspects on contemporary cooking technology: Mass production versus pulp quality. P. Tikka. 38º Congresso Anual. ABTCP - Associação

Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 17 slides. (2005)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2005_Cooking+Technology.pdf (em Inglês)

Alkali impregnation of hardwood chips. M. Zanuttini; M. Citroni; V. Marzocchi; C. Inalbon. Tappi Journal 4(2): 28 - 30. (2005)

https://www.researchgate.net/publication/290076169_Alkali_impregnation_of_hardwood_chips (em Inglês)

Impregnação de madeiras de eucalipto e pinho em processos de polpação alcalina. Efeitos da pré-vaporização e da impregnação pressurizada. M.C. Inalbon; M. Zanuttini; V. Marzocchi; M. Citroni; C. Pieck. Revista O Papel 66(4): 77 – 82. (2005)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Impregna%E7%E3o%20cavacos%20eucalipto%20e%20pinus%20abtcp%20o%20papel%20com%20e.pdf (em Português)

Impregnabilidad de la madera de *Eucalyptus nitens*. V.N. Salas Langer. Trabalho de Titulação. Universidad Austral de Chile. 66 pp. (2005)

http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/fifs161i/doc/fifs161i.pdf (em Espanhol)

Optimum kappa cooking: A versatile tool to improve the financial performance of an *Eucalyptus* mill. A. Forsström; J. Basta; C. Blom. Revista O Papel (Junho): 101 – 104. (2006)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2006_Optimum+Kappa+Cooking.pdf (em Inglês)

Diffusion of chemicals into green wood. A. Jacobson. Dissertação de Mestrado. Georgia Institute of Technology. 132 pp. (2006)

https://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/10516/jacobson_aaron_200605_phd.pdf (em Inglês)

Processo Lo-Solids. C.V.C. Santos. Seminário sobre "Tecnologias de Cozimento". ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 41 slides. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2007_Processo+Lo-Solids.pdf (em Português)

The top ten factors in kraft pulp yield. M. MacLeod. Paperi ja Puu – Paper and Timber 89(4). 07 pp. (2007)

http://kraftpulpingcourse.knowledgefirstwebsites.com/f/Top_Ten.pdf (em Inglês)

Modernas linhas de fibras de celulose kraft branqueada de eucaliptos. C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 07. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/newspt_jan07.html#quatorze (em Português)

Modern bleached kraft *Eucalyptus* pulp fiberlines. C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 07. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/newseng_jan07.html#quatorze (em Inglês)

As melhores tecnologias e práticas ambientalmente disponíveis para produção de polpa kraft branqueada de eucalipto. C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 08. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/newspt_mar07.html#quatorze (em Português)

Best available technologies and best environmental practices to the production of *Eucalyptus* bleached kraft pulps. C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 08. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/newseng_mar07.html#quatorze (em Inglês)

Melhores tecnologias disponíveis para fabricação de celulose de eucalipto. (Uma continuação sobre esse tema). C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 10. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/newspt_julho07.html#cinco (em Português)

Best available techniques to the manufacture of *Eucalyptus* pulp. (A continuation on this topic). C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 10. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/newseng_july07.html#cinco (em Inglês)

Evaluation of kraft pulp mill compliance with the BAT's - Environmentally sound technologies & clean technologies. (*Best Available Techniques to the pulp & paper industrial segment bleached kraft process*). C. Foelkel. Websites Grau Celsius. 35 pp. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/BATs+ESTs_Questionnaire.pdf (em Inglês)

Conceitos e tecnologias de cozimentos batch e contínuos. F.G. Silva Jr. Seminário sobre "Tecnologias de Cozimento". ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 51 slides. (2007)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/18_tecnologias%20cozimentos%20batch%20e%20continuos.pdf (em Português)

Comportamento dos constituintes químicos da madeira de eucalipto na polpação Lo-Solids™. L.R. Pimenta; J.L. Gomide; J.L. Colodette; N.H. Shin. 3rd ICEP - International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 14 pp. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/icep03/170Pimenta.text.pdf (em Inglês)

Effects of temperature gradients in batch kraft cooking digester. S. Jain; G. Mortha. 41º Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 33 slides. (2008)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2008_Chips+Temperature+Gradients+Cooking.pdf (em Inglês)

Real-time estimation of pulp yield: Application to *Eucalyptus*. D.S. Perez; V.M. Sacon; A. Gullemain; P. Nougier; M. Petit-Conil; A. van Heinningen. 41º Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 49 slides. (2008)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2008_Estimation+Pulp+Yield.pdf (em Inglês)

Processo de fabricação de celulose. D.R.C. Flores. "Semana do Papel". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 63 slides. (2008)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2008_Processo+Celulose.pdf (em Português)

Processo de fabricação de celulose. Aracruz Unidade Guaíba. "Semana do Papel" na PUC-RS. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 52 slides. (2008)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2008_Processo+Fabricar+Celulose.pdf (em Português)

Tools to predict the *Eucalyptus* kraft pulp yield. V. Haaranen; T. Liitiä; J. Fiskari; R. Alén; K. Kovasin; R. Koponen. 42º Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 09 pp. (2009)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2009_Predicting+Eucalyptus+Kraft+Pulp+Yield.pdf (em Inglês)

Extended impregnation in the kraft cook - An approach to improve the overall yield in eucalypt kraft pulping. H. Wedin; M.E. Lindström; M. Ragnar; H. Kommun. Nordic Pulp and Paper Research Journal 25(1): 07 – 14. (2009)

https://www.researchgate.net/publication/287774264_Extended_impregnation_in_the_kraft_cook_-_An_approach_to_improve_the_overall_yield_in_eucalypt_kraft_pulping (em Inglês)

Material de Curso: **Linha de fibra: Polpação.** A. Mokfienski. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 34 slides. (2009)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2009_Linha%20+Fibras_Pulping.pdf (em Português)

Extended impregnation in kraft cooking of softwood: Effects on reject, yield, pulping uniformity, and physical properties. K. Karlström. Tese de Doutorado. KTH – The Royal Institute of Technology. 50 pp. (2009)

https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:280057/FULLTEXT01.pdf (em Inglês)

Dynamics of impregnation in *Eucalyptus* kraft pulping. M.C. Inalbon; J.I. Bernal; M.A. Citroni; M.A. Zanuttini. 4th ICEP – International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. Apresentação em PowerPoint: 76 slides. (2009)

https://www.eucalyptus.com.br/icep04/18_Inalbon.et.all.pdf (em Inglês)

Avaliação dos processos kraft convencional e Lo-Solids™ para madeira de *Pinus taeda*. F.A. Gomes. Dissertação de Mestrado. USP – Universidade de São Paulo. 99 pp. (2009)

https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-23062009-083702/publico/Fabiana_Gomes.pdf (em Português)

O processo de impregnação dos cavacos de madeira de eucalipto pelo licor kraft de cozimento. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 15. 97 pp. (2009)

https://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT15_ImpregnacaoCavacos.pdf (em Português)

Individualização das fibras da madeira do eucalipto para a produção de celulose kraft. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 16. 107 pp. (2009)

https://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT16_IndividualizacaoFibras.pdf (em Português)

Modelación, simulación y control de un digestor continúo de pulpa. D. Melo; E. Canales. Celulosa y Papel 25(5): 02 – 8. (2010)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2010_25.5_Simulacion+Digestor.pdf (em Espanhol)

Análise de distúrbios de compactação de cavacos de eucalipto em digestores contínuos fase vapor. F.M. Correia. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 146 pp. (2010)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/02_DissertacaoFlavioCorreia.pdf (em Português)

Substituição do vapor expandido para aquecimento do silo de cavacos por vapor de baixa pressão através de integração energética na linha de fibras. F. De Carli; E. Ratnieks; F.T. Giehl. 44º Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2011)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2011_Steaming+Chips.pdf (Versão Texto: 08 pp. – em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2011_Vaporizazao+Chips.pdf (Versão Apresentação em PowerPoint: 17 slides – em Português)

Validación de variables que afectan el rendimiento en digestor continuo para producción de celulosa kraft de *Eucalyptus*. C.M. Diaz Morales. Dissertação de Mestrado Profissional. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 79 pp. (2011)

https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/5914/1/texto%20completo.pdf (em Espanhol)

Effects of extended cooking times in the production of *Eucalyptus* pulps. M.A. Osses; J.L. Gomide. Celulosa y Papel (Marzo): 13 – 15. (2012)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2012_Extended_Cooking.pdf (em Inglês)

As futuras fábricas de celulose kraft branqueada – O que podemos esperar para elas? C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 39. (2012)

https://www.eucalyptus.com.br/newspt_fev12.html#quatorze (em Português)

The future bleached kraft pulp mills - What can we expect for them? C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 39. (2012)

https://www.eucalyptus.com.br/newseng_feb12.html#quatorze (em Inglês)

Further insights into extended-impregnation kraft cooking of birch. H. Wedin; J. Fiskari; K. Kovasin; M. Ragnar; M.E. Lindström. Nordic Pulp and Paper Research Journal 27(5): 890 – 899. (2012)

https://www.researchgate.net/publication/236216142_Further_insights_into_extended-impregnation_kraft_cooking_of_birch (em Inglês)

Impregnação de cavacos de eucalipto com efluentes setoriais na polpação kraft. W.M. Souza; L.S. de Caux; L.C. Dalvi. 46º Congresso

Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 10 pp. (2013)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2013_Impregnando+Cavacos+Efluentes+Polpazao.pdf (em Português)

Redução da variabilidade do Kappa na saída do digestor por controle multivariável de nível de cavacos. A.S. Castro; E. Lanna. Seminário de "Manutenção e Automação". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 22 slides. (2013)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2013_Reduzindo_Variabilidade+Kappa.pdf (em Português)

Efeito da anatomia no fluxo da água em madeira de *Eucalyptus* e *Corymbia*. T.C. Monteiro. Tese de Doutorado. UFLA – Universidade Federal de Lavras. 131 pp. (2014)

http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/3442/1/DOUTORADO%20Efeito%20da%20anatomia%20no%20fluxo%20da%20%C3%A1gua%20em%20madeira%20de%20Eucalyptus%20e%20Corymbia.pdf (em Português)

Hardwood kraft pulping kinetics. D. Almeida; H. Jameel; P. Hart; R. Santos. 7th ICEP - International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 09 pp. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/18_Diego+Almeida1.pdf (em Inglês)

New developments in pulping technology. M.A. Andrade; O. Pikka. 7th ICEP - International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. Apresentação em PowerPoint: 61 slides. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/11.1.Olavi+Pikka.SLIDES.pdf (em Inglês)

Os benefícios da estabilidade da descarga de polpa do digestor para o processo de cozimento: Estudo de caso. M.A.A. Silva; R.A. Lima; L. Ventorim; C.R.S Ferreira; J. Sarcinelli; R.M. Aguilar; M.A. Monfardini. 48º Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2015_Beneficios+Estabilidade+Digestor.pdf
(Versão Texto: 15 pp. – em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2016_Estabilidade+Cozimento_Veracel.pdf
(Versão Apresentação em PowerPoint: 21 slides – em Português)

Eldorado Brasil Celulose: The first two operation years. L.R. Pimenta; T.E.S. Segura; F.B. Mattiazzo. 7th ICEP – International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 10 pp. (2015)
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1.2.Tiago+Segura.MANUSCRITO.pdf
(em Português)

Métodos estatísticos e redes neurais aplicados a modelos preditivos em digestor contínuo de celulose kraft de eucalipto. F.M. Corrêa. Tese de Doutorado. UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas. 183 pp. (2016)

http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/305509/1/Correia_FlavioMarcelo_D.pdf (em Português)

Influence of chip presteaming conditions on kraft pulp composition and properties. M. Bäckström; A. Jensen; E. Brännvall. Holzforschung 70(5): 393 – 399. (2016)

https://www.researchgate.net/publication/282149801_Influence_of_chip_presteaming_conditions_on_kraft_pulp_composition_and_properties (em Inglês)

A evolução tecnológica do setor de celulose e papel no Brasil. E.S. Campos; C. Foelkel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 228 pp. (2016)

http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/2017_Livro_EvolucaoTecnologica_Celulose_Papel_Brasil.pdf (em Português)

Efeito da impregnação prolongada dos cavacos no rendimento e branqueabilidade da polpa kraft de eucalipto. G.S.L.B. Souza.

Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 75 pp. (2016)

https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/8691/1/texto%20completo.pdf (em Português)

Efeito da impregnação prolongada dos cavacos no rendimento e branqueabilidade da polpa kraft de eucalipto. G.S.L.B. Souza; F.J.B. Gomes; J.L. Colodette. 49º Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 11 pp. (2016)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2016_IMPREGNACAO+PROLONGADA.pdf (em Português)

Increased pulp yield by prolonged impregnation in softwood kraft pulping. D. Tavast; E. Brännvall. Nordic Pulp & Paper Research Journal 32(1): 14 – 20. (2017)

https://www.degruyter.com/downloadpdf/journals/npprj/32/1/article-p14.xml (em Inglês)

Os fatores de sucesso para a alta qualidade da celulose. Veracel Celulose. Apresentação em PowerPoint: 20 slides. (2017)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2017_Fatores+Sucesso+Qualidade+Celulose.pdf (em Português)

Material de Curso: **Química da madeira e dos processos de cozimento e de branqueamento.** V. Lucas. Curso intensivo "Processo de Produção de Pasta". TECNICELPA-Portugal. 100 pp. (2017)

https://www.tecnicelpa.com/files/20170607_VitorLucas.pdf (em Português)

The limits of delignification in kraft cooking. E. Brännvall. BioResources 12(1): 2081 – 2107. (2017)

https://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes_12_1_Brannvall_Review_Limits_Delignification_Kraft_Cooking/5090 (em Inglês)

Impregnation in krat pulping. Explanatory mechanism and useful predictions. M. Zanuttini. 8th ICEP – International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. Apresentação em PowerPoint: 92 slides. (2017)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2.5.Pulping_Zanuttini.pdf (em Inglês)

Enhancing *Eucalyptus* kraft pulp yield and bleachability. G.B. Souza; C.B. Souza; M. Zanão; D.P. Almeida; F.J.B. Gomes; J.L. Colodette. 8th ICEP – International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. Apresentação em PowerPoint: 41 slides. (2017)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2.1.Pulping_Colodette.pdf (em Inglês)

Análise de distúrbios de compactação de cavacos de eucalipto em um digestor continuo Compact Cooking G2. M.E.D. Blonski; G.F. Moura; C.G.L. Araújo; C.V.C. Santos. 50º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2017)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2017_Disturbios_Cavacos.pdf (Versão Apresentação em PowerPoint: 30 slides – em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2018_Compactacao+Cavacos+Digestor.pdf (Republicado em formato texto na Revista O Papel, Dezembro, 2018 - em Português)

Processos de polpação química. Futuro da indústria de celulose. O. Mambrim Filho; A.R. Souza; A.E.S. Bosquê Júnior. 50º Congresso Internacional de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 27 slides. (2017)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2017_Processos+Polpazao+Futuros.pdf (em Português)

Indústria do futuro. Eldorado Brasil. L. Pimenta; T. Segura. 50º Congresso Internacional de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 22 slides. (2017)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2017_Industria+Futuro.pdf (em Português)

Wood permeability in *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus dunnii.* R.N. Rezende; J.T. Lima; L.E.R. Paula; P.R.G. Hein; J.R.M. Silva. Flor@m - Floresta e Ambiente 25(1). 07 pp. (2018)

http://www.scielo.br/pdf/floram/v25n1/2179-8087-floram-25-1-e20150228.pdf (em Inglês)

Revisão e atualização da tecnologia CompactCooking. A. Domingues; R. Biasotto; C. Fonseca; D. Rodrigues. Revista O Papel 80(8): 83 – 90. (2019)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Tecnologia_CompactCooking.pdf (em Português)

Steaming of wood chips: Experimental determination of heating times and effect of different parameters. H. Broberg. Dissertação de Mestrado. KTH - The Royal Institute of Technology. 39 pp. (2019)

http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1353778/FULLTEXT01.pdf (em Inglês)

Longa vida ao processo kraft. C. Foelkel. Info@Tecnicelpa - Folha Informativa TECNICELPA 60: 19 – 21. Websites Grau Celsius. (2019)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Longa_Vida_Processo_Kraft.pdf (em Português)

e

http://celso-foelkel.com.br/artigos/Tecnicelpa_Longa+Vida+Processo+Kraft.pdf (em Português)

Otimização do cozimento através de penetrante de cavaco. M.X. Ribeiro**.** 5° Encontro de Operadores de Linhas de Fibra & 1° Encontro de Operadores de Pátio de Madeiras. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 23 slides. (2019)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Penetrante+Cavaco.pdf (em Português)

Revisitando número kappa: Conceitos e aplicações na indústria de celulose. F.M. Correia; J.V.H. d'Angelo; F.G. Silva Júnior. Revista O Papel 80(7): 77 – 89. (2019)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Revisitando+Numero+Kappa.pdf (em Português)

Sci-Tech Service Oy. P. Tikka. Website Scitech. Acesso em 10.01.2021:

https://www.scitech.fi/ (Website – em Inglês)

https://www.scitech.fi/articles/ (Artigos – em Inglês)

https://www.scitech.fi/doctoral-theses/ (Teses de Doutorado – em Inglês)

The kraft pulping course. M. MacLeod. Acesso em 10.01.2021:

https://www.kraftpulping.com/home_kraft_pulping.html (Website – em Inglês)

https://www.kraftpulping.com/bonus_articles.html (Artigos em polpação kraft – em Inglês)

Eucalyptus Newsletter é um informativo técnico orientado para ser de grande aplicabilidade a seus leitores, com artigos e informações acerca de tecnologias florestais e industriais sobre os eucaliptos
Coordenador e Redator Técnico - Celso Foelkel
Editoração - Alessandra Foelkel (*webmaster@celso-foelkel.com.br*)
GRAU CELSIUS: Tel. (51) 99947-5999
Copyrights © 2017 - 2021 - celso@celso-foelkel.com.br

Essa **Eucalyptus Newsletter** é uma realização da **Grau Celsius**. As opiniões expressas nos artigos redigidos por Celso Foelkel, Ester Foelkel e autores convidados, bem como os conteúdos dos websites recomendados para leitura não expressam necessariamente as opiniões dos apoiadores, facilitadores e patrocinadores.

Caso você tenha interesse em **conhecer mais sobre a Eucalyptus Newsletter** e suas edições, por favor visite:
https://www.eucalyptus.com.br/newsletter.html

Descadastramento: Caso você **não queira continuar recebendo** a Eucalyptus Newsletter, o Eucalyptus Online Book e a PinusLetter, envie um e-mail para: webmanager@celso-foelkel.com.br

---

Caso esteja interessado em **apoiar ou patrocinar** as edições da Eucalyptus Newsletter, da PinusLetter, bem como os capítulos do Eucalyptus Online Book - click aqui - para saber maiores informações

---

Caso queira se **cadastrar** para passar a receber as próximas edições dirija-se a: https://www.eucalyptus.com.br/cadastro.html

---