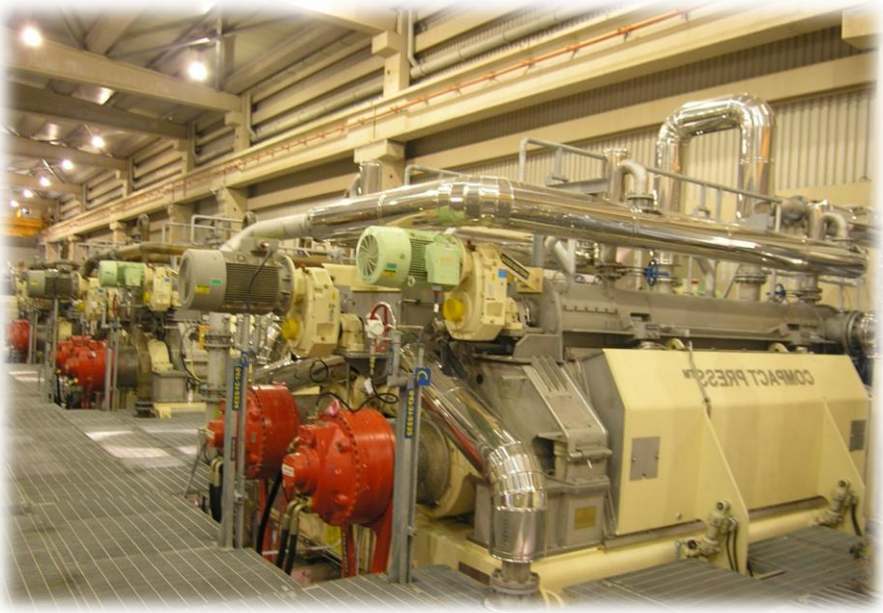
As Páginas na Web do Professor Celso Foelkel
www.celso-foelkel.com.br
www.eucalyptus.com.br

Relato de Vida e Coletânea de Publicações...



Lavagem das Polpas Celulósicas

Vivências no desenvolvimento desse processo tecnológico e uma coleção de textos disponibilizados para estudos

...por ***Celso Foelkel***

Outubro de 2024

CONTEÚDO DA PUBLICAÇÃO

01. **Agradecimentos**

02. **Introito histórico pelo autor Celso Foelkel**

03. **O importante papel da lavagem das polpas ao longo do processo de fabricação da celulose:** *Aspectos básicos sobre as tecnologias para a lavagem das polpas*

04. **Vivências do autor em temas relacionados à lavagem das polpas celulósicas**

05. **As mazelas mais comuns e sugestões de melhorias para o processo de lavagem de polpas celulósicas**

06. **Importantes autores da literatura global com publicações sobre a Lavagem das Polpas Celulósicas**

07. **Publicações de Celso Foelkel e de seus coautores e colaboradores em temas relacionados à Lavagem das Polpas Celulósicas**

08. **Coletânea de fontes de informações selecionadas e compartilhadas sobre assuntos relacionados à Lavagem das Polpas Celulósicas**

09. **UM ENORME MUITO OBRIGADO a todos os leitores e apoiadores**

AVISO IMPORTANTE PARA AMIGOS(AS) LEITORES

Essa publicação apresenta referências de literatura com links aos endereços onde elas podem ser encontradas na web.

Para os casos específicos de endereços de web relacionados aos dois websites abaixo, eu estarei comprometido, enquanto estiver vivo e consciente de meu papel com a sociedade científica e tecnológica, em manter sempre ativos os endereços dos arquivos para que possam ser descarregados:

https://www.celso-foelkel.com.br

e

https://www.eucalyptus.com.br

...os demais websites podem eventualmente sofrer remodelações que tragam descontinuação de alguns ou muitos desses endereços de publicações para o acesso por terceiros.

Caso isso aconteça, copie e cole o título da publicação e tente encontrar a mesma em outro possível endereço usando o Google, o Bing ou alguma outra ferramenta de busca.

Caso não consiga, não se preocupe.

Durante a redação desse presente documento, eu tive a cautela de guardar em pastas apropriadas quase todos os arquivos mencionados na edição desse Relato de Vida do professor Celso Foelkel.

Caso se tenha alguma dificuldade para descarregar o arquivo e/ou a necessidade de obter algum dos materiais citados como bibliografia, por favor, entrar em contato com:

celso.foelkel@eucalyptus.com.br

...que eu tentarei localizar o arquivo para lhes dar conhecimento ou enviar através de endereço de e-mail, Caso isso esteja em meu alcance.....

Relato de Vida e Coletânea de Publicações...

por Celso Foelkel

Lavagem das Polpas Celulósicas

Vivências no desenvolvimento desse processo tecnológico e uma coleção de textos disponibilizados para estudos

01. Agradecimentos

Desejo agradecer com muita sinceridade e fraterna amizade a excepcional cooperação de nossos sempre presentes parceiros, a seguir nominados, que permitem que possamos difundir de maneira seletiva e socialmente comprometida, muitos dos conhecimentos que conseguimos resgatar e selecionar em seus bancos de dados. Há anos essas organizações me oportunizam e prestigiam com esse tipo de acesso privilegiado às suas bases documentais para promoção e difusão do conhecimento setorial:

- ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel, através de seus diretores, conselheiros, gestores e autores de publicações;

- Tappi – Technical Association of the Pulp and Paper Industry, através de sua presidência (Mr. Larry Montague);

- Riadicyp/Ciadicyp – Red IberoAmericana de Docencia e Investigación en Celulosa, Papel y Productos Lignocelulósicos, através de seus fundadores, membros e gestores (Dra. Maria Cristina Area e Dr. Song Won Park);

- ICEP – International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp, através de seus criadores, organizadores e gestores dos eventos: Dr. Fernando José Borges Gomes e Dr. Jorge Luiz Colodette;

- Tecnicelpa – Associação Portuguesa dos Técnicos das Indústrias de Celulose e Papel, através de seus gerentes executivos, que facilitam ou facilitaram a distribuição de meus artigos de opinião, publicados em todas as revistas da associação desde o ano de 2007;

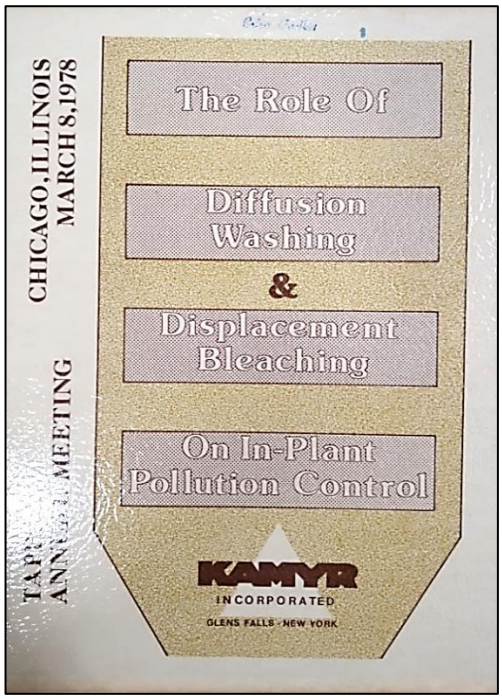
- ATCP-Chile, através de seus diretores e gerentes executivos, que me têm oportunizado divulgar em meus informativos e cursos técnicos alguns dos artigos publicados em seus eventos ou revistas por eminentes pesquisadores internacionais e nacionais.

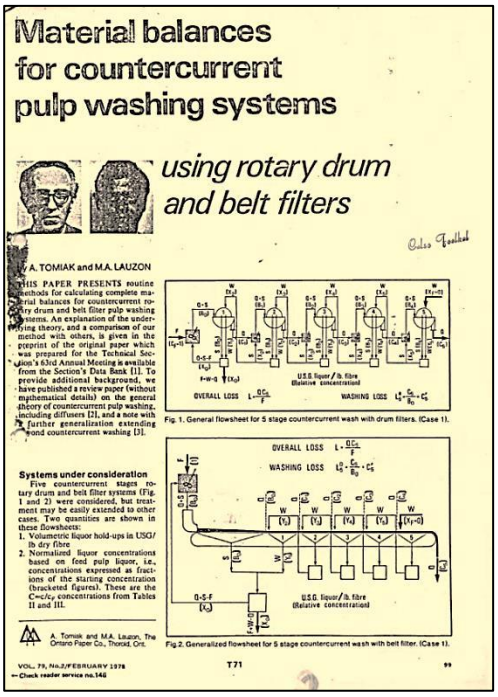
As nossas continuadas parcerias com essas entidades, integrando-nos assim para a divulgação de materiais técnicos que são inseridos em nossas coletâneas para acesso dos leitores, têm sido um dos fatores-chaves para a difusão do conhecimento tecnológico setorial para a sociedade, principalmente aos brasileiros e ibero-americanos.

Também contei com a colaboração voluntária de dois de meus muitos amigos do setor de celulose e papel no Brasil, aos quais coloco um fraternal muito obrigado por me ajudarem dando sugestões técnicas ou oferendo acesso a bibliografias disponíveis em suas bibliotecas acadêmicas: ***Cristiane Pedrazzi*** *e* ***Gabriel Valim Cardoso.***

A todos os meus sinceros amigos, meu sincero muito obrigado e esperamos continuar a manter esse tipo de parceira para a continuada veiculação de muitos conhecimentos a todos do nosso setor de celulose, papel e florestas plantadas.

02. Introito pelo autor Celso Foelkel





Anos 1970's e 1980's: *Épocas notáveis de criatividade e inovações*

Desde a invenção do papel é que a operação de ***Lavagem*** tem sido a principal das operações unitárias nas fábricas do setor de produção de celulose e papel. Grandes quantidades de água são utilizadas para muitos tipos de lavagens de materiais ao longo do processo celulósico-papeleiro: toras de madeira, cavacos deslignificados ao término do cozimento, polpa marrom após a saída do digestor e da deslignificação com oxigênio, polpas após cada etapa do branqueamento da celulose, "dregs", "grits", lama de cal, etc., etc.

Além disso, a própria formação da folha de celulose ou papel consiste na última e mais drástica lavagem da polpa que se encontra na forma de uma folha úmida, que será desaguada na mesa plana através de uma enorme passagem de água através dela.

Logo depois, essa mesma folha úmida será prensada a uma alta consistência para finalmente ser secada na bateria de secadores. Aquilo que não conseguir ser lavado e acabar sendo secado junto à folha de papel poderá resultar em problemas na qualidade e uso do papel. Por exemplo: residuais de lignina, de ácidos hexenurônicos, de extrativos e de metais pesados poderão trazer mais rápida reversão da alvura; extrativos e "stickies" poderão trazer indesejáveis manchas ou afetar o uso do papel gráfico formando pintas ou manchas, etc., etc.

Ao longo do processo da fabricação de celulose branqueada, a lavagem inadequada poderá resultar em maiores consumos de químicos nos estágios do branqueamento e também na deslignificação com oxigênio.

Além disso, como efeito adicional, teremos aumento nos problemas ambientais com o aumento da DQO (Demanda Química de Oxigênio) nos efluentes, organoclorados adicionais gerados pelo maior consumo de cloro ativo no branqueamento, maior geração de lodo orgânico, etc.

Somem-se a esses malefícios, as perdas de matéria orgânica dissolvida (lignina e carboidratos) e de fibras boas perdidas nas lavagens, que poderiam ficar contidas no processo, mas que acabam sendo perdidas e convertidas em efluentes a tratar e depois em lodos orgânicos.

Como há muito a se lavar em fábricas de celulose e de papel, o consumo de água é bastante elevado nesses tipos de fabricação. No século passado, com tecnologias menos evoluídas e com uma postura pouco respeitosa em relação ao meio ambiente, era comum se utilizar mais de 200 metros cúbicos de água por tonelada de celulose e outros 100 para fabricar o papel. Com as medidas de fechamento de circuitos e com tecnologias ambientalmente mais adequadas, essa quantidade de água se reduziu bastante, com geração de aproximadamente 20 a 25 m³ de efluente tratado por cada tonelada de celulose produzida pela máquina secadora de folhas. Na verdade, e quase sempre esquecido de se mencionar isso pelos fabricantes, o consumo de água é de 12 a 25% maior do que a geração de efluentes tratados, pois há perdas ainda significativas de água na secagem dos materiais, na lavagem de pisos, na lavagem das toras, nas torres de resfriamento de efluentes e de água industrial, nos vapores liberados para a atmosfera pela caldeira de recuperação, máquinas secadoras, etc., etc.

Enfim, tivemos avanços em fechamentos de circuitos, mas ainda há muito mais a se conseguir em termos de consumo e recuperação de água. Tecnologias até que existem para melhorar a qualidade das águas que são recicladas nesses processos de fechamento de circuitos, como osmose reversa, microfiltração, etc. Haverá de chegar o dia em que essas tecnologias poderão ser amplamente utilizadas como sistemas de depuração/limpeza de águas ao longo do processo (como rins ou "kidneys" purificadores) e não deixar toda a responsabilidade de reduzir a poluição para os sistemas de tratamento de efluentes.

Apesar de todos esses importantes e inquestionáveis posicionamentos sobre a Lavagem das Polpas em toda a linha de fibras, pode-se dizer que a Lavagem das Polpas Celulósicas é uma operação muito pouco cuidada (às vezes, até esquecida que existe) nas fábricas de celulose. Dá para se dizer que se trabalha com ela como se fosse uma "gata borralheira", com manutenções inadequadas, sobrecarga de utilização e muito pouca atenção nos controles operacionais que deveriam ser aplicados a ela. Muito triste isso, pode ser que a maioria dos fabricantes de celulose esteja esperando que a gata borralheira encontre o seu príncipe

para se desabrochar. E esse príncipe pode ser o **Valor Econômico** que a boa utilização da Lavagem traria à empresa, caso fosse dada a ela a devida e requerida atenção.

O setor industrial de produção de celulose e papel vive momentos tecnológicos e mercadológicos singulares, com o enorme crescimento da produção de celulose branqueada de eucalipto em países da América do Sul (Brasil, Chile, Uruguai, Argentina e outros com bons potenciais de crescimento como Colômbia e Paraguai).

Enquanto as exigências ambientais da própria indústria se refletem em um maior fechamento de circuitos e menores consumos de água, as demandas qualitativas para a celulose e o papel branco estão em parte sendo amenizadas em relação ao nível de alvura, o que facilita a produção das polpas brancas. Até certo ponto, o motor impulsionador do branco total estava sendo a colagem alcalina e o uso do carbonato de cálcio como carga para papéis de impressão. Mas atualmente, estamos na verdade tendo um crescimento surpreendente para destinação desse tipo de polpa para a fabricação de papéis sanitários ("tissue"), em fábricas desse papel pelo mesmo fabricante da celulose de mercado. Logo, têm ocorrido produções integradas para papéis com exigências em alvura diferentes: tanto para papéis sanitários como para papéis de impressão.

Essas mudanças na produção maior de papéis menos brancos, acabam facilitando a produção das celuloses, matérias-primas para se fabricar os mesmos. Isso porque as linhas de fibra podem realizar o branqueamento da polpa em três estágios (quatro no máximo) e com menos necessidade de produtos químicos branqueadores. Com isso, a utilização de capital na linha de fibras poderia ser distribuída de novas maneiras, dando-se mais privilégios também às operações de lavagens das polpas e fechamento dos circuitos de água, desde a seção de produção de polpa marrom (digestores) até o final do branqueamento e máquina de formação da folha.

Até mesmo os sonhados equipamentos "kidneys" poderiam ser introduzidos para melhoria da qualidade da água que recircularia nas lavagens de polpas em suas diferentes etapas. Já se tem testado com cautela e até com certo sucesso o uso de efluentes finais tratados para uso em processos de lavagens de polpas. Mas com os conhecidos problemas que podem ocasionar devido à própria variação da qualidade desse efluente tratado e do que ele pode introduzir de contaminações, tais como íons metálicos, sujeiras de extrativos e lignina clorada, etc.

Eu particularmente continuo acreditando que se poderia investir em tratar melhor os efluentes setoriais de melhor qualidade para uso em recirculação e retorno ao processo. A prática de misturar todos os efluentes, tratar todos juntos, com certeza tem muitas desvantagens pelo fato de misturar líquidos mais limpos e mais fáceis de limpar com líquidos muito mais contaminados e sujos, que acabam estragando qualquer possibilidade de retornar um efluente setorial como água de processo.

Atualmente, as lavagens intensas com água limpa têm sido substituídas por lavagens com filtrados, em contracorrente. Os locais para se colocar água limpa no processo são cada vez mais restritos. Eles devem ser encontrados com sabedoria e com sabedoria devemos escolher os pontos onde purgar a água contaminada com o lixo químico.

As melhores localizações para se colocar água limpa são as de final de processo na linha de fibras. Por exemplo, na fabricação de celulose de mercado, a "***última e mais intensa lavagem da polpa ocorre na máquina formadora da folha"***, na sua mesa plana. Se o pH nesse momento for baixo também, na faixa de 4 - 5, por exemplo, estaremos fazendo uma última lavagem química da polpa antes de se secá-la. Os filtrados ou água branca da máquina formadora de folhas podem e devem ser tratados para limpá-los e reusá-los tratados (ou mesmo tal qual), e isso é fácil de ser conseguido.

O resultado de tudo isso é claro. Temos que ser cada vez mais sábios na combinação das etapas processuais e em suas purgas. Lembrar que tudo isso tem custos envolvidos e causam impactos ambientais. Se projetarmos mal e se gerenciarmos mal, prejudicaremos a polpa, os custos da empresa e o meio ambiente.

Reforçando: até hoje me questiono porque as fábricas tendem a misturar efluentes limpos com efluentes muito sujos, estragando então toda a água. Com sabedoria, muitas águas que hoje vão para o efluente final, poderiam ser tratadas setorialmente e reutilizadas nas lavagens de polpas e até mesmo de toras, "dregs", "grits", etc.

Insisto em recomendar aos projetistas de fábricas: porque não separar melhor as águas e tratá-las separadamente em miniestações de tratamento de água na fábrica? Com isso, para cada água, orientar a mesma quanto à sua destinação e ao seu tratamento. Há muita água boa nas nossas fábricas indo aos efluentes, para o ar ou para os pisos. Com muito pouco elas se tornariam de novo água limpa de processo.

E são exatamente algumas das etapas de lavagem da polpa e de outros materiais do processo os locais mais indicados para receber essas águas recicladas e recondicionadas em qualidade para desempenhar novas funções

03. **O importante papel da lavagem das polpas ao longo do processo de fabricação da celulose:** *Aspectos básicos sobre as tecnologias para a lavagem das polpas*

Fonte da Imagem:
https://www.eucalyptus.com.br/news/pt_maio19.pdf

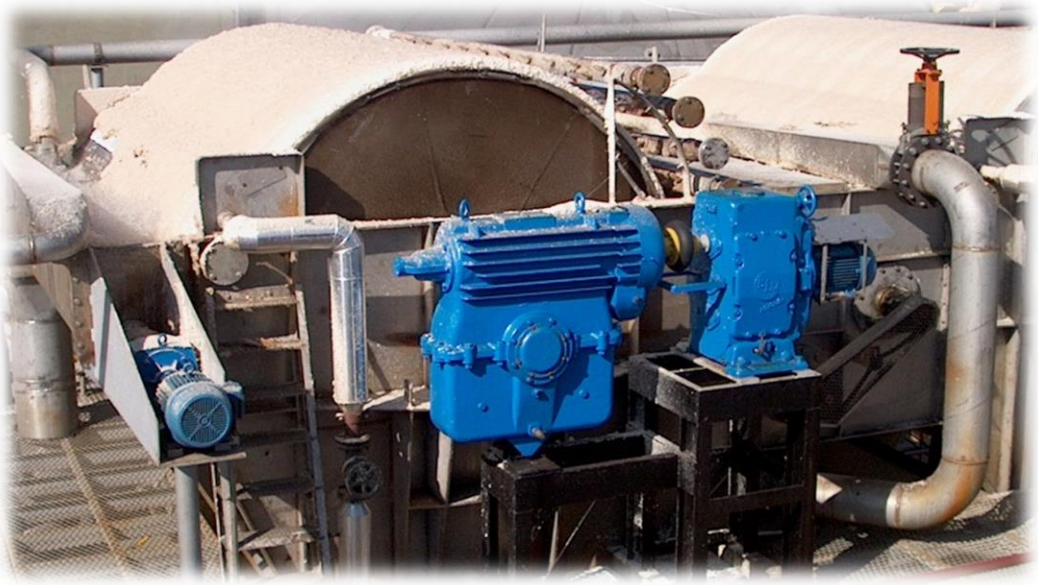
A lavagem das fibras celulósicas surgiu com a invenção do papel. Logo após a maceração mecânica dos tenros caules dos vegetais que se constituíam em fontes de fibras, o material macerado era lavado intensamente com água limpa, valendo-se para tal de peneiras para separar as fibras do líquido rico em matéria orgânica que fora solubilizada ou dispersada na fase aquosa. Esse tipo de operação é ainda hoje praticado em fabricação manual e artesanal do papel.

Peneiras podem assim servir para duas funções: limpar as fibras e formar a folha de papel.

Com o aumento da demanda de papel, os antigos tiveram que criar algumas formas de acelerar o processo produtivo. Era bastante cansativo e demorado o processo totalmente manual para a lavagem das fibras. Dessa forma, surgiu a peneira na forma de um cilindro rotativo, onde se colocava continuamente a pasta a ser lavada e o rolo-peneira passava em um fluxo corrente de água limpa, em geral um pequeno riacho.

Assim, se conseguia a remoção de materiais indesejáveis, mas à custa de uma enorme quantidade de água. Era algo similar às conhecidas peneiras para recuperação de fibras que ainda existem em fábricas de idades tecnológicas mais antigas.

A ideia do cilindro foi tão revolucionária, que não demorou a surgir o conceito de se usar vácuo dentro do cilindro e circular a polpa pelo lado de fora da peneira. O líquido seria removido para dentro do cilindro tanto pela força da gravidade, como mais tarde, pelo uso de vácuo interno, que era produzido para acelerar a remoção da água. Criava-se assim o conceito dos cilindros ou tambores lavadores a vácuo, equipamentos que são muito comuns até os dias atuais. Inicialmente, esses lavadores eram usados para as polpas não branqueadas, surgindo dai o nome dessas máquinas: “Brown stock drum washers”.



Filtros lavadores de concepção antiga: abertos e sem pressurização (apenas se valendo de perna barométrica, ou seja, do vácuo gerado pela queda da água dentro do cilindro)

Muito rapidamente a tecnologia evoluiu: os cilindros passaram a ser fechados por capotas para se introduzir pressão sobre a manta de fibras, o que combinaria duas maneiras muito importantes para remover a água das fibras: a pressão externa e o vácuo interno. Tudo com o objetivo de forçar a remoção de água e engrossar a massa, ou seja, aumentar a sua consistência.

O porquê disso é bem simples: quanto maior a consistência da massa saindo dessa etapa de lavagem, menos água ainda contaminada a polpa estaria carregando consigo.

Qualquer lavagem implica em se usar uma água mais limpa do que a água que está na polpa a ser lavada. Por essa razão a importância de se medir alguns indicadores operacionais de qualidade para se avaliar a eficiência de lavagem.

Os parâmetros qualitativos mais comumente usados são:

- Consistência da massa que chega para ser lavada para assim se poder avaliar quanto de água suja ela carrega e quais as quantidades de suas sujeiras.

- Consistência da massa que sai do lavador, para avaliar quanto de água mais limpa ela contêm e quanto ainda ela contem de suas sujeiras.

- Quantidade de água mais limpa introduzida para diluir as sujeiras que a massa entrando no lavador carrega.

- Concentrações dos diversos tipos de sujeira que se deseja lavar.

A maior eficiência de um lavador seria aquela em que 100% da água suja que chega com a polpa ao equipamento lavador conseguisse ser trocada pela água mais limpa utilizada na lavagem.

Dessa forma, a eficiência de um sistema de lavagem ou de um único lavador, de qualquer tipo ou tecnologia, é aferida pelo percentual de remoção de um determinado tipo de material contaminante presente na polpa.

Com a introdução dos processos de branqueamento das polpas, também passaram a ser necessárias: a remoção do material dissolvido das fibras e dos residuais de químicos após cada estágio do branqueamento. Isso para evitar que no estágio seguinte do branqueamento esses residuais acabem consumindo o produto químico adicionado nesse novo estágio. Isso acontecendo, diminui-se a eficiência do branqueamento em função da maior necessidade de reagentes, aumentando assim o custo da operação. E

como prejuízos adicionais: prejuízos na qualidade da polpa branqueada (maior reversão de alvura e perda de viscosidade) e prejuízos ambientais (efluentes mais ricos em materiais orgânicos, inclusive de compostos organoclorados).

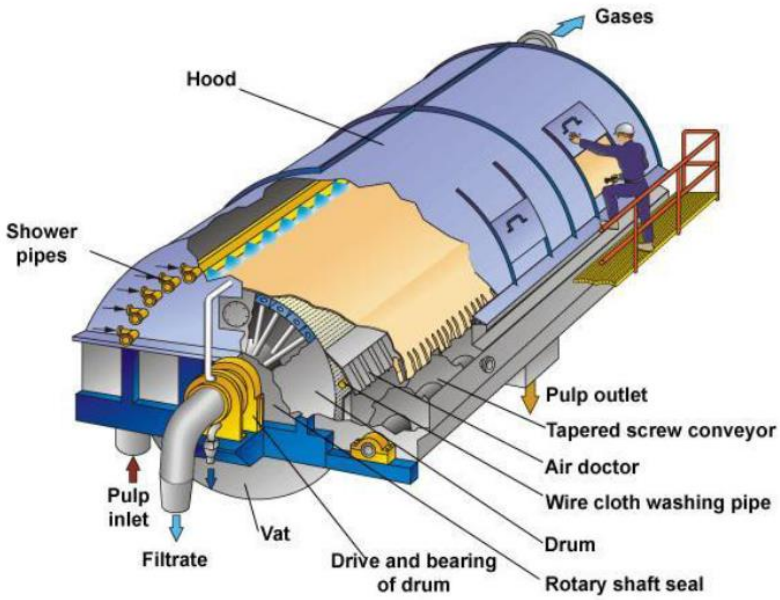
Em verdade, a lavagem das polpas celulósicas é uma espécie de material interessantíssimo para estudos de projetos e avaliações de desempenho operacional na Engenharia Química. Isso é comprovado por um interessante fato que aconteceu em 1983, em um concurso para estudantes universitários dessa carreira e que foi promovido pelo AIChe – American Institute of Chemical Engineers. O problema proposto para resolução dependia de muitos bons conhecimentos em balanços de massa e a operação unitária lavagem da polpa foi incluída no problema para que a melhor resolução fosse premiada no concurso.

Vejam e tentem resolver o problema sugerido:

A wood pulp mill production rate increase problem. 1983 AIChe Student Contest Problem. American Institute of Chemical Engineers. 12 pp. (1982)

https://www.aiche.org/sites/default/files/node/aiche-student-design-competition/1983-StudentDesignContent-A-Wood-Pulp-Mill-Production-Rate-Increase-Problem_0.pdf

Existem muitos estudos publicados por inúmeros autores com estudos bem detalhados sobre balanços de materiais em sistemas de lavagem de polpas, sendo que alguns podem ser encontrados em nossa **Seleção 02**, em páginas mais adiante nesse presente documento. Já sobre os aspectos básicos da Lavagem das Polpas Celulósicas, diversos excelentes artigos podem ser encontrados na **Seleção 01**.



Fonte da Imagem:
https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/50347/nbnfi-fe201111225850.pdf?sequence=2&isAllowed=y

O Processo de Lavagem da Polpa: "Sujeiras" a remover na lavagem e perdas do processo de lavagem

Em primeiro lugar, os indicadores de qualidade da operação vão depender de qual tipo de polpa estamos lavando e em qual etapa do processo se encontra o lavador ou o sistema de lavagem.

Se estivermos falando em lavagem de polpa kraft não-branqueada, comumente referida como polpa marrom, existem certos indicadores vitais, ainda assim dependendo das principais finalidades da lavagem. Caso seja um lavador de polpa sendo branqueada, os indicadores podem variar conforme o estágio e com o tipo de sujeira objetivada.

◊ *Polpa marrom:*

São os seguintes os indicadores mais comumente medidos nos líquidos ou filtrados antes e após a lavagem da polpa marrom, quase sempre em função do objetivo que se tem com essa lavagem:

- ***Perda alcalina***, ou seja alcalinidade residual ainda presente na polpa, que pode ser expressa em massa de NaOH ou em massa equivalente de Na_2SO_4 por tonelada seca de polpa (ou absolutamente seca ou seca ao ar). Usa-se muito expressar esse indicador em equivalentes de sulfato de sódio em função de que essa perda representará a necessidade de se adicionar mais sulfato de sódio no sistema de recuperação do licor para compensar a perda.

- ***DQO*** - ***Demanda Química de Oxigênio,*** que corresponde à quantidade de compostos oxidáveis por um oxidante forte e expresso em termos de equivalentes em oxigênio. Em geral, expressa como massa de DQO por tonelada absolutamente seca de polpa.

- ***TOC – Carbono Orgânico Total***, que corresponde à massa de carbono orgânico presente no filtrado, eliminando assim o valor correspondente a carbono devido a sais como carbonatos. Em geral, expresso como massa de TOC por tonelada absolutamente seca de polpa.

- **Consumo de permanganato de potássio,** expresso em kg $KMnO_4$ por tonelada de celulose seca.

- **Teor de Sólidos Secos**, indicador mais relacionado à lavagem da polpa marrom, como um indicador para o setor de recuperação do licor preto.

- **Condutividade no filtrado**

- **Partículas de "pitch" ou extrativos no filtrado**

- **Íons metálicos presentes no filtrado,** em geral íons problemáticos ao branqueamento: ferro, manganês, cobre, zinco, etc.

Existem diversos materiais técnicos publicados e disponíveis para leitura sobre esses indicadores, que em geral são chamados de "Wash Losses" ou "Perdas da lavagem". Alguns desses artigos podem ser encontrados na **Seleção 10**, mais adiante nessa seção.

Para os cálculos dessas perdas de lavagem e dos cálculos de eficiência, são necessárias medições de consistências da polpa (entrada e saída do lavador) e de concentrações do parâmetro no filtrado que acompanha a polpa (entrada e saída do lavador).

Em geral existem correlações importantes e significativas entre alguns desses indicadores. Logo, o controle de qualidade da operação não necessita avaliar todos esses parâmetros, mas apenas aqueles mais relacionados às necessidades da fábrica em si.

◊ *Polpa sendo branqueada:*

São os seguintes os indicadores mais comumente medidos nos líquidos ou filtrados antes e após a lavagem da polpa que está sendo branqueada, quase sempre em função do objetivo que se tem com essa lavagem:

- ***Residual do reagente do estágio,*** que corresponde tanto à concentração como também à perda do reagente químico do estágio em questão: dióxido de cloro, acidez total, soda cáustica, peróxido de hidrogênio, ozônio, etc. Em geral, expressos como massa do reagente por tonelada absolutamente seca de polpa.

- ***DQO*** - ***Demanda Química de Oxigênio,*** que corresponde à quantidade de compostos oxidáveis por um oxidante forte e expresso em termos de equivalentes em oxigênio. Em geral, expressa como massa de DQO por tonelada absolutamente seca de polpa.

- ***TOC – Carbono Orgânico Total***, que corresponde à massa de carbono orgânico presente no filtrado, eliminando assim o valor correspondente a carbono devido a sais como carbonatos. Em geral, expresso como massa de TOC por tonelada absolutamente seca de polpa.

- **Consumo de permanganato de potássio,** expresso em kg $KMnO_4$ por tonelada de celulose seca.

- **Partículas de "pitch" ou extrativos no filtrado**

- **Íons metálicos presentes no filtrado,** em geral íons problemáticos ao branqueamento: ferro, manganês, cobre, zinco, etc.

Importante que as análises laboratoriais, se realizadas pelo laboratório de controle da qualidade, tomam tempo, por isso, a busca por indicadores que possam ser medidos rapidamente, preferencialmente por equipamentos online.

ANALISE	TEMPO
CONDUTIVIDADE	5 MIN
DEMANDA PER-MANGANATO (1)	20 MIN
CONSUMO DE CLORO (1)	1 HORA
TEOR SOLIDOS	3 HORAS
DQO	3 HORAS
PERDA ALCAL.	3 HORAS

Tempo de realização de alguns ensaios laboratoriais – sem repetição

O Processo de Lavagem da Polpa Celulósica: Fundamentos

A lavagem da polpa ocorre em quase todas as etapas da linha de fibras, desde a lavagem dos cavacos cozidos dentro do digestor até a última etapa que é a formação da folha de celulose.

O propósito da lavagem é remover tanto os compostos que foram dissolvidos nas etapas da produção da celulose, como outros elementos indesejáveis no processo e no produto final, tais como: licor preto, finos, lignina, ácidos hexenurônicos, reagentes químicos residuais da polpação e do branqueamento, partículas de "pitch", íons metálicos, etc.

A eficiência da lavagem é medida tanto pela remoção percentual de cada um dos alvos da limpeza, pelas perdas da lavagem ("wash losses"), bem como pela quantidade de água utilizada para isso acontecer.

O processo de lavagem em uma linha de fibras deve ser capaz de usar o mínimo possível de água limpa. Dessa forma, é vital se buscar líquidos aquosos alternativos na fábrica para lavagens, tais como: condensados limpos da evaporação, filtrados da lavagem da polpa deslignificada com oxigênio, filtrados de etapas alcalinas do branqueamento, filtrados de etapas ácidas do branqueamento, efluentes setoriais limpos como da planta química, etc. Infelizmente e muito importante é se ter a consciência de que, até o presente momento, os filtrados do branqueamento contendo compostos de cloro são contraindicados para entrarem no sistema de polpação kraft e deslignificação com oxigênio. Isso pelo fato de que acabariam introduzindo quantidades expressivas de íons cloretos para o sistema de recuperação do licor preto, do que resultaria rápido processo corrosivo dos equipamentos desse setor.

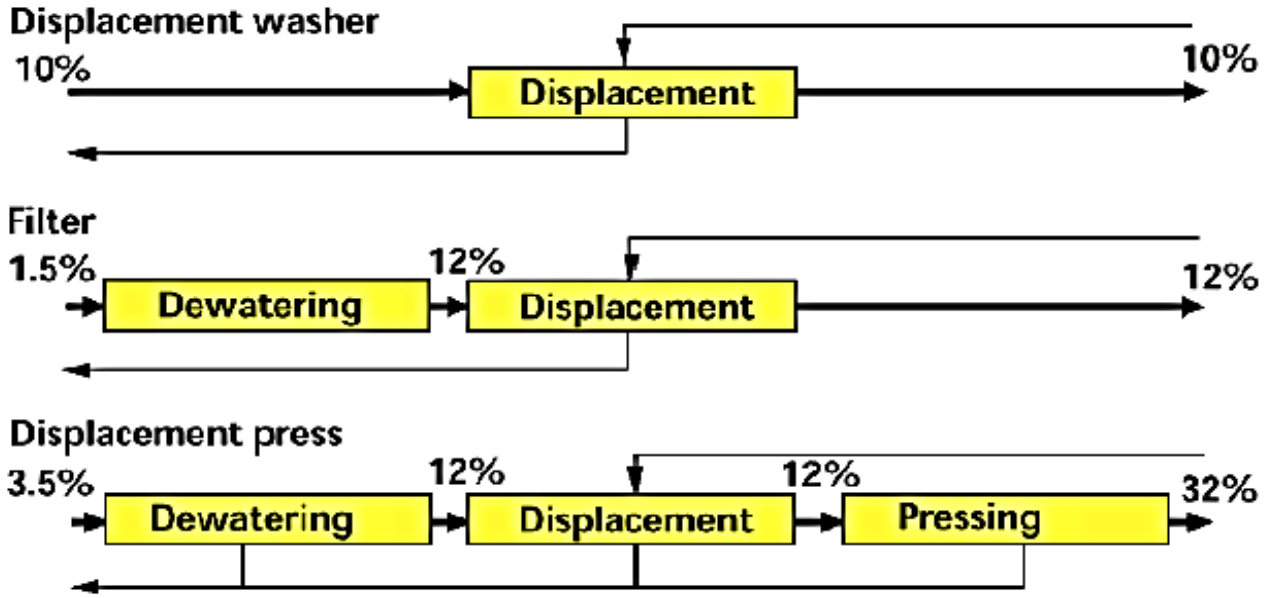
Dessa forma, a lavagem em contracorrente deve respeitar essa regra vital. Lavagens em processo contracorrente existem entre a máquina de formação da folha de celulose e o branqueamento. E também entre a deslignificação com oxigênio, digestor e finalmente o licor desse processo de lavagem em contracorrente na linha marrom vai ser encaminhado à evaporação e depois para a caldeira de recuperação.

As lavagens deficientes e contaminadoras das tecnologias passadas vêm sendo bastante melhoradas pelo uso de lavadores mais eficientes e a mais altas consistências de saída dos lavadores (inclusão de prensagens da massa nas lavagens). Os arrastes de químicos de uma etapa para outra ao longo da linha de fibras têm diminuído e os consumos de químicos ficaram bem mais efetivos.

Existem diversos materiais técnicos publicados e disponíveis para leitura sobre esses indicadores, que em geral são chamados de "Wash Losses" ou "Perdas da lavagem". Alguns desses artigos podem ser encontrados na **Seleção 10**, mais adiante nessa seção.

O Processo de Lavagem da Polpa: Princípios

A lavagem da polpa pode ser realizada conforme alguns tipos de princípios, conforme o desenho do equipamento lavador: difusores, filtros de tambor de pernas barométricas, filtros pressurizados, prensas lavadoras, etc. Dessa forma, os seguintes princípios podem ser adotados isolados ou combinados na concepção de um lavador de celulose.



Fonte da Imagem:

https://www.tecnicelpa.com/files/20170608_RogerioSimoes4.pdf

- **Deslocamento**

  Um líquido ou filtrado mais limpo é aplicado por chuveiros sobre a polpa mais suja e se desloca através da manta, deslocando e trocando assim uma parte do filtrado mais sujo pelo mais limpo.

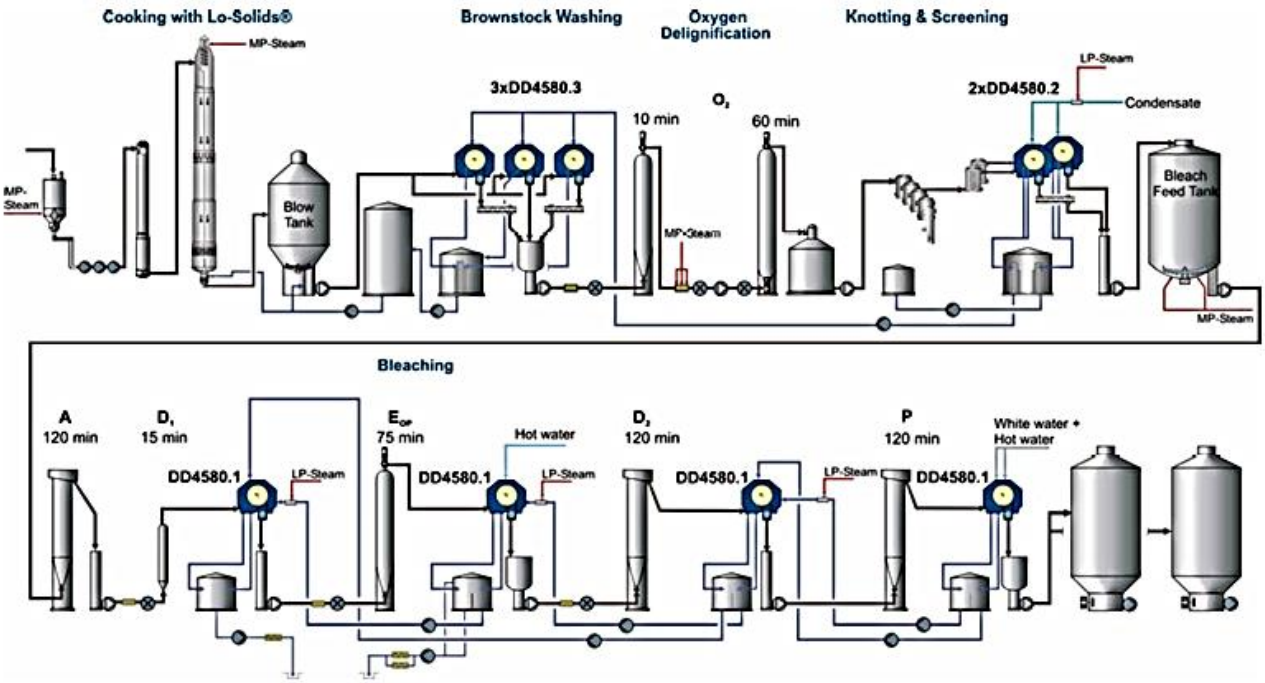
- **Diluição e engrossamento**

A polpa úmida a ser lavada e com uma determinada consistência é diluída com um filtrado mais limpo a uma consistência menor e engrossada a seguir (filtro ou prensa), reduzindo assim a quantidade e a concentração das impurezas (“sujeira”).

- **Difusão**

Uma corrente de filtrado mais limpo é impulsionado para dentro de uma corrente de polpa com uma fase líquida mais suja do que a entrante. O líquido mais limpo vai penetrando na manta e trocando o líquido sujo que é aspirado por peneiras e retirado do difusor. A manta de polpa caminha por entre esse conjunto de peneiras. O processo prevê que quantidades iguais de água entrem e saiam durante a lavagem. Com isso, a consistência da massa de celulose não se altera.

O Processo de Lavagem da Polpa Marrom: Resumo operacional

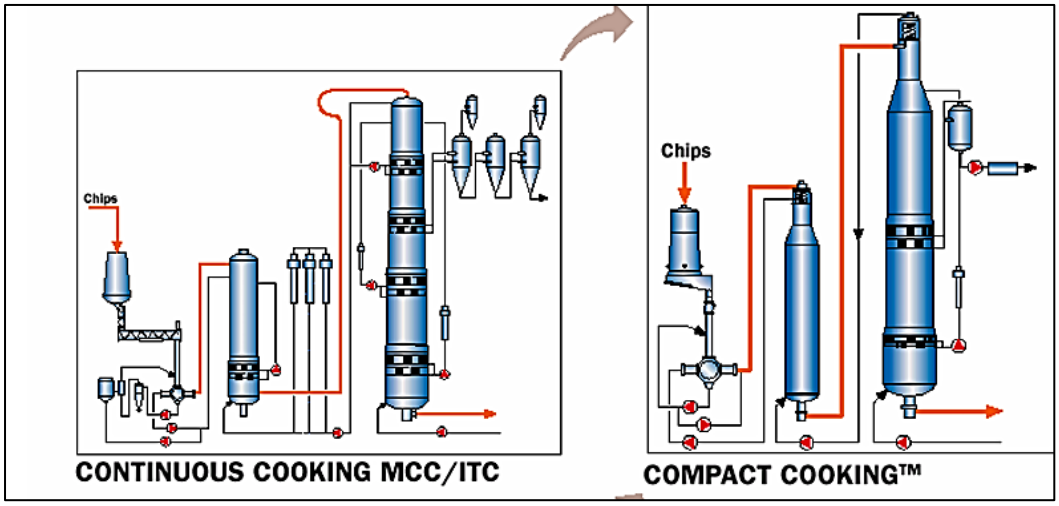


Fonte da Imagem:
https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Botnia-Saarela-First%20year%20operation.pdf

A primeira lavagem da massa celulósica ocorre no interior do digestor, quando se procura trocar o licor preto ricamente contaminando por filtrados muito concentrados em compostos extraídos dos cavacos de madeira por outros menos contaminados e originados pela lavagem da polpa externamente ao digestor. Essa lavagem acontece na parte inferior do digestor e tem sido referida como lavagem "Hi-Heat", pois ocorre a temperaturas elevadas e é feita pelo deslocamento em contracorrente ao deslocamento da polpa ou cavacos deslignificados.

O líquido de lavagem é um licor de cor preta e mais fraco que vem da lavagem da polpa em um sistema de lavagem externo ao digestor.

Depois da descarga do digestor, a lavagem continua, com sucessivos equipamentos tais como difusores, filtros ou prensas lavadoras. O fluxo de polpa ocorre em fluxo contrário aos das águas de lavagem. Logo, a operação de lavagem se dá em contracorrente, o que significa que a celulose segue um fluxo (em direção ao branqueamento) e os licores e filtrados de lavagem caminham em fluxo oposto (em direção ao interior do digestor e depois ao sistema de recuperação do licor).



Fonte da Imagem:
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_Tecnicelpa+Conference+Kvaerner.pdf

Com essa técnica, a água mais limpa (em geral "condensados limpos" originados do setor de evaporação do licor preto) é adicionada no final do processo de lavagem da polpa marrom e as etapas anteriores são sendo lavadas com filtrados que ao caminhar em contra fluxo vão-se enriquecendo de licor preto. Quando esses filtrados de lavagem saem enriquecidos em material orgânico e em sais de sódio de dentro do digestor, após percorrerem todo o circuito de lavagem da massa marrom, recebem a denominação de licor preto fraco. Esse licor preto fraco é então direcionado ao sistema de evaporação para ser concentrado para posterior queima na caldeira de recuperação.

O objetivo da lavagem da polpa no setor marrom é oferecer ao branqueamento uma massa com mínimas perdas (alcalina e orgânica), ou seja, com o mínimo arraste de sódio e de material orgânico. Isso porque todo o material que for para o branqueamento acabará sendo destinado aos efluentes do branqueamento, seja em fases alcalinas ou ácidas. Além disso, essas perdas da lavagem irão consumir produtos químicos de branqueamento, diminuindo a eficiência econômica e operacional.

Sódio perdido é sódio a ser reposto depois para a geração do licor branco e dos químicos de polpação. Licor preto perdido significa aumento de poluição orgânica a tratar, aumento de geração de lodos e mais custos e menos ecoeficiência. Significa também menos material orgânico para ser queimado para gerar energia na caldeira de recuperação.

As seções de lavagem quase sempre operam sobrecarregadas, e por isso mesmo, em consistências e fluxos inadequados - os gestores e técnicos deveriam colocar mais atenção sobre elas, uma vez que impactam muito nos consumos de químicos e energia nas etapas de deslignificação com oxigênio e do branqueamento.

Outro fator crítico é a qualidade dos condensados utilizados como fonte de água de lavagem. Não se pode lavar uma polpa com água suja, muito contaminada. Não esquecer que o máximo que podemos obter ao se lavar uma polpa seria a troca completa da água suja que ela contenha pela nova água usada para se lavar a mesma. Se a água de lavagem não for adequada, a lavagem com certeza será ineficiente.

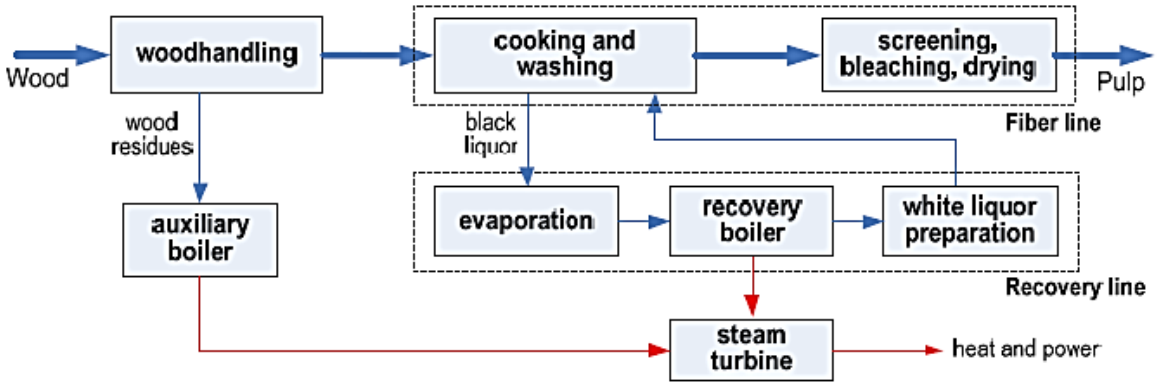
Obviamente, as operações de lavagem podem ter efeitos importantes sobre custos e qualidades das polpas. Dentre essas qualidades podem ser citadas algumas críticas como: nível de alvura e reversão da mesma, teor de sujeira da polpa, viscosidade da polpa branqueada, teor de sais minerais, teor de extrativos, etc.

Enfim amigos, a lavagem eficiente da polpa é algo muito mais importante do que muitos acreditam ser.

A principal causa para o inadequado desempenho dessas operações consiste em se trabalhar em níveis de fluxo acima das capacidades desenhadas pelos projetos. Quase sempre as empresas se modernizam e fazem aumentos de produção nos digestores e nas caldeiras de recuperação, mas sempre deixam a lavagem para receberem modernizações no futuro, o que usualmente acaba por não acontecer.

Existem diversos materiais técnicos publicados e disponíveis para leitura sobre os aspectos básicos da Lavagem da Polpa Marrom em seções desse documento. Alguns desses artigos foram selecionados e podem ser encontrados na **Seleção 05**, mais adiante nessa seção.

O Processo de Lavagem da Polpa Marrom:
Efeitos no sistema de recuperação do licor



Fonte da Imagem (Processo kraft - Linha marrom e recuperação do licor preto): https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/94056/isbn9789522655417.pdf?sequence=2&isAllowed=y

O processo kraft permite um excepcional nível de fechamento de seus circuitos de polpação e recuperação do licor preto. Graças a isso, se conseguem baixas perdas de compostos alcalinos de cozimento e de matéria orgânica dissolvida da madeira na polpação. Essas são algumas das principais vantagens desse processo e que garantem a sua longevidade há praticamente 150 anos.

A lavagem da polpa marrom pode afetar em muito a efetividade e a ecoeficiência desse processo kraft. Isso porque ela influencia diretamente dois pontos chaves para o sistema de recuperação:

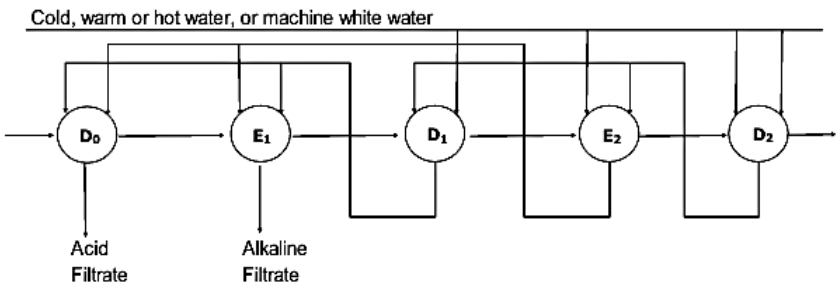
- ◊ As perdas de compostos que se deseja e se necessita enviar para o sistema de recuperação, que são as famosas "wash losses" ou perdas de lavagem, tais como: perda alcalina, perda de matéria orgânica dissolvida (expressa como DQO, TOC, etc.).

- ◊ O envio de licor preto fraco para ser recuperado, tendo em vista que concentração e temperatura baixas nesse licor vão exigir mais do sistema de evaporação, em geral quase sempre sobrecarregado nas fábricas de produção de celulose kraft.

Dessa forma, para manter a felicidade e a eficiência do sistema de recuperação, também eficiente deve ser a lavagem da polpa marrom envolvendo tanto a polpação kraft como a deslignificação com oxigênio.

Existem diversos materiais técnicos publicados e disponíveis para leitura sobre os aspectos básicos da Lavagem da Polpa no Branqueamento em seções desse documento. Alguns desses artigos podem ser encontrados na **Seleção 07**, mais adiante nessa seção.

O Processo de Lavagem da Polpa no Branqueamento: Fatos relevantes



Fonte da Imagem:
https://oulurepo.oulu.fi/bitstream/handle/10024/36106/isbn951-42-7877-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y (lavagem clássica em contrafluxo)

No setor do branqueamento da celulose, a lavagem da polpa tem aspectos diferentes do que aqueles encontrados na lavagem da polpa marrom. Existem diferenças nos objetivos sobre o que lavar e também nas condições processuais. No branqueamento existe um sequenciamento de lavadores em função do tipo de branqueamento, quase todos oferecendo condições variadas de pH em cada estágio e temperaturas também variadas, porém menores do que aquelas observadas na lavagem da polpa marrom.

Na lavagem da polpa marrom, as temperaturas acabam sendo mais altas e o pH é sempre altamente alcalino, o que aumenta o inchamento das fibras ("pulp swelling"). Essas condições trazem mais dificuldades de lavagem, pois as condições muito alcalinas deixam as polpas mais hidratadas e a formação de espumas é maior.

No caso do branqueamento, a lavagem em contracorrente precisa ser mais cuidadosamente planejada, pois a mistura de filtrados ácidos com alcalinos pode trazer choques de pH, com precipitação de lignina e de extrativos sobre e no interior das fibras.

As necessidades de se usar pouca ou quase nenhuma água limpa no branqueamento têm feito com que as mais recentes tecnologias para branquear se coloquem quase todas com sistemas de prensas lavadoras de variadas versões tecnológicas. Isso para evitar que um filtrado acabe seguindo em excesso com a polpa de um estágio para o seguinte. Esse fenômeno de "carry-over" (arrastes) traz consequências indesejáveis como choques de pH, precipitações de "pitch" e consumo extra de reagentes. Essas situações favorecem a degradação da polpa (queda de viscosidade e de resistências), aumento do teor de sujeiras e maior reversão de alvura.

Mas afinal, o que se deseja para o sistema de lavagem da polpa no branqueamento?

Brevemente são os seguintes objetivos

- Remoção de substâncias químicas que estão misturadas e dissolvidas ou aderidas na polpa e que foram resultantes do estágio para o qual se está lavando a polpa ou mesmo de outros antecedentes.
- Redução drástica no consumo de água, usando para isso um bem planejado sistema de lavagem em contracorrente e o máximo de água que possa vir da área de formação da folha de celulose de mercado. Com essas práticas, o consumo de água limpa no branqueamento tem se situado entre 4 a 6 m^3/t a.s. para as fábricas de geração recente.
- Na lavagem em contracorrente, a água mais limpa entra no último estágio e na máquina de formar a folha. O último estágio de branqueamento recebe então parte de água limpa e parte de água da máquina de formar a folha. Os estágios anteriores ao último devem receber águas recicladas, sendo que a distribuição desses filtrados depende da sequência de branqueamento e dos fatores temperatura e pH de cada estágio.

  Logo, um filtrado alcalino pode lavar outro estágio alcalino, sendo que necessariamente os estágios podem não serem seguidos um ao outro. É comum a separação de um sistema de filtrados ácidos e outro de filtrados alcalinos, que são usados conforme as necessidades da sequência, sempre visando a causar mínimos distúrbios processuais. Nessas situações, a entrada de água limpa pode ser dividida entre o último estágio ácido e o último alcalino.

  A água branca da máquina de formar e secar a folha, mais condensados limpos de vapor vivo, são formas interessantes de águas para serem utilizadas em lavagem da polpa no branqueamento, pois ajudam a recuperar calor (pelas suas temperaturas) e fibras que poderiam ser perdidas caso a água branca fosse descartada como efluente.
- Evitar choques térmicos e de pH pelo uso de um filtrado de lavagem sobre uma polpa; etc.

Um sistema de lavagem da polpa sendo branqueada tem por objetivo modificar e remover compostos difíceis de serem removidos e que causam prejuízos à cor, brancura, limpeza e alvura da polpa branqueada, portanto ao atingimento de especificações. Assim sendo, precisam-se remover compostos que causem sujeiras e reversão de alvura, tais como:

◊ Lignina residual em filtrados e no interior das paredes fibrosas;

◊ Íons metálicos causadores de reversão ou que ataquem agentes de branqueamento, reduzindo a eficiência do branqueamento;

- ◊ Ácidos hexenurônicos, que afetam a reversão da alvura;
- ◊ Precursores de formação de compostos organoclorados, que podem afetar a qualidade dos efluentes e o próprio uso da polpa em algumas utilizações (papéis *tissue* e papéis que possuam contato com alimentos).

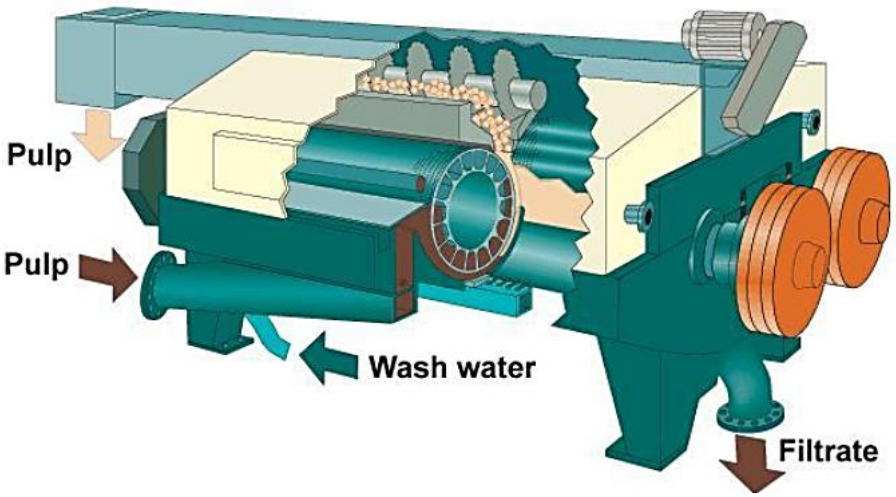
Enfim, a lavagem ineficiente prejudica a qualidade da polpa branca, aumenta consumo de reagentes químicos no branqueamento, pode prejudicar a qualidade dos efluentes e sua tratabilidade. E principalmente, eleva o custo de branquear e de tratar os efeitos colaterais (efluentes e resíduos sólidos).

Em resumo:

A lavagem eficiente é tão fundamental como a reação que ocorre em cada torre ou reator do branqueamento. Polpas mal lavadas carreiam residuais de material orgânico e de reagentes que irão consumir produtos químicos ativos na etapa seguinte, além de favorecerem reações de condensação e de precipitação de compostos ("*pitch*", oxalatos) e de reversão de alvura. Por essa razão, os branqueamentos atuais se valem de prensas lavadoras para máxima extração de compostos após cada estágio.

Um dos problemas causadores de poluição em branqueamentos de celulose é a má lavagem, quando compostos residuais de um estágio entram no estágio seguinte, sem necessidade de ali estarem, consumindo produtos químicos, gerando mais poluição e aumentando os custos operacionais.

Existem diversos materiais técnicos publicados e disponíveis para leitura sobre os aspectos básicos da Lavagem da Polpa no Branqueamento em seções desse documento. Alguns desses artigos podem ser encontrados na **Seleção 06**, mais adiante nessa seção.



Fonte da Imagem:

https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/50347/nbnfi-fe201111225850.pdf?sequence=2&isAllowed=y ("Twin-roll press")

O Processo de Lavagem da Polpa: Aditivos

Espumas formadas em licores fracos em turbilhonamento

Os dois principais problemas de contaminantes que podem prejudicar a operação de lavagem da polpa marrom são os compostos formadores de espumas e os causadores de precipitações grudentas que entopem as telas do equipamento lavador, conhecidas como "pitch". A química acontecendo em lavadores de polpa é complexa e afeta tanto os filtrados como as próprias fibras sendo lavadas.

Espumas são devidas à saponificação de extrativos do tipo ácidos graxos presentes nas madeiras e que acabam reagindo com a soda cáustica do licor de cozimento. Já os extrativos do tipo ácidos resínicos e extrativos lipofílicos trazem o problema de formação dos compostos grudentos.

Alguns dos compostos utilizados para tratar os compostos formadores de "pitch" podem aumentar a formação de espumas nas águas de lavagens. Em resumo, trata-se um problema e gera-se outro.

Um fator que não pode ser esquecido é que um sistema de lavagem tem a missão de remover materiais indesejáveis na polpa e que os processos de lavagem são sistemas heterogêneos compostos de fibras, ar e água, em geral em condições de altas temperaturas e pH variados. O controle químico e térmico desses processos para se estabilizar os mesmos não é algo tão simples. Curiosamente, a investigação da química do que acontece em um lavador de celulose é pouco estudada ou praticada.

Uma coisa é certa, se o sistema está com alguma deficiência e permite a entrada de ar, a formação de espumas é certa, pela agitação que ocorre na suspensão de fibras. O uso de antiespumantes é comum nessas operações, até porque os ganhos em rendimento na lavagem são muitas vezes significativos. Além disso, há algumas indicações que a ação positiva

do antiespumantes transfere-se também para a área de recuperação do licor.

Tanto a limpeza de partículas de "pitch" como a redução de espuma na lavagem geram melhorias nas perdas da lavagem, com redução dos diferentes tipos de "carry-over".

A química bem estudada e praticada nesses processos de lavagem inclui também resultados em ganhos de produtividade, redução de tempos de paradas para "boiling-outs" e desempenho nas lavagens, tanto nas lavagens de polpas marrons como nas lavagens no branqueamento.

Diversos produtos químicos vêm sendo utilizados, como os antiespumantes a base de silicone, sequestrantes, surfactantes, gás carbônico ácido para ajustes de pH e redução na tendência de formação de espumas.

É muito importante que se avalie muito bem toda a complexidade química envolvida ao se adicionar um novo produto no sistema. Isso para evitar tentar tratar um problema e causar outros até mais complicados para resolver.

O CO_2 ao se dissolver na água forma um ácido fraco barato (ácido carbônico) que reduz o nível do pH na lavagem de polpa marrom. O abaixamento de pH reduz o inchamento das fibras, facilitando assim a drenagem dos filtrados nos lavadores. Como resultado, são relatados ganhos na eficiência de lavagem e na redução das perdas em termos de "carry-overs".

Dessa forma, atenção tem sido colocada nos filtros lavadores em relação à drenagem do líquido de lavagem através do manto fibroso e da tela, algo pouco avaliado no passado. Há até os que dizem que a lavagem das polpas celulósicas agora se tornou um processo onde a química se tornou muito mais valorizada e onde se merece muito bem estabilizar e medir parâmetros que nem sequer eram considerados em tempos passados. Entre eles se encontram: drenabilidade e inchamento das fibras. E porque não também testar a medição do "Water Retention Value", que poderia também dar informações sobre a dinâmica da drenagem do filtrado nos filtros lavadores.

No setor de branqueamento, quando se utilizam compostos branqueadores, como ozônio e peróxido de hidrogênio, é também comum a indicação do uso de quelantes, os quais têm a finalidade de sequestrar íons problemáticos que causam a instabilidade das moléculas desses reagentes branqueadores.

Existem diversos materiais técnicos publicados e disponíveis para leitura sobre o Uso de Aditivos na Lavagem das Polpas Celulósicas em seções desse documento. Alguns desses artigos podem ser encontrados na **Seleção 11**, mais adiante nessa seção.

O Processo de Lavagem da Polpa: Uso de água e aspectos ambientais

A operação industrial de fabricação de celulose kraft é grande consumidora de água e com isso, também é geradora de muitas águas contaminadas. Os principais setores responsáveis pela alta geração de águas a tratar ou a reciclar são: evaporação do licor preto, com grandes volumes de condensados produzidos; branqueamento da celulose; lavagem das toras, dentre outros. Existe muito esforço tecnológico em inovações e em procedimentos operacionais para se reduzir mais o consumo de água, que está em um patamar próximo a 25 - 28 m^3/t seca ao ar de celulose produzida, com geração de efluentes entre 20 a 22 m^3/t.

Como referido em outras seções desse relatório, a lavagem da polpa marrom tem efeito direto no uso de vapor e energia na área de recuperação do licor preto, por afetar o teor de sólidos secos totais no licor fraco entrando na evaporação. Quanto pior for o desempenho da lavagem de polpa marrom, mais água e sólidos orgânicos e minerais escapam do ciclo de recuperação. Se muita água for usada na lavagem, então teremos reduções em concentrações do licor preto nos diversos efeitos da evaporação, aumentando assim a necessidade de vapor para evaporar e se gerando mais condensados contaminados para enviar aos efluentes.

Essa tendência mundial de redução do consumo de um bem cada vez mais escasso, que é a água natural doce, tem levado a mudanças significativas nas tecnologias e no aproveitamento de águas recicladas internamente às fábricas para as lavagens. Até mesmo efluentes tratados e águas de lavagem de toras e condensados da evaporação vêm sendo recondicionados e testados em lavagens de polpas, “dregs”, “grits”, lama de cal, etc.

O grande problema está nas fábricas de celulose branqueada, uma vez que águas recirculadas podem ser ricas em contaminantes minerais e orgânicos, que são danosos ao processo de branqueamento. Quanto maior o fechamento de circuitos, pior poderá ser a qualidade da água de lavagem

das polpas, provavelmente resultando em perdas econômicas. Porém existem processos mais sofisticados de limpeza das águas para lavagem, mas ainda a custos não competitivos e também em dificuldades de acompanhar os aumentos de escala das modernas fábricas de produção de celulose branca, com capacidades anuais entre 1,5 a 3 milhões de toneladas de celulose.

Os gestores de fábricas ficam com o dilema de usar maior proporção de água recirculada no processo de lavagem do branqueamento e o aumento do consumo de produtos químicos (e correspondentes custos de branqueamento e tratamentos de efluentes e resíduos sólidos).

Como o branqueamento chega a usar entre 25 a 50% do consumo de água limpa de uma fábrica de celulose branqueada, o desafio dos desenvolvedores de tecnologia está em aperfeiçoar o sistema de lavagem do branqueamento. Isso pode ser conseguido pelo aumento das eficiências de lavagem, bem como pelo uso de águas recirculadas, tratadas em sistemas tipo “kidneys” setoriais ou não. Muitos ganhos ainda podem ser conseguidos pela otimização do uso de água, reduzindo certos consumos de luxo, como as águas perdidas por torres de resfriamento.

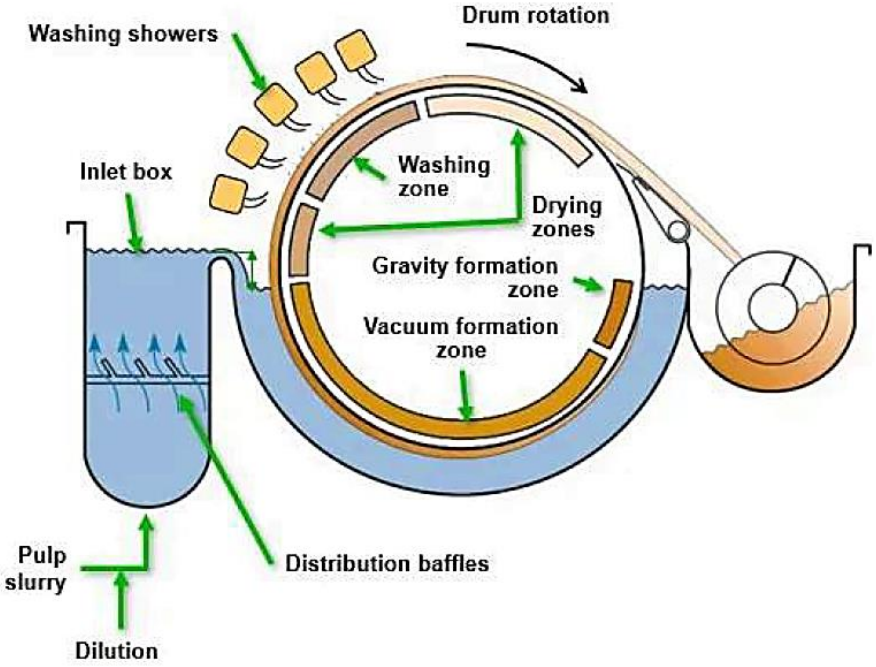
O aumento da recirculação de água também poderá acarretar uma qualidade pior para o efluente tratado, principalmente em relação a compostos organoclorados e outras substâncias capazes de afetar a biota do corpo de lançamento desses efluentes após tratamento.

Existem diversos materiais técnicos publicados e disponíveis para leitura sobre os aspectos básicos da Lavagem da Polpa e a utilização de águas e geração de poluentes em seções desse documento. Alguns desses artigos podem ser encontrados na **Seleção 08**, mais adiante nessa seção.

Indicadores de Desempenho para a Lavagem das Polpas Celulósicas

Como mencionado anteriormente, os cálculos para se avaliar e melhorar as eficiências de operação em um equipamento de lavagem de celulose não são complicados.

Existem alguns poucos indicadores vitais que ajudam a avaliar se um sistema de lavagem está operando bem ou não. Esses indicadores operacionais se complementam aos indicadores de "sujeiras" a serem ou sendo removidas, as tais de "wash losses", ou perdas de lavagem.



Fonte da Imagem:

https://www.valmet.com/insights/articles/up-and-running/performance/5KeysPulpWashing/

Dentre os mais importantes, podemos citar os seguintes:

Ω *Fator de Diluição (DF – Dilution Factor)*

Corresponde à quantidade em volume/peso (m³ ou t) de água adicionada pelos chuveiros lavadores por tonelada de polpa seca sendo lavada.

Um fator de diluição alto resulta em melhoria na lavagem, porém, no caso da lavagem de polpa marrom, isso traz uma sobrecarga no sistema de evaporação, pois essa maior quantidade de água usada para lavar pode causar uma redução na concentração de sólidos no licor fraco que vai ser direcionado para a área de recuperação.

Vamos imaginar uma tonelada úmida de polpa sendo enviada para lavagem com uma consistência de 10%.
Essa tonelada úmida possui 900 kg de água/filtrado contaminado e 100 kg de polpa absolutamente seca.

Se quisermos aplicar um fator de diluição de 2,5:

Base massa absolutamente seca, ter-se-ia que aplicar:

2,5 m³ água ---------- 1000 kg (1 tonelada a.s.)

Como temos a polpa com 10% de consistência, uma tonelada de polpa úmida carrega 0,9 m³ de água e 100 kg de massa seca:

2,5 m³ água ---------- 1000 kg (1 tonelada a.s.)
X ---------- 100

X = 0,25 m³ de filtrado de lavagem sendo aplicado pelos chuveiros para se misturar com 0,9 m³ presente na polpa e depois sendo removida pela sução do filtro até consistência que o equipamento conseguir.

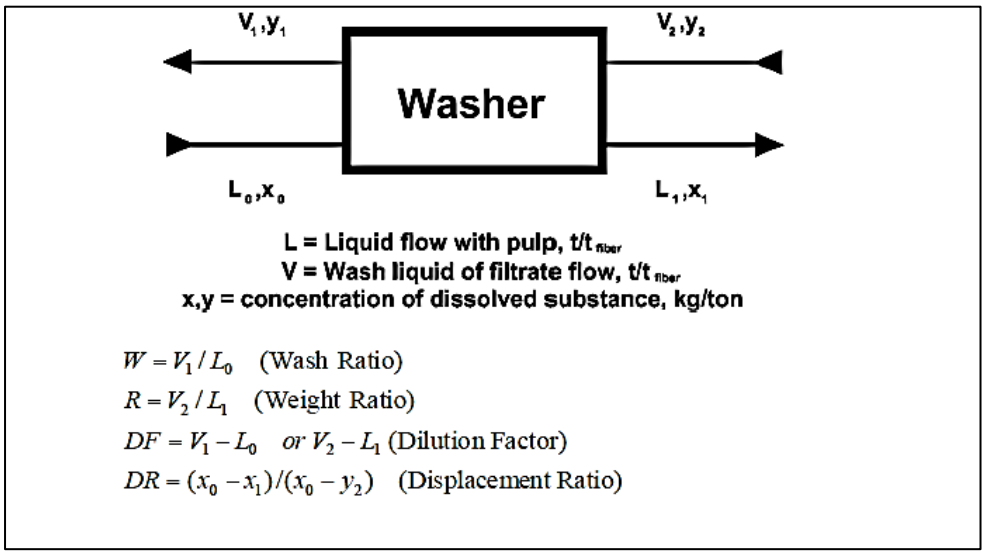
Isso para 100 kg de polpa a.s.

Para 1000 kg (ou uma tonelada a.s.) de polpa seca = 2,5 m³ de água de lavagem sendo aplicada nos chuveiros

Ω *Fator de Deslocamento (DR – Displacement Ratio)*

É um indicador baseado nas concentrações das impurezas/ sujeiras e em sua remoção pela lavagem. Pode-se selecionar um dos indicadores de impurezas, tais como DQO, Perda Alcalina ou Teor de Sólidos Dissolvidos – os mais tradicionalmente utilizados. Quase sempre expressos em kg/t a.s.

Consiste na relação entre o deslocamento efetivo acontecido em relação ao deslocamento ideal e expresso em percentual.



Fonte da Imagem:

https://www.tecnicelpa.com/files/20170608_RogerioSimoes4.pdf

Displacement Ratio ou Fator de Deslocamento (com base às concentrações do filtrado) =

[(DQO polpa in – DQO polpa out)/(DQO polpa in – DQO líquido in)] x 100

Além da DQO, também podem ser utilizados para se avaliar o Fator de Deslocamento: perda alcalina ou TOC ou COT – Carbono Orgânico Total

Seja um exemplo teórico, com base em valores de DQO:

Polpa entra no lavador com 1200 g DQO/t (ppm)

Polpa sai do lavador com 800 g DQO/t (ppm)

Líquido de lavagem entra no lavador com 400 g DQO/t (ppm)

"Displacement Ratio" ou Fator de Deslocamento =

[(1200 – 800)/(1200 – 400)] x 100 = 50%

Como mencionado anteriormente, se todo o líquido/filtrado que acompanha a polpa fosse trocado pela liquido mais limpo usado para lavar a polpa, o fator de deslocamento seria o ideal, ou seja: 100%.

$$[(1200 - 400)/(1200 - 400)] \times 100 = 100\%$$

◊ **Eficiência da lavagem**

Uma lavagem é considerada eficiente quando consegue remover o máximo de contaminantes da polpa, dentro do que se pode esperar pelo tipo e idade tecnológica do sistema de lavagem sendo empregado.

A baixa eficiência na lavagem traz danos às etapas seguintes do processo, em virtude de que o fluxo de polpa mal lavada estará levando quantidades adicionais de "carry-overs" (arrastes) às etapas seguintes do processo. Esses produtos indesejáveis presentes seguindo adiante irão trazer problemas de qualidade, desempenho, consumos de químicos, resultados econômicos e danos ambientais.

No caso da lavagem da polpa marrom, as maiores perdas de lavagem em termos de sólidos secos e em perda alcalina (*carry-over)*, além de trazerem efeitos indesejáveis ao branqueamento e à qualidade do processo, também representam perdas alcalinas de licor. Essas perdas, ao invés de irem para o sistema de recuperação, irão incomodar o restante do processo na linha de fibras e tratamento de efluentes.

Existem diversos índices para se expressar a eficiência de lavagem, entretanto, por razões práticas, a maior parte dos técnicos prefere avaliar as perdas de lavagem ("wash losses"), selecionando o item a avaliar que mais parece ser apropriado à sua condição particular. Em geral, estudam como indicador de eficiência a perda alcalina, o teor de sólidos secos, a DQO e mais recentemente, tem crescido a importância do TOC.

Existem diversas formas para calcular a eficiência de lavagem, sendo alguns desses índices muito difíceis de serem utilizados na "vida real" das empresas, como é o caso do Fator de Eficiência de Norden. Procurei na literatura outras formas de calcular a eficiência da lavagem, mas os resultados da busca foram decepcionantes. Fórmulas são apresentadas incompletas e sem nenhuma explicação das razões para serem apresentadas como tal, etc. etc. Posso lhes dizer que foi uma decepção muito grande, inclusive para alguns textos de teses acadêmicas apresentados em nossa coletânea, onde se percebe uma nítida tendência de um autor copiar o outro sem se procurar em entender o que foi copiado,

e divulgar aos leitores de seu trabalho, como se fosse algo de real valor. Consegui notar equívocos técnicos e até erros importantes de digitação. Muito triste isso em renomadas universidades globais.

Bom, eu não costumo desistir fácil das coisas. Minha opção foi então fazer um balanço de massa hipotético de um lavador operando na lavagem de uma polpa e assim, criar uma maneira de se calcular de forma clara e honesta a ***Eficiência de Lavagem do Lavador***, usando para isso um balanço de massa.

Coisa que gosto muito de fazer, pois é uma das melhores maneiras de se descobrir as eficiências e ineficiências de um processo ou sistema industrial.

Criei assim as condições para esse estudo a partir de dados fictícios, mas cuja metodologia pode perfeitamente ser replicada para uma situação de um processo industrial.

Balanço de Massa para de calcular a Eficiência de Lavagem de um lavador de celulose do tipo prensa de lavagem

Base referencial para o balanço: **1 tonelada a.s de polpa sendo lavada**

Parâmetro de qualidade avaliado para cálculo da Eficiência de Lavagem: **DQO – Demanda Química de Oxigênio**

(mas poderia ser qualquer outro indicador de perda de lavagem)

Cálculo da Eficiência da Lavagem em termos de redução da DQO que acompanha a polpa conforme dados a seguir:

- Lavagem por uma prensa lavadora, sendo que a consistência de entrada da polpa foi de 10% e a de saída da prensa de 35%.
- Concentração em DQO do filtrado sujo que acompanha a polpa na entrada do lavador = 1.200 ppm
- Concentração em DQO do filtrado líquido de lavagem = 400 ppm
- Concentração em DQO do líquido que acompanha a polpa após a lavagem e na saída do lavador = 900 ppm
- Fator de diluição: 2,5 m³ de filtrado limpo adicionado pelos chuveiros por t a.s. de polpa

Solução:

Montagem do balanço de massa da unidade lavadora de polpa:

Base: 1 t a.s. de polpa sendo lavada

Entradas (Dados oferecidos e calculados)	**Etapa Operacional**	**Saídas de Perdas**
Polpa entrando= 1 t a.s. DQO entrando com a polpa = 10,8 kg/t a.s. polpa Água suja entrando com a polpa = 9 t/t a.s polpa Filtrado de lavagem = 2,5 t/ t a.s. Fator de diluição = 2,5 DQO entrando com o filtrado de lavagem = 1 kg DQO/t a.s. polpa	**Lavagem da Polpa** **Prensa Lavadora**	Não foram definidas perdas nesse processo, mas seria possível se fazer, caso necessário calcular e identificar perdas de fibras, águas e DQO, etc.

Saídas do Lavador (Dados oferecidos e calculados)
Polpa saindo = 1 t a.s. 35% consistência 1,85 t filtrado/t a.s. 900 ppm DQO 1,665 kg DQO/t a.s. Filtrado saindo do lavador na forma líquida = 9,65 m³/t a.s. DQO saindo do lavador com liquído após lavagem = 10,135 kg DQO/t a.s. polpa Concentração DQO filtrado = 1.050 ppm

Eficiência de Lavagem (base remoção DQO)= 84,6%

Cálculo das entradas

- Cálculo da massa/volume de água/filtrado que entra com a polpa no lavador

Consistência 10%

100 t úmidas ---------- 10 t a.s. polpa ---------- 90 t filtrado sujo
10 t úmidas ---------- 1 t a.s. polpa ---------- 9 t ou m³ filtrado sujo

Volume de filtrado sujo junto à massa que entra no lavador:
9 t ou m³ filtrado sujo por 1 t a.s. polpa

- Cálculo da massa de DQO que entra no lavador com a polpa em kg/t a.s.

1.200 ppm = 1.200 mg/L = 1.200 g/m³ = 1,2 kg/m³ = 1,2 kg/t filtrado sujo
Como temos 9 t ou m³ de filtrado sujo na polpa para 1 t a.s. de polpa:

Massa DQO entrando com 1 t a.s. de polpa = (9 m³/t a.s.) . (1,2 kg/m³)
= 10,8 kg DQO/t a.s. polpa

- Cálculo da massa de DQO que entra no lavador com o líquido de lavagem em kg/t a.s.

Volume ***= 2,5 m³/t a.s***.
Concentração DQO no líquido de lavagem: 400 ppm = 0,4 kg/m³
Massa DQO entrando pelo filtrado de lavagem = (2,5 m³/t a.s.) . (0,4 kg/m³) =
= **1** ***kg DQO/t a.s. polpa***

Cálculo das saídas

- Cálculo da massa de água/filtrado que sai com a polpa no lavador

Consistência 35%

100 t úmidas ---------- 35 t a.s. polpa ---------- 65 t filtrado sujo
2,85 t úmidas ---------- 1 t a.s. polpa ---------- 1,85 t ou m³ filtrado sujo
Volume/peso de filtrado sujo junto à massa que sai do lavador:
1,85 t ou m³ de filtrado sujo por 1 t a.s. polpa

- Cálculo da massa de DQO que sai do lavador com a polpa em kg/t a.s.

900 ppm = 900 mg/L = 900 g/m³ = 0,9 kg/m³= 0,9 kg DQO/t filtrado

Como temos 1,85 m³ de filtrado por 1 t a.s. de polpa:

Massa DQO saindo com 1 t a.s. de polpa = (1,85 m³/t a.s.) . (0,9 kg/m³) = (1,85 t filtrado/t a.s.) . (0,9 kg DQO/t filtrado) =
= ***1,665 kg DQO/t a.s.***

Concentração DQO do filtrado residual da lavagem = Obtido por cálculos

- Cálculo da massa de DQO que sai do lavador com o líquido de lavagem em kg/t a.s.

Volume filtrado de saída = (9 + 2,5) – (1,85) = ***9,65 m³ filtrado saindo do sistema de lavagem***

DQO saindo do lavador com o líquido de lavagem = (10,8 + 1) – 1,665 =
= ***10,135 kg DQO/t a.s. no filtrado saindo do lavador***

- Concentração em DQO do filtrado saindo como líquido residual da lavagem

Concentração DQO = (Massa DQO saindo): (Volume ou Massa filtrado saindo)
= (10,135 kg DQO) : (9,65 m³)
= 1,050 kg DQO/m³ de filtrado = 1.050 ppm DQO

Para finalmente se calcular a **Eficiência de Lavagem para remoção da DQO**

Eficiência de Lavagem = 84,6%
100 . [(DQO entrando polpa) – (DQO saindo polpa)] : [(DQO entrando polpa)]
= 100. [(10,8 – 1,665) : (10,8)] = 84,6%

Entretanto, o grande sucesso para se obter esse resultado expressivo de eficiência nesse lavador foi o fato de se ter uma prensa lavadora, que conseguiu aumentar a consistência dos 10% de entrada para 35%, removendo assim grande quantidade de impurezas orgânicas pela simples remoção de mais filtrados em relação à entrada.

Caso se estivesse trabalhando com valores de entrada e saída de polpa no lavador com 10% de consistência (caso de difusores), a eficiência de lavagem seria bastante inferior pela muito maior quantidade de filtrado ainda sujo que estaria acompanhando a polpa.

Existem diversos materiais técnicos publicados e disponíveis para leitura sobre os aspectos básicos sobre os Parâmetros de Avaliação de

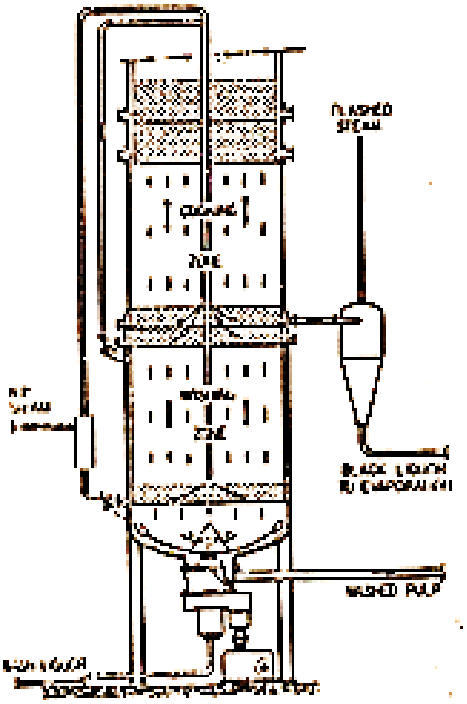
Desempenho e da Eficiência da Lavagem em seções desse documento. Alguns desses artigos podem ser encontrados na **Seleção 03** e na **Seleção 09**, mais adiante nessa seção.

O Processo de Lavagem da Polpa Marrom: Equipamentos lavadores

Os lavadores de polpas são equipamentos comuns em toda a linha de fibras em fábricas de celulose e em fábricas de alguns tipos de papel. Existe lavagem de polpa dentro do digestor, na etapa de polpa marrom logo depois da saída do digestor, após a deslignificação com oxigênio e em geral, mas não sempre, após cada estágio de branqueamento. Um sistema de lavagem de polpa em geral pode possuir de um a quatro unidades lavadoras em série e tendo o fluxo dos filtrados em contracorrente em relação ao deslocamento da polpa.

Os tipos mais comuns de lavadores são os seguintes:

- ◊ **Lavagem Hi-heat interna ao digestor**



Fonte da Imagem:

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1993_Lavador+Difusor.pdf

A lavagem internamente a um digestor contínuo ocorre na parte mais inferior do corpo do mesmo. Ela foi desenvolvida para aproveitar o próprio digestor como forma de reduzir a temperatura dos cavacos cozidos e para trocar o licor preto altamente carregado em compostos orgânicos e de residuais de álcali por um licor ou filtrado ligeiramente mais fraco, resultante da primeira lavagem da polpa marrom após a saída da polpa do digestor. Também é uma lavagem em contracorrente, sendo que o filtrado mais fraco destinado a lavar entra pela base do digestor em direção ascendente, enquanto os cavacos possuem fluxo descendente. O filtrado sujo, ou licor preto fraco, será removido mais concentrado em jogos de peneiras internas em uma região mais acima no digestor. Por outro lado, os cavacos completamente cozidos e amolecidos são retirados pelo fundo do digestor pelo auxílio de um raspador de massa.

- **Filtro lavador a vácuo não pressurizado e com vácuo gerado pela perna barométrica da queda da água dentro do tambor**

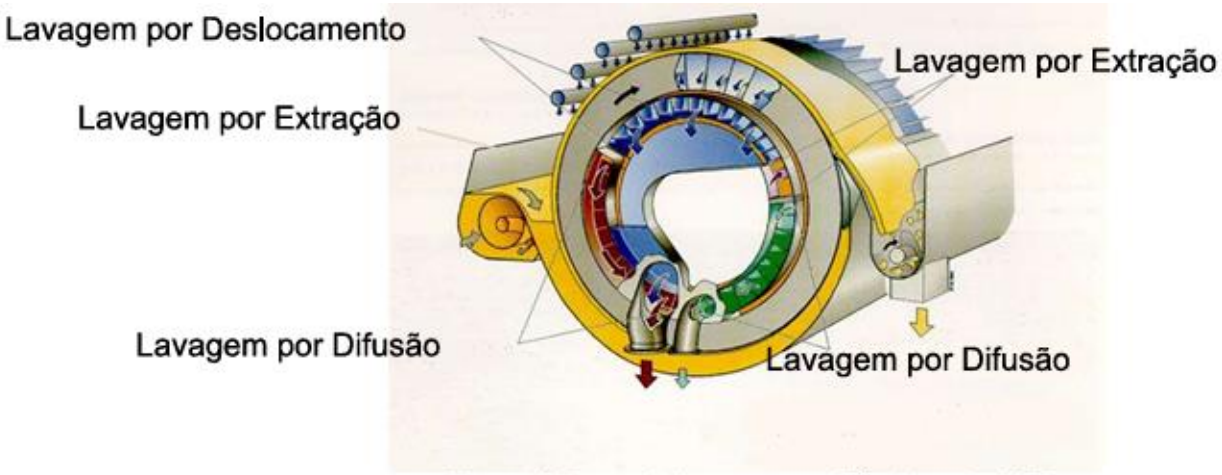


Figura 1: Etapas de Lavagem em Filtro Lavador M57
Fonte: Manual de lavagem - John L. Rogers B.S

Fonte da Imagem (filtro lavador e engrossador de celulose)***:***

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2013_Eficiencia+Lavagem+Polpa+Marrom.pdf

Um filtro lavador não pressurizado consiste em um tambor rotativo com sistema de drenagem interno. O filtro é revestido por uma tela que impede a passagem da polpa, mas permite a saída do filtrado. No filtro, a primeira lavagem é por diluição na caixa de entrada do mesmo; a segunda ocorre em uma zona de extração e deslocamento, onde o filtrado de

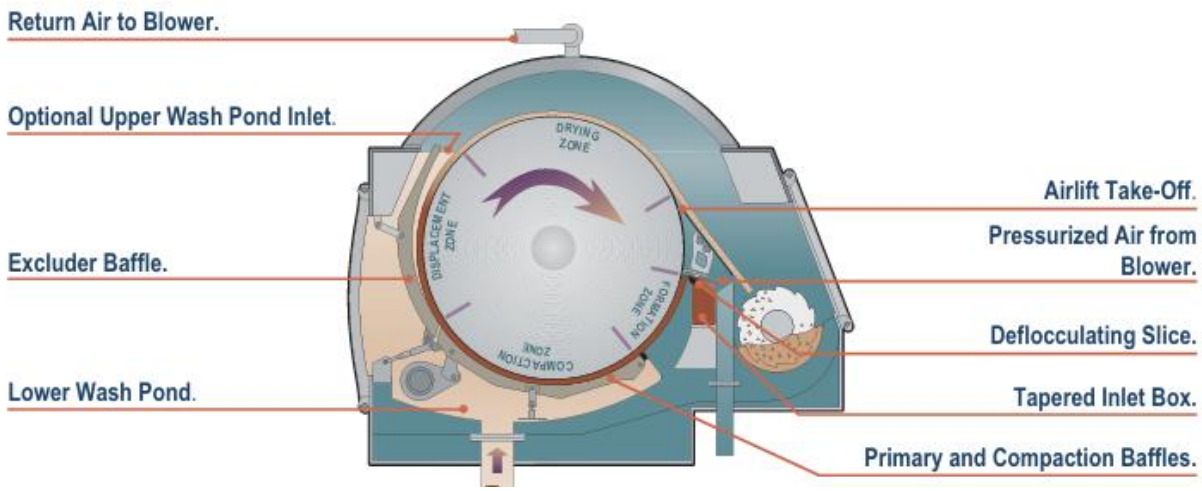
lavagem mais limpo, que é injetado nos chuveiros, migra através da manta de fibras e desloca o filtrado sujo presente na polpa.

Após a zona de lavagem, a polpa em forma de manta até ser removida do filtro, através da perda súbita de vácuo em uma espécie de descolagem e com o auxílio de uma raspa fixa. A seguir, a manta cai em uma rosca repolpadora e é direcionada ao tanque de descarga.

O vácuo do filtro é formado pela queda do filtrado dentro do tambor e pela altura entre o mesmo e o tanque de filtrado. A esse tipo de equipamento se denomina de lavadores tipo tambor de perna barométrica.

O tambor pode ter ou não uma capota envolvendo o mesmo pela parte de cima, mas essa capota não tem função de garantir uma pressurização. Ela tem mais uma finalidade de proteção contra a entrada de impurezas que possam cair na manta de polpa.

◊ **Filtro lavador de tambor a vácuo e com pressurização por ar**



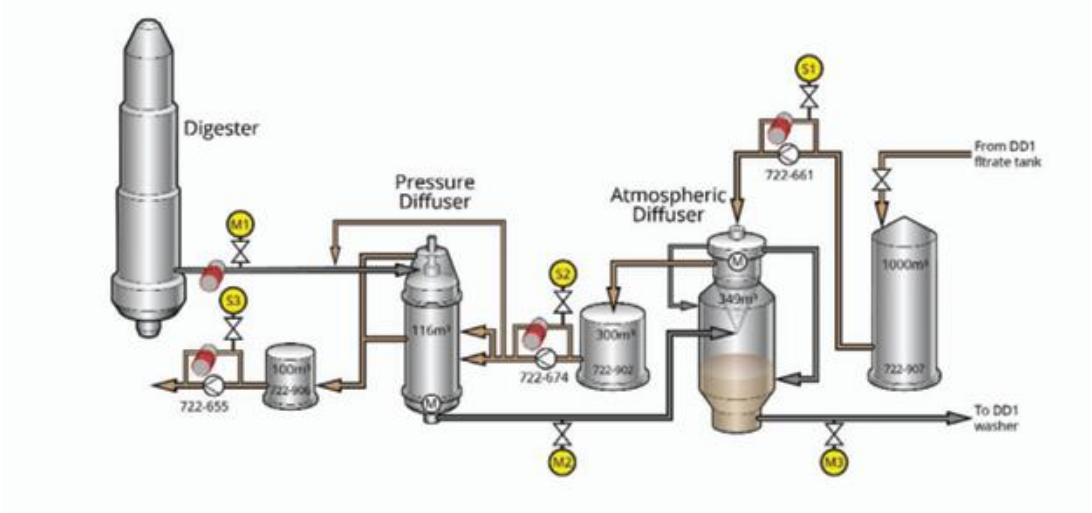
Fonte da Imagem:

https://www.kawanoe.co.jp/kawanoe/wp-content/themes/cstm/pdf/cbfilter.pdf

Esse tipo de filtro lavador contem importantes inovações em relação aos tambores lavadores tradicionalmente utilizados no passado e com vácuo de perna barométrica. São equipamentos que já possuem sistemas mais sofisticados para extração de filtrado pelo maior vácuo e também por uma pressurização com ar (ou água, em alguns modelos) para permitir uma compactação da manta, aumentando assim a sua consistência e a ação de lavagem. Com isso, reduz a presença de filtrado na manta de polpa, permitindo uma redução da perda de lavagem.

O mais conhecido desses filtros é o renomado *Campaction Baffle Filter*, de geração tecnológica do final dos anos 1980's pela GL&V e que ainda são muito produzidos atualmente pela Valmet.

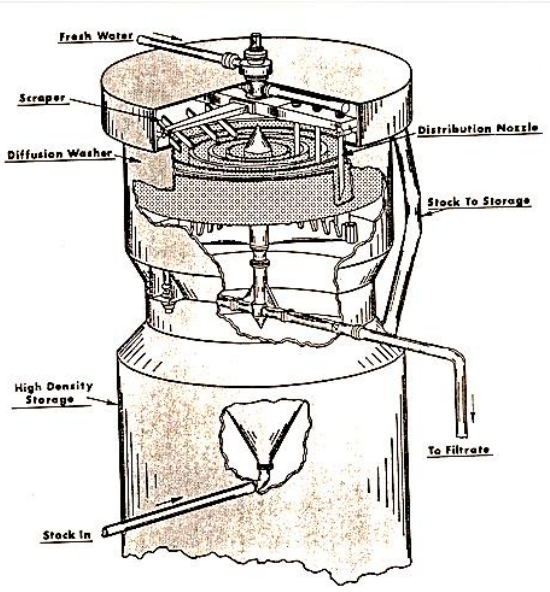
◊ **Difusores**



Fonte da imagem:

https://imisrise.tappi.org//download.aspx?key=20APR187

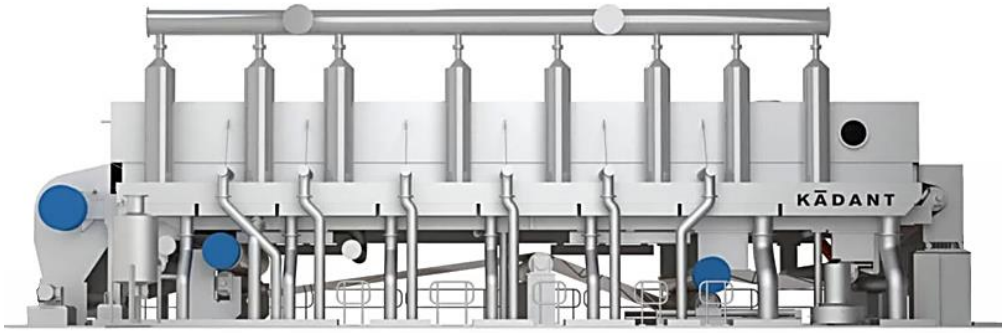
Nesses casos, a lavagem da polpa é realizada em equipamentos tipo difusores, que podem ser lavadores pressurizados ou não, compostos por um ou mais estágios de peneiras, num processo de difusão ou deslocamento do filtrado mais sujo pela entrada de um filtrado mais limpo. O filtrado deslocado é removido sem que haja interrupção do movimento da polpa. Abaixo do difusor costuma existir um tanque de descarga para receber a polpa recém-lavada.



Fonte da Imagem:

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1993_Lavador+Difusor.pdf

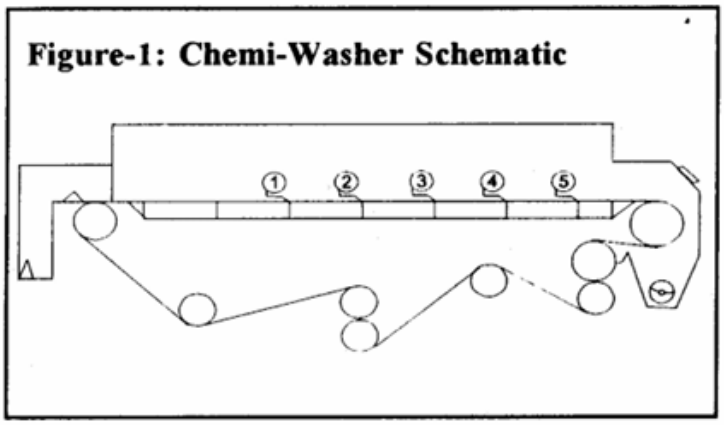
◊ **Lavadores do tipo "Chemi-washers" ou 'Belt/wire washers"**

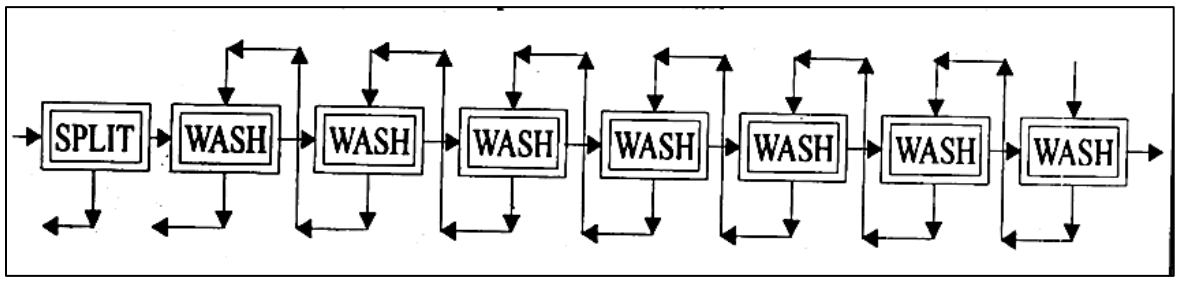


Fonte da Imagem:

https://fiberprocessing.kadant.com/files/45/Pulp-Washing/128/Chemi-Washer.pdf

Um lavador "Chemi-Washer" ou "Belt-Washer" possui um "design" simples e pode também oferecer um uso reduzido de água com adequado nível de limpeza da polpa sendo lavada. A lavagem desse tipo também é um processo contracorrente no qual a polpa entra na lavadora em uma tela ou correia metálica e a água de lavagem entra na extremidade oposta.



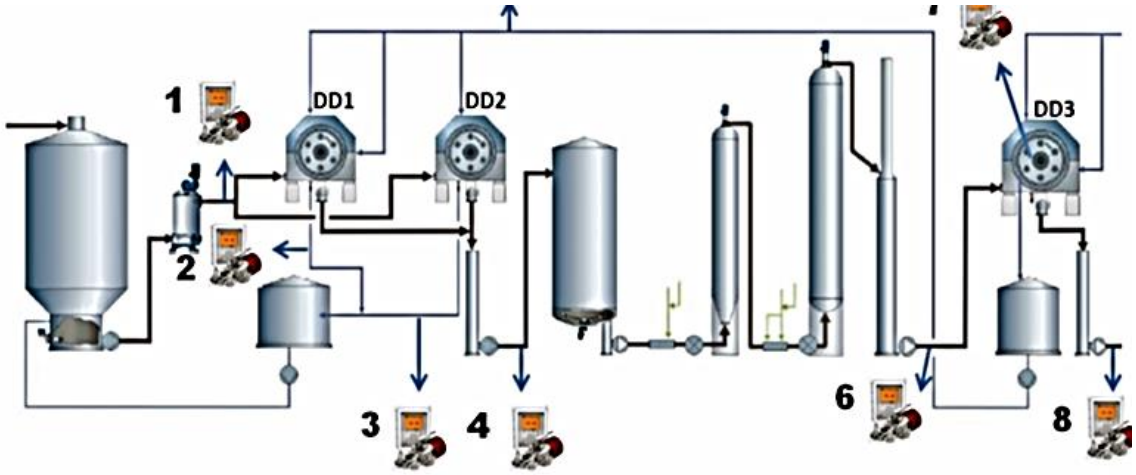


Fonte da imagem:

https://ippta.co/wp-content/uploads/2021/01/IPPTA-84-39-41-Studies-of-the.pdf

A lavagem ocorre sob uma série de chuveiros. A água mais limpa entra na extremidade onde é a saída da polpa e é injetada verticalmente através da manta de polpa. A água dessa primeira lavagem é então recolhida e reutilizada na seção anterior para lavar a manta, tipicamente um processo em contrafluxo. Conforme a polpa se move em uma direção a água vai se contaminando pela lavagem na direção oposta.

Este processo é continuado pelo menos em sete etapas até que a água de lavagem esteja saturada com o máximo de filtrado sujo. A água de lavagem é então enviada para o processo de recuperação.



https://imisrise.tappi.org//download.aspx?key=15FEB83

Existem diversos materiais técnicos publicados e disponíveis para leitura sobre os aspectos básicos de equipamentos para Lavagem das Polpas em seções desse documento. Alguns desses artigos podem ser encontrados na **Seleção 04**, mais adiante nessa seção.

E acima a grande final das conclusões de James Cantrell em seu artigo e apresentação sobre a economia da Lavagem da Polpa na Tappi em 2019
https://www.tappi.org/content/Events/19PEERS/19PEE20.pdf

Lavagem das Polpas Celulósicas

Seleção de publicações técnicas de extrema relevância a respeito de assuntos selecionados

A serem utilizadas para leituras complementares para agregar conhecimentos relacionados à seção 03

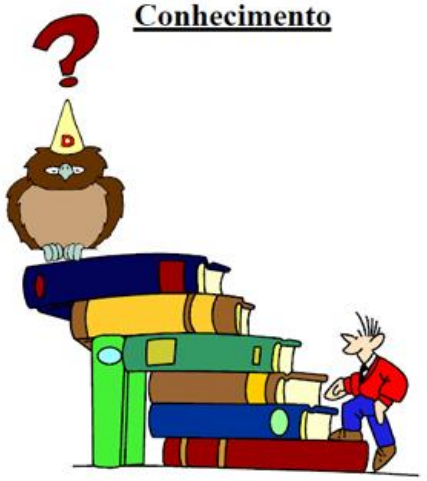
Nas seções 07 e 08 desse Relato de Vida do professor Celso Foelkel, foram relacionadas e disponibilizadas para acesso na web cerca de 370 indicações de artigos, livros, palestras, websites, etc. Uma coletânea imperdível e de inestimado valor científico e tecnológico.

Dessas quase quatro centenas de publicações, eu selecionei 55 delas para uma leitura cuidadosa durante a fase de escrever essa seção 03. E as separei em onze grupos, conforme o tipo de informação técnica que elas abrigam. Cada grupo oferece para leitura cinco publicações cuidadosamente escolhidas pelo professor Celso Foelkel. Isso não significa de forma alguma que essas publicações sejam melhores ou mais completas do que as demais encontradas nas seções 07 e 08. Elas apenas permitem informar aos leitores detalhes mais específicos e qualificados do assunto selecionado por mim para a leitura de vocês.

Portanto, aproveitem para navegação e ampliação de seus conhecimentos.

Recomendo que naveguem também e com paciência e interesse nas demais publicações relacionadas nesse relatório. Dificilmente irão encontrar algo preparado com tanto carinho e esforço para lhes trazer uma coleção técnica para o melhor do seu enriquecimento tecnológico e pessoal.

A rota de acesso ao conhecimento
implica em esforço e dedicação
orientados ao aprendizado e à educação



Seleção 01: Revisão geral e conhecimentos básicos sobre Lavagem das Polpas Celulósicas

Capítulo de Livro: **Pulp washing.** L. Miliander. *In:* "Pulp and paper chemistry and technology. *Volume 2: Pulping chemistry and technology".* p. 165 – 200. (2009)

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5597689/mod_resource/content/1/Pulping%20Chemistry%20and%20Technology%20-Vol%202-%20De%20Gruyter.pdf ("Pulp Washing" nas páginas 165 – 200 - em Inglês)

Material de Curso: **Ciclo de recuperação química do processo kraft. Capítulo 2.3. Lavagem da polpa marrom.** A. Mokfienski. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 73 slides. (2010)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2010_ENF580_Lavagem+Polpa+Marrom.pdf (em Português)

Brownstock washing: A review of the literature. R.B. Santos; P.W. Hart. Tappi Journal 13(1): 09 - 19. (2018)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2014_Brown_stock_washing_review.pdf (em Inglês)

Brownstock washing: Principles and practices. P.W. Hart. 2022 Tappi Kraft Recovery Boiler Course. Tappi – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Apresentação em PowerPoint: 39 slides. (2022)

https://www.tappi.org/content/presentations/3-1%20Brownstock%20Washing%20Principles%20and%20Practices.pdf (em Inglês)

Pulp washing. K. Ruuttunen. CHEM-E1150 Biomass Pretreatment and Fractionation – in Class. Aalto University. Apresentação em PowerPoint: 28 slides. (2023)

https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/1893743/mod_page/intro/CHEM-E1150_Lecture14_Pulp_WashingQuestions_2223.pdf (em Inglês)

Seleção 02: Lavagem de Polpas Celulósicas
Balanços de massa/Modelagem/Simulações de processos

Kraft mill simulation. Volume I. S. Treiber. Tese de Doutorado. McGill University. 214 pp. (1979)

https://dam-oclc.bac-lac.gc.ca/download?is_thesis=1&oclc_number=1265421819&id=3ce7235c-00a9-46dc-a400-61d91937e47c&fileName=d217qr97w.pdf (em Inglês)

Operational evaluation of rotary drum vacuum filters for brownstock washing using basic filtration parameters. C.R.F. Pacheco; J.L. de Paiva; A.S. Reynol Jr. Tappi Journal 5(3): 15 – 20. (2006)

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/06/MAR/06MAR15.aspx (em Inglês)

Chemical balances of a modern *Eucalyptus* bleached kraft pulp mill. M.J. Pekkanen. 6th Ciadicyp – Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel. 06 pp. (2010)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2010_CIADICYP_Chemical+Balances.pdf (em Espanhol)

The effect of the countercurrent washing process for KP brown pulp stock line. Y. Mori. 24th Japan Tappi Pulping Conference. 13 pp. (2018)

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jtappij/73/7/73_73.659/_pdf (em Inglês)

Brownstock washing cost optimization. J. Cantrell. 2019 Tappi Pulping, Engineering, Environmental, Recycling, Sustainability (PEERS) Conference. Texto: 21 pp. - Apresentação em PowerPoint: 33 slides. (2019)

https://www.tappi.org/content/Events/19PEERS/19PEE20.pdf (em Inglês)

Seleção 03: Parâmetros de controle operacional

Influências de parâmetros operacionais da lavagem na performance do processo. C.A. Santos; P.K. Funo. Encontro "Operadores de Sistemas de Lavagem e Branqueamento". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 30 slides. (2002)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_Parametros+Operacionais+Lavagem.pdf (em Português)

Diagnóstico da lavagem de polpa marrom através de parâmetros de filtração. C.F.R. Pacheco; J.L. Paiva; A.S. Reynol Jr. 38º Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 14 pp. (2005)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2005_Diagnostico+Lavagem+Polpa.pdf (em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2006_Lavagem+Polpa+Marrom.pdf (Reapresentado na Revista O Papel, Março, 2006 – 09 pp. – em Português)

Brown stock washing optimization and research studies field results. R. Kopra. Mikkeli University of Applied Sciences. Apresentação em PowerPoint: 42 pp. (2011)

https://www.vaisala.com/sites/default/files/documents/Riku-Kopra_Brown-Stock-Washing-Optimatization-and-Research-Studies---Field-Resutls.pdf.pdf (em Inglês)

Importância da manutenção de sistemas de lavagem na qualidade da polpa celulósica. J.Z. de Aquino. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 52 pp. (2014)

https://locus.ufv.br/bitstreams/e3bbddf1-0e00-4792-b929-bb72e5f1b855/download (em Português)

Brown stock washing upper level control utilization at hardwood fiberline. S. Mertanen. Tese de Mestrado. Lappeenranta University of Technology. 84 pp. (2016)

https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/127278/Simo%20Mertanen_julkaistava.pdf?sequence=2&isAllowed=y (em Inglês)

Seleção 04: Equipamentos e formas de lavagem das polpas

Indústria de celulose: Pré-engenharia de uma linha de lavagem de pasta. G.A. Domingos. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro. 130 pp. (2008)

https://ria.ua.pt/bitstream/10773/3073/1/2009000614.pdf (em Português)

Material de Curso: **Fabricação de celulose kraft branqueada de mercado: Depuração e lavagem** A. Mokfienski. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 57 slides. (2008)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2008_Curso+Mokfienski_Fabricazao+Celulose+Lavagem.pdf (em Português)

The *Eucalyptus* kraft pulp fiberline of the future. M.A. Andrade; O. Pikka. 5th International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 15 pp. (2011)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/36_Future_fiberlines.pdf (em Inglês)

Revisão e atualização da tecnologia Compact Cooking. 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)

DD-Washer performance optimization using the latest measurement technology. R. Kopra; S. Karjalainen; P. Tervola. 2022 Tappi Pulping, Engineering, Environmental, Recycling, Sustainability (PEERS) Conference. 09 pp. (2022)

https://www.tappi.org/content/events/22PEERS_IBBC/7.1_Kopra.M.pdf (em Inglês)

Seleção 05: Lavagem de polpa marrom

Studies of the efficiency of horizontal belt pulp washers. S. Haywood; B. Orgill. IPPTA Journal (Índia) 8(04): 39 - 41. (1996)

https://ippta.co/wp-content/uploads/2021/01/IPPTA-84-39-41-Studies-of-the.pdf (em Inglês)

Avanços recentes no tratamento da polpa marrom. O. Pikka; J. Vehmaa. Revista O Papel (Julho): 38 - 47. (1999)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1999_07_Tratamentos+Polpas+Marrom.pdf (em Português)

Avaliação da operação de filtros rotativos a vácuo na lavagem de polpa marrom através dos parâmetros de filtração. C.R.F. Pacheco; J.L. de Paiva; A.S. Reynol. Revista O Papel (Abril): 69 – 76. (2005)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2005_Filtros_lavagem_polpa.pdf (em Português)

Material de Curso: **Fabricação de celulose kraft branqueada de mercado: Linha de Fibra - Lavagem de polpa marrom.** A. Mokfienski. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 30 slides. (2009)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2009_Lavagem+Polpa+Marrom.pdf (em Português)

O estado da arte do branqueamento de polpa celulósica de eucalipto. F.J.B. Gomes; J.L. Colodette; A.H. Mounteer; L.A.R. Batalha. 7th Ciadicyp – Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel. 13 pp. (2012)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2012_Estado+da+Arte+Branqueamento.pdf (em Português)

Seleção 06: Lavagem das polpas no setor do branqueamento

Studies on washing in kraft pulp bleaching. M. Sillanpää. Dissertação Acadêmica. University of Oulu. 43 pp. (2005)

https://oulurepo.oulu.fi/bitstream/handle/10024/36106/isbn951-42-7877-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y (em Inglês)

The effect of pulp washing on bleaching efficiency. K. Gabov. Tese de Mestrado. Lappeenranta University of Technology. 102 pp. (2009)

https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/50347/nbnfi-fe201111225850.pdf?sequence=2&isAllowed=y (em Inglês)

Influência da performance da lavagem marrom no consumo de químicos do branqueamento. Estudo de caso. C.R.S. Ferreira; J. Sarcinelli; A.E.S. Bosquê Jr.; M. Nasman; R.M. Aguiar; M.A.A. Silva; G.A. Molino; A. Ruschel.

45º Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2012)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2012_Lavagem+Marrom+Consumo+Branqueamento_Texto.pdf (Texto: 11 pp. – em Português)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2012_Lavagem+Marrom+Consumo+Branqueamento_Apresentazao.pdf (Apresentação em PowerPoint: 23 slides – em Português)

Avaliação de sistemas de lavagem na linha de branqueamento da pasta kraft. I.S.F. Mendes. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro. 82 pp. (2017)

https://ria.ua.pt/bitstream/10773/22608/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O.pdf (em Português)

Review of bleaching in pulp washing. H. Kummar. Ijariie 8(06): 2805 – 2812. (2022)

https://ijariie.com/AdminUploadPdf/REVIEW_OF_BLEACHING_IN_PULP_WASHING_ijariie24049.pdf?srsltid=AfmBOormax9zbpGlVXQ4gnJxUqHx7-rUrK9ayloMFgGK4awOEYqCUYPl (em Inglês)

Seleção 07: Lavagem das polpas e sistema de recuperação kraft

Advances in the kraft chemical recovery process. H. Tran; E.K. Vakkilainen. 3rd ICEP – International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 00. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/icep03/200Tran.text.pdf.pdf (em Inglês)

Additional revenues opportunities in pulp mills and their impacts on the kraft process. M. Hamaguchi. Tese de Doutorado. Lappeenranta University of Technology. 137 pp. (2013)

https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/94056/isbn9789522655417.pdf?sequence=2&isAllowed=y (em Inglês)

Impacto da lavagem da polpa marrom no branqueamento, na evaporação e no meio ambiente. A.F. Mendes. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 66 pp. (2013)

https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/074f004b-0117-477d-b4bf-871219ad3bc8/content (em Português)

Capítulo de Livro: **O processo kraft de fabricação de celulose.** E.S. Campos; C. Foelkel. *In:* "A evolução tecnológica do setor de celulose e papel no Brasil". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. p.: 37-51. (2017)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2017_Fundamentos+Processo+Kraft.pdf (em Português)

Dynamic modelling of process chemistry in kraft pulp mills. A.M. Rogerson. Dissertação de Mestrado. University of Toronto. 137 pp. (2022)

https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/124895/2/Rogerson_Adam_Mitchell_202211_MAS_thesis.pdf (em Inglês)

Seleção 08: Consumo de águas e fechamento de circuitos

Minimum effluent pulp mill concept: On water use reduction in the bleach plant. J. Fiskari. Åbo Akademi University. 139 pp. (2002)

https://www.researchgate.net/profile/Juha-Fiskari-2/publication/308648381_Minimum_Effluent_Pulp_Mill_Concept_On_Water_Use_Reduction_in_the_Bleach_Plant/links/57ea2ec608ae113df5221971/Minimum-Effluent-Pulp-Mill-Concept-On-Water-Use-Reduction-in-the-Bleach-Plant.pdf (em Inglês)

Redução do consumo de água na etapa de branqueamento da celulose via reutilização de efluentes industriais. A.A. de Andrade. Dissertação de Mestrado. Unicamp – Universidade Estadual de Campinas. 140 pp. (2006)

https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=475273 (em Português)

Reutilização de água branca no processo de lavagem do branqueamento de celulose. (*Reuse of white water in washing process of pulp bleaching plant*). A.A. de Andrade; J.V.H. d'Angelo. Revista O Papel 67(12): 57 – 72. (2006)

http://www.revistaopapel.org.br/noticia-anexos/1311963689_efece7c657038d83fb0cd1297e87d3f9_1826373663.pdf (em Português e em Inglês)

O efeito da redução de água na lavagem da polpa kraft no branqueamento ECF. T.C. Frigieri. Dissertação de Mestrado. UNESP – Universidade Estadual Paulista. 80 pp. (2012)

https://repositorio.unesp.br/bitstreams/7ebfe5b7-627b-4ab5-88d9-d638b7e5ec4c/download (em Português)

Uso de efluentes tratados no branqueamento de polpa celulósica kraft. E.N. Santos; C.M. Silva; J.L. Colodette; S.B.Z. Almeida; B.L.P. Silveira. 51º Congresso Internacional de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 10 pp. (2018)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2018_Uso+Efluentes+Branqueamento.pdf (em Português)

Seleção 09: Eficiência e ecoeficiência no processo de lavagem da polpa

Assessment and enhancement of the performance of the pulp washing operation in kraft mills. H.G. Villarreal. Dissertação de Mestrado. École Polytechnique de Montréal. 152 pp. (2011)

https://publications.polymtl.ca/611/1/2011_HildaGarzaVillarreal.pdf (em Inglês)

Brown stock washing efficiency: Past, present and future. O. Dahl. Aalto University. Apresentação em PowerPoint: 16 slides. (2011)

https://www.vaisala.com/sites/default/files/documents/Olli-Dahl_Brown-Stock-Washing-Efficiency---Past%2C-Today-and-Future.pdf (em Inglês)

A eficiência da lavagem de polpa marrom. G.A. Molino. 46º Congresso Anual Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 12 pp. (2013)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2013_Eficiencia+Lavagem+Polpa+Marrom.pdf (em Português)

Chemical and energy savings by efficient brownstock washing – Mill experiences. C.A. Santos; A. Lamonato; H. Hamalainen; R.S. Dorronsoro. 7th International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 05 pp. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/9.3.Carlos+Santos.SLIDES.pdf (Apresentação de slides – 45 slides)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/9.3.Carlos+Santos.MANUSCRIPT.pdf (Texto Manuscrito – 10 páginas)

Optimization of a brownstock washing line. R. Kopra; K. Koivula; O. Dahl. Tappi Journal 14(02): 83 – 91. (2015)

https://imisrise.tappi.org//download.aspx?key=15FEB83 (em Inglês)

Seleção 10: "Wash Losses" – Perdas pela lavagem

Influência da DQO do condensado da evaporação na branqueabilidade da celulose. D.G. dos Santos. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 79 pp. (2013)

https://locus.ufv.br/bitstreams/6311817d-943a-4f44-8e4e-33a6eeb868f8/download (em Português)

Efeito do DQO da polpa marrom na eficiência dos processos de deslignificação com oxigênio. A.E.S. Bosquê Júnior; A. Bassa; J.L. Colodette. 46º Congresso Anual Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 07 pp. (2013)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2013_Efeito+DQO_filtrado.pdf (em Português)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2013_Carry-Over_DQO_O2+Delig.pdf (em Português)

Impact of dissolved lignin on oxygen delignification and chlorine dioxide stages. C. Wilke; N. Andersson; R. van Fleet; A. Mathur; U. Germgärd. Tappi Journal 15(3): 167 – 174. (2016)

https://imisrise.tappi.org//download.aspx?key=16MAR167 (em Inglês)

The impact of dissolved matter on fiberline process. C. Wilke. Tese de Doutorado. Karlstad University. 118 pp. (2018)

https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1229678/FULLTEXT02.pdf (em Inglês)

Determining wash loss levels in the brownstock pulp washing line using different methods. R. Kopra; O. Dahl. Tappi Journal 16(05): 253 – 259. (2017)

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/TJ/17MAY253.aspx?WebsiteKey=1773b35d-a94b-419b-9fd5-7f24dc9bc850 (em Inglês)

Seleção 11: Limpeza de contaminantes: Lignina, DQO, "pitch", íons metálicos, etc.
ou: quelantes, sequestrantes, antiespumantes, CO_2 ácido, etc

Chelating agents in *Eucalyptus* kraft pulps. F.E. Felissia; M.C. Area. 2nd Ciadicyp – Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel. Apresentação em PowerPoint: 37 slides. (2002)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/MariaCristinaArea05.pdf (em Inglês)

Brownstock washing fundamentals: Enhancing drainage through chemistry. L.A. Lobo; T.S. Bolton. 5th ICEP - International Symposium on *Eucalyptus* Pulp. 09 pp. (2011)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/42_Brown_stock_washing.pdf (em Inglês)

New brownstock wash aids for improved washing and foam control. T.S. Bolton; J. Nicholson: M.A. Evans: L.A. Lobo. 7th ICEP - International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 07 pp. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/9.4.Daniel+Nicholson.MANUSCRIPT.pdf (em Inglês)

Capítulo de Livro: **Trace metals in brownstock washing.** A.W. Rudie. *In*: "Brownstock washing: Fundamentals and Practices". Tappi – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 27 pp. (2017)

https://www.fpl.fs.usda.gov/documnts/pdf2017/fpl_2017_rudie002.pdf (em Inglês)

Improved silicone technology for pulp washing in South America. L. Bava; S. Rosencrane. 8th International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. Apresentação em PowerPoint: 33 slides. (2016)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/3.7.Bleaching_Washing.pdf (em Inglês)

04. Vivências do autor em temas relacionados à Lavagem das Polpas Celulósicas

Algumas lembranças de um passado com meus estudos sobre a lavagem das polpas celulósicas

Um fato curioso que me vem à mente de um passado distante que eu vivi durante o século XX é que muitas fábricas que produziam celulose no Brasil usavam enormes quantidades de água na lavagem da polpa marrom e o líquido sujo e preto dessa lavagem era despejado no rio que alimentava de água a fábrica, deixando uma mancha negra no fluxo do rio a partir de onde era descarregado. Uma heresia do passado que resultaria em prisão imediata dos gestores de uma fábrica nos dias de hoje.

Apesar de eu não ter muitas publicações sobre o tema, eu sempre fui muito entusiasmado em estudar a lavagem das polpas, pois se trata de uma operação unitária simples e com equipamentos em linha e com muitas facilidades de medições de fluxos, consistências e concentrações. Por isso mesmo, um sistema de lavagem ou mesmo um único lavador de polpa celulósica se converteu em objeto de fácil estudo por estudantes em minhas aulas acadêmicas, seja no passado como no presente. É por ser exatamente isso mesmo: um sistema fácil de ser mapeado e de muita facilidade para se realizar um balanço de massa para buscar conhecer eficiências e perdas processuais.

Por isso mesmo, eu acabei tendo em minha vida de professor diversos acadêmicos em minhas aulas que estudaram sistemas de lavagem de celulose, inclusive em alguns casos resultando em publicações em revistas especializadas. Foi o caso do João Roberto Botti Vinhas, que foi meu aluno em um curso de especialização da ABTCP/Abecel entre 1991 a 1992:

Eficiência de lavagem da polpa não branqueada de eucalipto. J.R.B. Vinhas. Revista O Papel (Outubro): 21 – 27. (1993)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1993_10_Eficiencia+Lavagem+Polpa.pdf

E de outros alunos mais, com seus trabalhos universitários citados na seção 07 de publicações sobre a Lavagem das Polpas que tiveram a participação do professor Celso Foelkel como orientador.

A forma de se lavar a polpa por deslocamento de um líquido contaminado por outro mais limpo (caso da lavagem em difusores), acabou resultando inclusive em uma inovadora ideia em um de meus ex-estudantes e grande amigo e profissional Augusto Fernandes Milanez, que foi a de se realizar o branqueamento em um processo denominado "branqueamento em manta", onde um gás oxidante de branqueamento passava por uma manta de polpa recebendo assim os reagentes na forma gasosa.

Branqueamento em manta. A.F. Milanez; C.E.B. Foelkel; S.M.K. Borges; P.P.O. Barth. 14º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 23 pp. (1981)

https://celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1981.%20Branqueamento%20em%20manta.pdf

Uma quantidade grande de meus estudos com a lavagem das polpas foi dedicada a avaliar o efeito das perdas de lavagem e seu efeito no consumo de produtos: na deslignificação com oxigênio (O_2) e no branqueamento da celulose (cloro ativo e ozônio). Em geral dedicamos muitas avaliações sobre os desperdícios em consumo de reagentes químicos na linha de fibras como resultado de lavagens ineficientes, tanto pela má utilização do equipamento lavador, como pelo uso de líquidos de má qualidade como fonte de "água limpa' para lavagem. Além disso, havia um foco também muito grande na geração extra de organoclorados, como resultado do residual de compostos orgânicos que iam em direção ao branqueamento com a polpa. Outro foco que dedicamos atenção foi o da perda de fibras por lavadores, geralmente por manutenção inadequada, desgate de peças ou uso do equipamento muito acima da sua capacidade nominal.

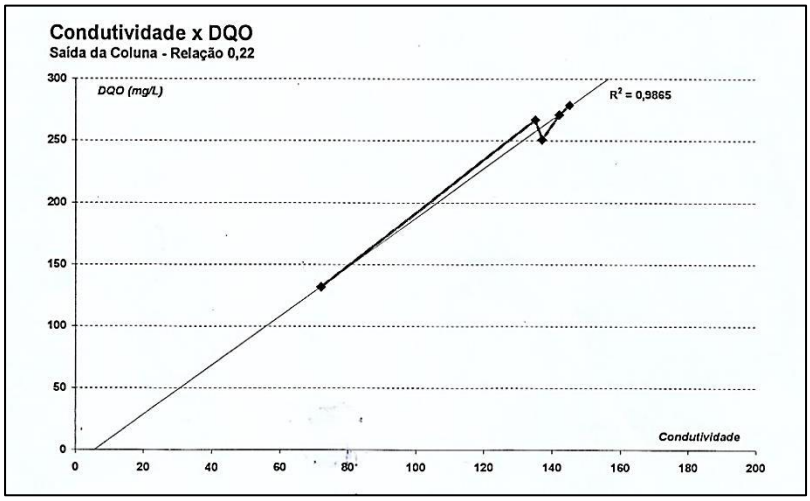
Durante os anos 1980's e 1990's a indústria enfrentou muitos questionamentos em relação aos aspectos ambientais, principalmente em relação aos seus efluentes finais e descarregados em cursos d'água. A lavagem das polpas tinha uma relação muito importante para melhorar o desempenho ambiental das fábricas. Por isso, tivemos uma dedicação especial em estudar as "wash losses" ou perdas de lavagem. Isso porque quanto maiores as perdas de lavagem, maiores os impactos ambientais e os consumos específicos de químicos na linha de fibras.

Dentre os estudos realizados, foram avaliadas:

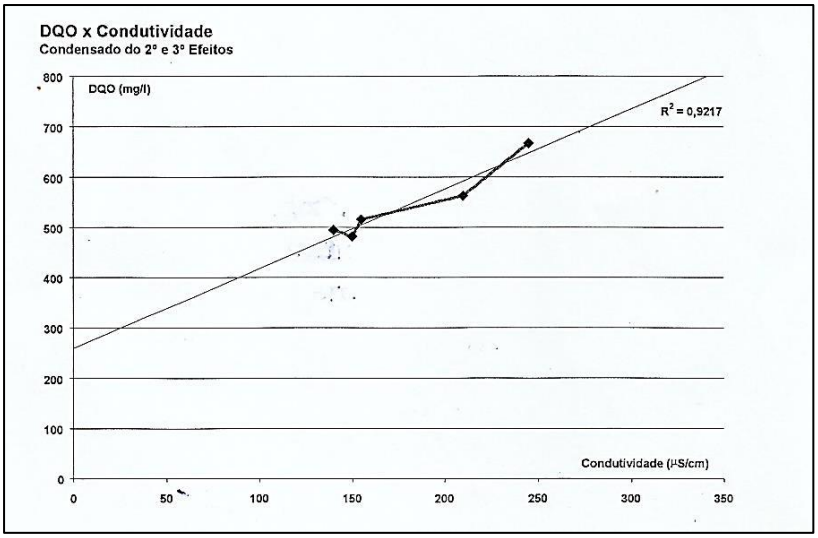
- As qualidades das águas de lavagem (condensados e filtrados reciclados);

- A eficiência dos lavadores;
- O controle das consistências;
- As relações entre as diversas maneiras de expressar perda de lavagem;
- A busca para avaliar a condutividade dos filtrados como forma rápida de avaliação da perda de lavagem, o que permitia uma fácil instrumentalização para esse controle, conforme mostrado em gráficos a seguir nessa página.

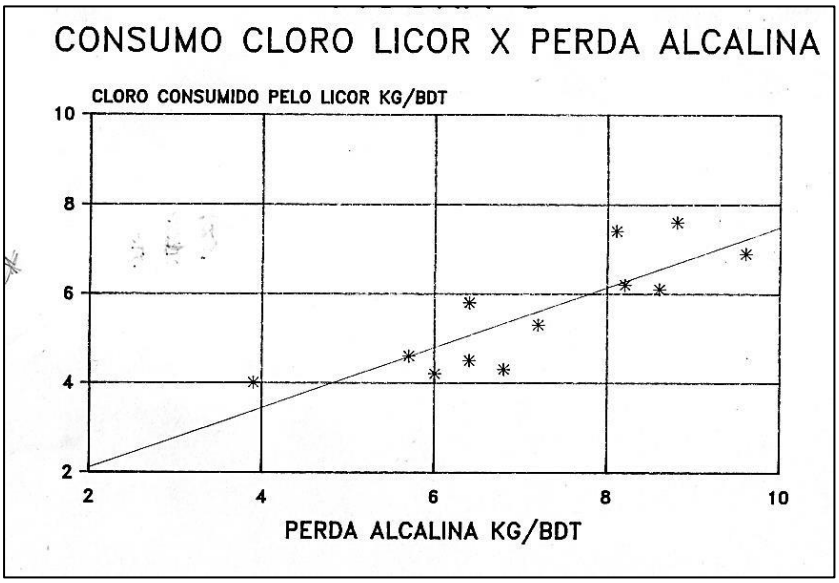
Para fins de entendimento de algumas das descobertas, a maioria não publicada em revistas, apenas mostrada como resultados de estudos operacionais para melhorias processuais, eu lhes trago algumas de nossas descobertas na forma de gráficos. Todas do início dos anos 1990's.



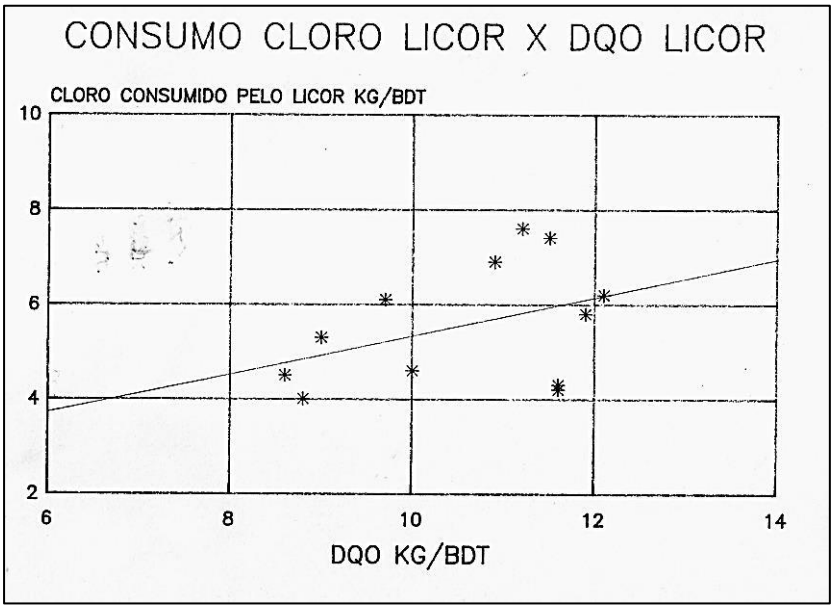
Relação Condutividade x DQO para filtrado de lavagem de polpa marrom Condensado fraco



Relação Condutividade x DQO para filtrado de lavagem de polpa marrom Condensado mais concentrado



Consumo de Cloro Ativo em função do "carry-over" (perda alcalina)
kg NaOH - BDT = Bone dry ton = t a.s.



Consumo de Cloro Ativo em função do "carry-over" (DQO)

Os gráficos permitem visualizar a importante contribuição do "carry-over" sobre o consumo de equivalente de cloro ativo no primeiro estágio do branqueamento (estágio Do).

Portanto, é fundamental colocar toda a atenção na lavagem da polpa que adentra o branqueamento, pois uma polpa marrom, seja após digestor ou após deslignificação com oxigênio, quando estiver arrastando um "carry-over" elevado, existirá um consumo de cloro ativo no branqueamento que pode ser 10% maior do que o consumo de uma polpa isenta de "carry-over".

05. As mazelas mais comuns e sugestões de melhorias para o processo de lavagem de polpas celulósicas

Mazelas em dicionários do idioma português possuem diversos significados que se identificam com o propósito dessa seção. As mazelas podem estar relacionadas às doenças, males, achaques, defeitos, distúrbios e descréditos. Tudo isso acontecendo como resultado de operações e gestão inadequadas no caso de um processo de lavagem da polpa celulósica.

Dentre as causas para mazelas nesse importante setor do processo de fabricação de celulose, eu gostaria de salientar algumas, sem um ordenamento de importância, já que qualquer uma dessas causas pode ser responsável por mazelas, de maior ou menor intensidade.

E vamos então à terrível lista das causas de mazelas que vai deixar muitos de nossos técnicos preocupados por não estarem colocando nelas as devidas atenções.

- ✓ Unidade lavadora trabalhando em sobrecapacidade; seja hidráulica, seja em quantidade de massa, seja em mudanças das condições operacionais para poder trabalhar em condições de sobrecarga.

- ✓ Gargalos operacionais conhecidos, mas sem uma atuação sobre eles. Sequer se verifica "qual o custo real de operar com esse gargalo".

- ✓ Equipamentos comprados sem a devida avaliação técnica (apenas pelo preço ou oportunidade).

- ✓ Falta de investimentos para modernizações (sendo o setor de lavagem em geral uma das últimas áreas a ser contemplada com investimentos de modernização).

- ✓ Equipamentos ultrapassados, sem manuais de operação e sem o devido processo de operação.

- ✓ Falta de manutenção adequada, tanto corretiva como preventiva. Em geral, valendo-se de "gambiarras", usando peças de reposição sem a devida qualidade e fora das especificações.

- ✓ Desbalanceamentos em cargas entre as unidades afins à lavagem das polpas (polpação, branqueamento, sistema recuperação). Falta de estudos sobre balanços de massa e de energia entre as seções da fábrica.

- ✓ Completa falta de medições e acompanhamento de desempenho e eficiências. Falta de indicadores confiáveis de avaliação de desempenho.

- ✓ Desconhecimento dos parâmetros principais de controle operacional ou não otimização dos mesmos, mesmo se conhecendo os mesmos.

- ✓ Sistemas precários de monitoramento automático e de controle de qualidade dos parâmetros operacionais.

- ✓ Perda de fibras e licor para efluentes.

- ✓ Desconhecimento técnico pelos operadores.

- ✓ Falta de acompanhamento pelas chefias.

- ✓ Falta de visão sobre o papel e influência da lavagem da polpa nos resultados da fábrica.

- ✓ Falta de avaliações econômicas em termos de perdas químicas, calor e principalmente de produção na fábrica, com consequentes destruição e não agregação de valor pela área de produção

etc. etc. etc.etc.

Existem algumas sugestões simples para poder se trabalhar sem muitas dessas causas. Vejamos algumas delas, para complementar com algo de positivo uma seção com tantas coisas negativas que podem acontecer nas fábricas.

- *Perfeito entendimento das capacidades hidráulicas dos equipamentos da empresa*

Quando operamos máquinas fora de sua capacidade hidráulica, tanto para operações abaixo ou acima da capacidade, há uma tendência de os resultados de eficiência ser piores em relação aos desejados. Isso porque os operadores são obrigados a fazer modificações em volumes dos fluxos e das consistências da massa para conseguir manter o equipamento ou a seção funcionando. O trabalho nessas condições acaba por reduzir as eficiências da lavagem, aumentando as perdas de lavagem e as eficiências de outras seções da fábrica (branqueamento, sistema de recuperação, polpação, etc.).

- *Corretas avaliações dos filtrados do sistema de lavagem*

Essas avaliações incluem concentrações (qualidade) e fluxos dos filtrados, tanto os que acompanham as polpas como os que as lavam. Só assim será possível se determinar as eficiências de lavagem e as perdas do processo ("wash losses").

- *Muita atenção às consistências das polpas*

Quando não há atenção à consistência de descarga da massa que sai do equipamento lavador, podemos estar aceitando que essa massa esteja carreando muito mais líquido sujo do que deveria. Com isso, estará definitivamente prejudicando a eficiência de lavagem. A medição de consistências não apenas precisam ser avaliadas, bem como seus valores devem ser corretamente medidos.

- Atenção ao reumedecimento da manta ou colchão de fibras

Quando o colchão de fibras vai ser descarregado para uma espécie de rosca repolpadora, pode ocorrer de que ocorra um reumedecimento por entrada de filtrado que deveria estar sendo removido do equipamento. Essa situação acaba por prejudicar a consistência e a eficiência de lavagem, pois algum líquido sujo que foi removido, volta inadvertidamente para a polpa.

- Manutenções preventiva e corretiva são fundamentais

As manutenções permitem que o equipamento possa trabalhar efetivamente mesmo em condições de pico por mais longos períodos de tempo. Equipamentos em boas condições entregam parâmetros de qualidade mais estáveis e mais efetivos. A manutenção deve envolver tantos os equipamentos principais como os auxiliares (motores, bombas,

telas, etc.). Um adequado almoxarifado de peças de reserva também é vital.

Brownstock washing: A review of current technology

Variables affecting the operation of brownstock washers are reviewed, and guidelines for optimizing each are discussed in this article

By O. KORHONEN

☐ Several variables affect the efficiency of the removal of soluble solids and sodium from kraft pulp. Some of these variables are fixed in the washer design, and others are controlled during the washer operations.

The operational washing variables can be roughly divided into independent and interdependent variables. An independent variable can be changed without significantly affecting any other variable. An interdependent variable cannot be changed without affecting another variable. The independent variables include the amount of shower flow, production rate variation, washwater temperature, defoamer usage, shower-flow distribution among the pipes, and steam or air doctor pressure. The interdependent variables are drum rotation speed, vat consistency, vat level, and drum vacuum. Optimization of the washing variables is important for efficient mill and washer operation.

Shower flow—dilution factor

Shower flow is the most significant factor affecting washing losses. At lower shower flow, washing losses are high; a significant loss reduction is achieved by a moderate increase in the flow. This is seen in Figure1, which shows a relationship between saltcake loss and dilution factor. (Dilution factor, which is defined as the amount of washwater per ton of pulp diluting black liquor from the blowtank, is directly proportional to the shower flow.)

When dilution factor is increased, gains diminish, and at a point it becomes uneconomical to use more washwater because of increased evaporation cost. The factors for calculating optimum dilution factor are presented in Figure 2. It shows that washer solid losses, hot washwater cost, savings from evaporator condensate, and pulp neutralization cost need to be considered when defining optimum dilution factor. Deviations from optimum dilution factor should only occur when a mill is evaporator-limited, or when best possible washing is needed due to environmental reasons or difficulties in keeping mill sodium oxide inventory at an adequate level.

In practice, dilution factor is controlled by keeping weak black liquor solid concentration constant. Dilution factor variations are dependent first on the capability of an operator or the automatic control system to closely follow the production rate variations, and second on the stability of evaporator operations. Some improvement in dilution factor control can be achieved by measuring filtrate liquor conductivities (or solids). A need exists for a good automatic shower-flow control system receiving continuous feedback from weak black liquor solid concentration and/or last-stage filtrate liquor conductivity, because the manual washer operations rarely produce a constant dilution factor.

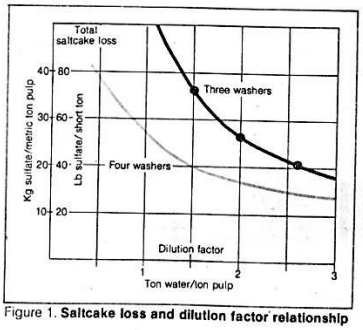


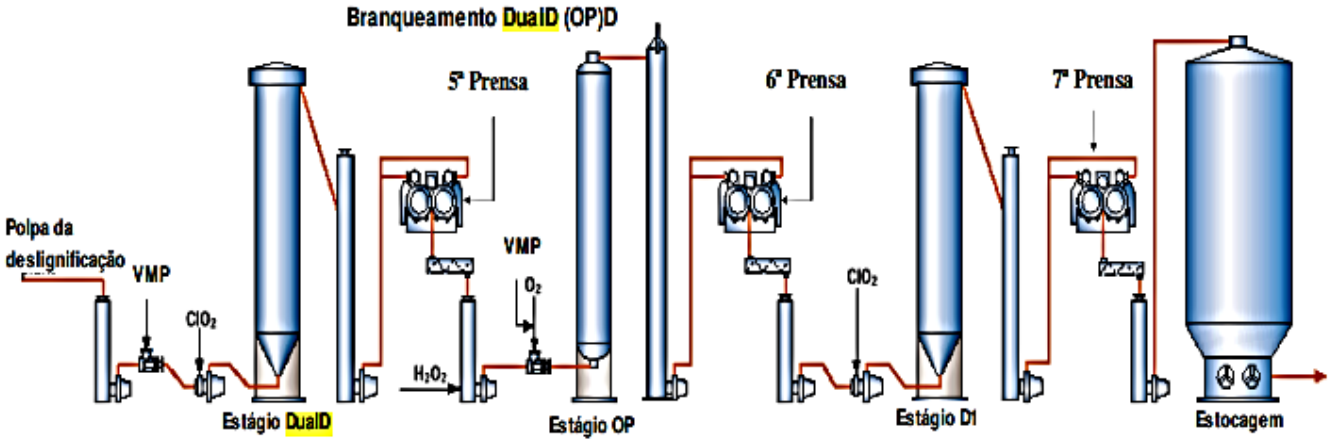
Figure 1. **Saltcake loss and dilution factor relationship**

Mr. Korhonen is technical superintendent, Eurocan Pulp & Paper Co. Ltd., Kitimat, B.C. This article is based on a paper presented at the CPPA Joint Conference at Harrison Hot Springs, B.C., in May 1979.

Artigo histórico

.**Brownstock washing: A review of current technology**. O. Korhonen. Pulp & Paper Canada (September): 104 - 107. (1979)

06. Importantes autores da literatura global com publicações sobre a Lavagem das Polpas Celulósicas



Fonte da Imagem: Sequência (DualD)(PO)D com lavadores
https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=475273

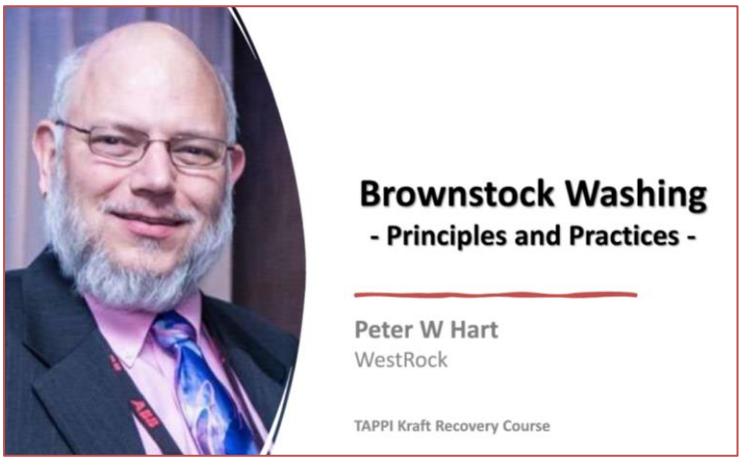
Essa seção tem a missão de lhes oferecer possibilidades para que conheçam importantes autores, estudiosos, técnicos e especialistas sobre o processo de *Lavagem das Polpas Celulósicas* em suas diversas e variadas perspectivas. Para que se possa entender a grande contribuição de cada um desses autores para o desenvolvimento desse setor tecnológico, estão oferecidas sugestões de navegação na web para se encontrar algumas de suas publicações.

Para a maioria deles, será possível encontrar também alguns de seus estudos em artigos ou palestras relacionados em seções mais adiante desse nosso Relato de Vida.

É possível se perceber que é bastante significativa a quantidade de estudiosos sobre os processos de lavagem das polpas celulósicas. Isso é facilmente entendível, pois o processo de lavagem das polpas é uma etapa vital para esse tipo de indústria, apresentando importantes características técnicas, ambientais, científicas e econômicas em praticamente todos os continentes onde se produzam polpas celulósicas, de quaisquer tipos e matérias-primas.

Cerca de Noventa Autores Globais navegados nos websites do Google Acadêmico e/ou Semantic Scholar e/ou ResearchGate e/ou Academia.edu

(mas que podem também serem pesquisados e encontrados em outros buscadores de autores científicos, tais como: Publons, ORCID, etc.)



Dr. Peter W. Hart

Um dos grandes nomes globais da ciência e tecnologia da celulose e papel

In Memoriam

Remembering Dr. Peter W. Hart: Dedicated leader, mentor, friend

TAPPI honors the legacy of Dr. Peter W. Hart and his contributions to the industry

By Jonathan Adan, TAPPI

Dr. Peter W. Hart, a true pioneer in the pulp and paper industry, passed away on May 11, 2024. His legacy will be celebrated for many years. As we reflect on Hart's remarkable life and achievements, we celebrate his positive impact on TAPPI and the industry. He was a beloved TAPPI member, editor, author, instructor, and mentor.

Hart earned his Bachelor of Science from the University of Maine, majoring in Chemical Engineering and Pulp and Paper Technology. During his academic journey, he spent two terms as a co-op for Boise Cascade in Rumford, ME, and a summer working for Container Corporation of America in Philadelphia, PA. He later earned his Master's Degree in Chemical Engineering from the University of Maine and a Ph.D. in Chemical Engineering from Georgia Institute of Technology. His dissertation was on the formation and release of AOX during kraft pulp bleaching.

Upon completing his Ph.D., Peter joined Westvaco (later named MeadWestvaco, MWV, and now WestRock) as a research chemical engineer. His roles included pulp mill superintendent, process engineering manager, and technical assistant to the mill manager. In 2002, he returned to R&D, working on multiple mill improvement efforts and collaborating with vendors, universities, outside research consortia, and various government agencies. He then worked as an individual contributor for several years before being chosen to help lead the corporate R&D structure for the company.

Dr. Peter W. Hart

As we honor the life and legacy of Dr. Peter W. Hart, we remember a beloved TAPPI member, editor, author, instructor, and mentor whose contributions to the industry will continue to inspire future generations and industry leaders.

Throughout his career, Peter held various research, production, and engineering positions of increasing responsibility. He worked in production at both the Wickliffe, KY, and the Evadale, TX, mills and spent five years living in Brazil half-time as part of a major mill expansion project that included a new paper machine and a serial #1 patented pulping line, which he helped develop.

An esteemed TAPPI member since 1981, Hart's dedication to the association was unwavering. Throughout his career, Hart made significant contributions to TAPPI, fostering collaboration and knowledge-sharing among its members. He was inducted into the 2012 TAPPI Fellow class for his meritorious service to the association and the industry. He also served on TAPPI's Board of Directors from 2019 – 2022.

A very active member and volunteer, Hart authored over 150 technical articles, books, and papers on various aspects of the pulp and paper industry. He served on the *TAPPI Journal* Editorial Board for over 20 years, including three terms as editor-in-chief, and actively participated in multiple committees and local sections, including the Alkaline Pulping and Bleaching Committee, Pulp Manufacture Division Council, and PEERS Committees. As an instructor for TAPPI's Kraft Recovery Operations Course, Hart's contributions to education and professional development were profound.

Hart's dedication to the industry and involvement with TAPPI earned him numerous accolades, including the Gunnar Nicholson Gold Medal Award, the David Wetherhorn Award, the High Impact Paper Award, two *TAPPI Journal* Best Research Paper Awards, and the Leadership and Service Award. As we honor the life and legacy of Dr. Peter W. Hart, we remember a beloved TAPPI member, editor, author, instructor, and mentor whose contributions to the industry will continue to inspire future generations and industry leaders.

Sua perda (Maio/ 2024) deixa enorme lacuna na área de polpação kraft, lavagem, branqueamento e recuperação do licor

E vamos, apesar da tristeza do setor por essa perda do Peter Hart, à essa nossa seleção de "Importantes Experts sobre a Lavagem das Polpas Celulósicas", desde o passado até o presente, através de suas realizações em termos de descobertas de novos conhecimentos e tecnologias:

- **Alan W. Rudie**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22AW+Rudie%22+pulp+washing+&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/search?q=%22A.%20Rudie%22%20washing&sort=relevance

- **Alexandre Augusto de Andrade**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22AA+Andrade%22+celulose&btnG=

- **Alfredo Mokfienski** (possivelmente, um dos autores brasileiros que mais tenha estudado e publicado artigos, palestras e cursos sobre a lavagem das polpas celulósicas no Brasil)

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22a+mokfienski%22+&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/search?q=%22A.%20mokfienski%22&sort=relevance

- **Andreas W. Krotschek**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22aw+krotschek%22+&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/author/Andreas-W.-Krotschek/92238383

- **André Domingues**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22a+domingues%22++celulose&btnG=

- **André Fonseca Mendes**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22af+mendes%22++celulose&btnG=

- **Andrzej (Andrew) Tomiak**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22a+tomiak%22++pulp+washing&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/search?q=%22A.%20Tomiak%22%20pulp%20washing&sort=relevance

- **Ann Honor Mounteer**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22a.h.+mounteer%22+polpa+lavagem+pulp+washing&btnG=

- **Antônio Elias S. Bosquê Júnior**

https://www.semanticscholar.org/author/A.-Bosque/2067045461

- **Antônio S. Reynol, Jr.**

https://repositorio.usp.br/item/001434335

- **Bertil Quintus Strömberg**

https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22b+stromberg%22+pulp+washing&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/author/B.-Stroemberg/117368615

- **Brenda dos Santos Elbacha**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22bs+elbacha%22+polpa+lavagem+&btnG=

- **Carlos Alberto dos Santos**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22ca+santos%22+celulose&btnG=

- **Caroline Wilke**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22c+wilke%22+pulp+washing&btnG=
e
https://www.semanticscholar.org/search?q=c.%20wilke%20pulp%20washing&sort=relevance

- **Celso Foelkel**

https://scholar.google.com/citations?hl=pt-BR&user=SYnAlVAAAAAJ

e

https://www.semanticscholar.org/author/C.-Foelkel/88115034

e

https://www.semanticscholar.org/author/C.E.B-Foelkel/92573086

e

https://www.academia.edu/search?answers=true&q=celso%20foelkel

- **Cláudio Roberto de Freitas Pacheco**

https://www.semanticscholar.org/author/C.-Pacheco/92584891

e

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22crf+pacheco%22+celulose&btnG=

- **Cristina Isabel Carvalho Araújo**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22c.i.c.+ara%C3%BAjo%22+celulose+lavagem&btnG=

- **Dalton Longue Júnior**

https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Dalton-Longue-Junior-35985392

- **Danielle Cristinne Polowski**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0,5&q=%22dc+polowski%22+celulose

- **Daniel Moreira Saturnino**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22dm+saturnino%22+&btnG=

- **Deusanilde de Jesus Silva**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22d.j.+silva%22+celulose+lavagem&btnG=

- **Dimas Gomes dos Santos**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22dg+santos%22+celulose&btnG=

- **Edison Silva Campos**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22es+campos%22+celulose&btnG=

- **Érika Nascimben Santos**

https://www.semanticscholar.org/author/Erika-Nascimben-Santos/1975013279e
https://www.researchgate.net/profile/Erika-Nascimben-Santos-2

- **Esa Kari Vakkilainen**

https://scholar.google.com/citations?user=5wswAKkAAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra
e
https://www.semanticscholar.org/author/Esa-Vakkilainen/2309915824

- **Fernando Esteban Felissia**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22fe+felissia%22+celulosa&btnG=
e
https://www.semanticscholar.org/author/F.-Felissia/12653151

- **Fernando José Borges Gomes**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22fjb+gomes%22+lavagem+washing&btnG=
e
https://www.semanticscholar.org/author/F.-J.-Gomes/48918647

- **Frantisek Potucek**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22f.+potucek%22+pulp+washing&btnG=
e
https://www.semanticscholar.org/author/F.-Pot%C5%AF%C4%8Dek/48710107

- **Gabriela Abrantes Domingos**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22g.a.+domingos%22+celulose&btnG=

- **Gabriela Lombardi Maranesi**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22g.l.+maranesi%22+celulose&btnG=

- **Gercino Ângelo Molino**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22g.a.molino%22+celulose&btnG=

- **Hans Ulrich Süss** (ou Suess)

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22h.u.+suss%22+washing+pulp&btnG=

- **Harry T. Cullinan**

https://www.semanticscholar.org/search?q=harry%20cullinan%20pulp%20washing&sort=relevance

- **Herbert Sixta**

https://scholar.google.com/citations?user=7JGBDowAAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra

e

https://www.semanticscholar.org/author/H.-Sixta/6000988

- **Hilda Garza Villarreal**

https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22Hilda+Garza+Villarreal%22+&btnG=

- **Honghi Tran**

https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22H.+TRAN%22+pulp+washing&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/author/H.-Tran/49160604

- **Hugh E. Muller**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22h.e.+Muller%22+pulp+washing&btnG=

- **Inês da Silva Ferreira Mendes**

https://scholar.google.com.br/citations?user=29_rsF8AAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra

- **Ingemar Croon**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22ingemar+croon%22+pulp+washing&btnG=

- **Ivan Venson**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22i.+venson%22+lavagem+washing+&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/author/Ivan-Venson/2085977505

- **Jailson Zocolotti de Aquino**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22j.z.+aquino%22+lavagem+washing+&btnG=

- **James Cantrell**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22james+cantrell%22+pulp+tappi&btnG=

- **Janne Vehmaa**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22janne+vehmaa%22+pulp+washing+&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/author/J.-Vehmaa/92213525

- **Jitender Kumar**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22jitender+kumar%22+pulp+washing&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/author/Jitender-Kumar/2069635114

- **Jorge Luiz Colodette**

https://www.semanticscholar.org/author/J.-Colodette/3653691

e

https://scholar.google.com/citations?hl=pt-BR&user=McRLfRwAAAAJ

- **José Lívio Gomide**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22J.L.+Gomide%22+pulp+washing&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/author/J.-L.-Gomide/21564271

- **José Luiz de Paiva**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22J.L.+Paiva%22+lavagem+celulose&btnG=

- **José Mangolini Neves**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22jm+neves%22+lavagem+&btnG=

- **Juha Fiskari**

https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22j+fiskari%22+pulp+washing&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/author/J.-Fiskari/92578685

- **Kari Kovasin**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22k.+kovasin%22+%22pulp+washing%22&btnG=

e

https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Kari-Kovasin-2094883821

- **Kátia Maria Morais Eiras**

https://www.semanticscholar.org/author/K.-M.-M.-Eiras/87619605

- **Kimmo Koivula**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22k.+koivula%27+pulp+washing&btnG=

- **Kyösti Ruuttunen**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22k+ruuttunen%22+pulp+washing&btnG=

- **Konstantin Gabov**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22k.+gabov%27+pulp+washing&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/author/Konstantin-Gabov/11262961

- **Krista Koljonen**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22k.+koljonen%27+pulp+washing&btnG=

e

https://www.researchgate.net/profile/Krista-Koljonen

- **Kyösti Ruuttunen**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22k.+Ruuttunen%22+pulp+washing&btnG=

e

https://www.researchgate.net/profile/Kyoesti-Ruuttunen

- **Lars Miliander**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22l.miliander%22+pulp&btnG=

- **Lewis D. Shackford**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22ld+shackford%22&btnG=

- **Lloyd A. Lobo**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22lloyd+a+lobo%22+washing+pulp&btnG=

- **Louise Bonander**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22l.+bonander%22+washing+pulp&btnG=

- **Lucian A. Lucia**

https://scholar.google.com/citations?user=p6hikTUAAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra

e

https://www.semanticscholar.org/author/L.-Lucia/7495953

- **Marcelo Cardoso**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22m.+cardoso%22+kraft&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/author/M.-Cardoso/145705410

- **Marcelo Hamaguchi**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22m.+hamaguchi%22+pulp+washing&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/author/Marcelo-Hamaguchi/9455865

- **Marcelo Moreira da Costa**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22mm+costa%22+celulose&btnG=

e

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22mm+costa%22+kraft&btnG=

- **Marcelo Rodrigues da Silva**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22mr+silva%22+kraft&btnG=

- **Maria Cristina Area**

https://scholar.google.com.br/citations?user=rEJId5gAAAAJ&hl=pt-BR&oi=sraG=

e

https://www.semanticscholar.org/author/M.-C.-Area/15010407

- **Maria Graça Videira de Sousa Carvalho**

https://scholar.google.com/citations?user=VxOCIM8AAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra

e

https://www.semanticscholar.org/author/M.-G.-Carvalho/32876515

- **Markku J. Pekkanen**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22m+pekkanen%22+pulp+washing&btnG=

- **Martin A. Hubbe**

https://scholar.google.com/citations?user=w4J3_coAAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra

e

https://www.semanticscholar.org/author/M.-Hubbe/4468386

- **Martin Ragnar**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22m+ragnar%22+washing+pulp&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/author/M.-Ragnar/91160322

- **Mervi Sillanpää**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22mervi+sillanpaa%22+washing+pulp&btnG=

- **Michael T. Brown**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22michael+t.+brown%22+washing+pulp&btnG=

- **Olavi Pikka**

https://www.semanticscholar.org/author/O.-Pikka/152493868

e

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22o+pikka%22+pulp+washing&btnG=

- **Olli Dahl**

https://scholar.google.com/citations?user=_NDdHjsAAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra

e

https://www.semanticscholar.org/author/O.-Dahl/48478970

- **Otávio Mambrim Filho**

https://scholar.google.com.br/citations?user=XvM6nn4AAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra

e

https://www.semanticscholar.org/author/O.-M.-Filho/90219392

- **Panu O. Tikka**

https://www.semanticscholar.org/author/Docent-Panu-Tikka/113252332

- **Peter W. Hart**

https://www.tappi.org/publications-standards/books/author-spotlights/Peter-Hart/ *(Sobre Peter Hart)*

e

https://scholar.google.com.br/citations?user=q8ZDtEEAAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra

e

https://www.semanticscholar.org/author/P.-Hart/47627693

- **Pia Jour**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22p.+jour%22+pulp+washing&btnG=

- **Pratima Bajpai**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22p+bajpai%22++washing&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/author/P.-Bajpai/143608147

- **Ricardo Balleirini Santos**

https://scholar.google.com/citations?user=gugmDnAAAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra

e

https://scholar.google.com/citations?user=gugmDnAAAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra

e

https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Santos-98

- **Riko Kopra**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22r+kopra%22+washing&btnG=

- **Rogério Simões**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22r+simoes%22+kraft&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/author/R.-Sim%C3%B5es/2073284447

- **Roseanne Xiaohong Wang**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22rx+wang%22+pulp+washing&btnG=

- **Simo Mertanen**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22s.+mertanen%22+kraft&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/author/S.-Mertanen/101316196

- **Tânia Cristina Frigieri**

https://www.semanticscholar.org/author/T%C3%A2nia-Cristina-Frigieri/16278609

e

https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Tania-Cristina-Frigieri-2054044209

- **Thomas J. McDonough**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22tj+McDonough%22+washing&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/author/T.-McDonough/37299181

- **Todd S. Bolton**

https://www.semanticscholar.org/author/T.-S.-Bolton/46959030

- **Ulf Germgärd**

https://www.semanticscholar.org/author/U.-Germgard/88426321

e

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22u+germgard%22+kraft+pulp&btnG=

- **Vera Maria Sacon**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22vm+sacon%22+washing&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/author/V.-Sacon/4472223

- **Vijay Kumar Kukreja**

https://scholar.google.com/citations?user=IlVtsvAAAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra

e

https://www.semanticscholar.org/author/V.-Kukreja/144522671

- **Yoshitatsu Mori**

https://www.semanticscholar.org/author/Y.-Mori/72919742

e

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22yoshitatsu+mori%22+washing&btnG=

Além dos renomados autores, recém-relacionados acima nessa seção, é importante ainda se destacar outros técnicos, pesquisadores, especialistas e estudiosos brasileiros ou não, que foram ou têm sido bastante importantes no presente e no passado para o desenvolvimento de conhecimentos e dos aspectos tecnológicos sobre a lavagem das polpas celulósicas.

Nossos agradecimentos e sinceros cumprimentos a todos esses técnicos, dentre os quais tomo a liberdade de nominar alguns deles, pelo meu conhecimento mais direto sobre suas atuações profissionais. Infelizmente, alguns nomes foram incidentalmente esquecidos por minha memória e pelo fato de que meu conhecimento não seja tão pleno sobre todos os envolvidos na produção técnica em nosso setor. Alguns inclusive infelizmente já nos deixaram.

Então, em uma listagem mais singela, trago nomes de profissionais, que também deixaram e têm ainda deixado importantes legados em suas carreiras para o crescimento da tecnologia da lavagem da polpa celulósica. São profissionais sem muitas publicações, mas com histórias e experiências profissionais relacionadas a essa temática. Portanto, meu reconhecimento, melhor dizendo, nosso reconhecimento, aos talentos dos seguintes profissionais que atuam ou atuaram nesse setor:

Adrian Mitchel Rogerson

André Turqueti

Arno Alfredo Mundstock

Attílio Seber

César Gonçalves

Cláudio Ferreira

Élio Darci Krummenauer

Ernandes da Silva

Fernando Valdebenito

Happy Kumar

João Roberto Botti Vinhas

John Ling Rogers

Jorge Juan Venâncio Don

Leif Smedman

Marcelo Montanhese de Lima

Maria Sofia Suarez

Martim Júlio Leiner

Paulo Keniche Funo

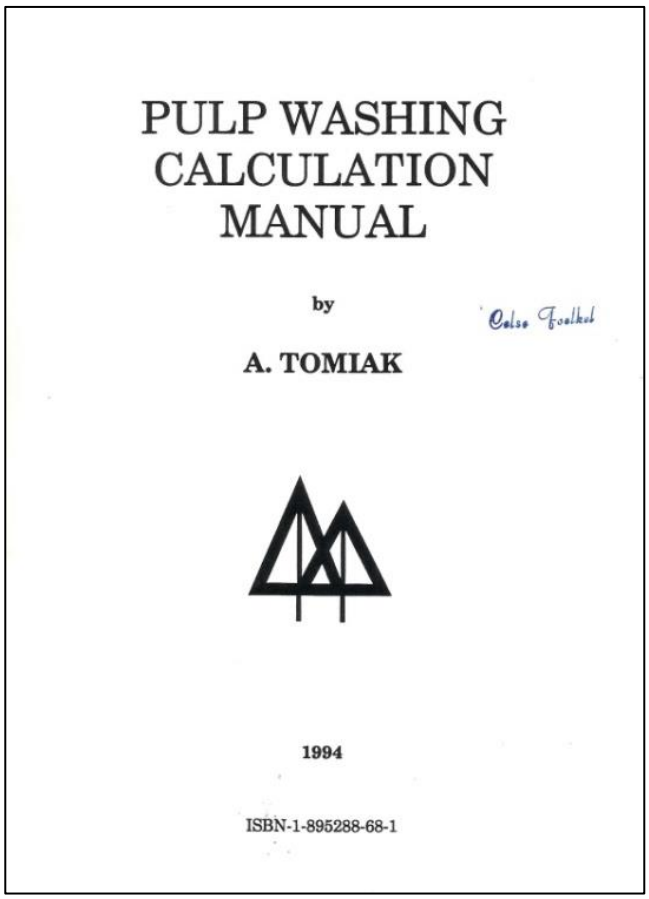
Romeu Antônio Zanchin

Thalita M. Resende

Yang Wang

William J. Miller

A todos os amigos relacionados e outros eventualmente esquecidos pelas dificuldades de memorizar tantos nomes ao longo dos tempos, um especial MUITO OBRIGADO pelos excelentes diálogos tecnológicos e busca da melhoria contínua nos produtos e processos relacionados à lavagem das polpas celulósicas.

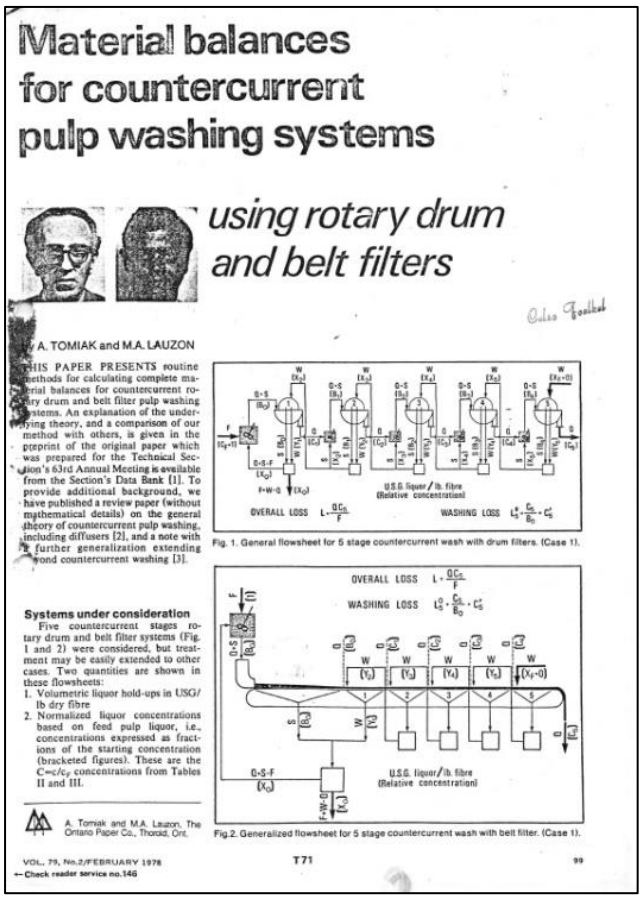

PULP WASHING
CALCULATION
MANUAL

by

A. TOMIAK

1994

ISBN-1-895288-68-1


Material balances
for countercurrent
pulp washing systems

using rotary drum
and belt filters

by A. TOMIAK and M.A. LAUZON

THIS PAPER PRESENTS routine methods for calculating complete material balances for countercurrent rotary drum and belt filter pulp washing systems. An explanation of the underlying theory, and a comparison of our method with others, is given in the preprint of the original paper which was prepared for the Technical Section's 63rd Annual Meeting is available from the Section's Data Bank [1]. To provide additional background, we have published a review paper (without mathematical details) on the general theory of countercurrent pulp washing, including diffusers [2], and a note with further generalization extending beyond countercurrent washing [3].

Fig. 1. General flowsheet for 5 stage countercurrent wash with drum filters. (Case 1).

Systems under consideration

Five countercurrent stages rotary drum and belt filter systems (Fig. 1 and 2) were considered, but treatment may be easily extended to other cases. Two quantities are shown in these flowsheets:

1. Volumetric liquor hold-ups in USG/lb dry fibre
2. Normalized liquor concentrations based on feed pulp liquor, i.e., concentrations expressed as fractions of the starting concentration (bracketed figures). These are the $C=c/c_f$ concentrations from Tables II and III.

Fig.2. Generalized flowsheet for 5 stage countercurrent wash with belt filter. (Case 1).

A. Tomiak and M.A. Lauzon, The Ontario Paper Co., Thorold, Ont.

VOL. 79, No.2/FEBRUARY 1978

←Check reader service no.146

T71

99

Páginas de rosto de valiosos documentos históricos sobre a lavagem das polpas celulósicas

Um tributo a Andrzej (Andrew) Tomiak – um pioneiro nesse tema

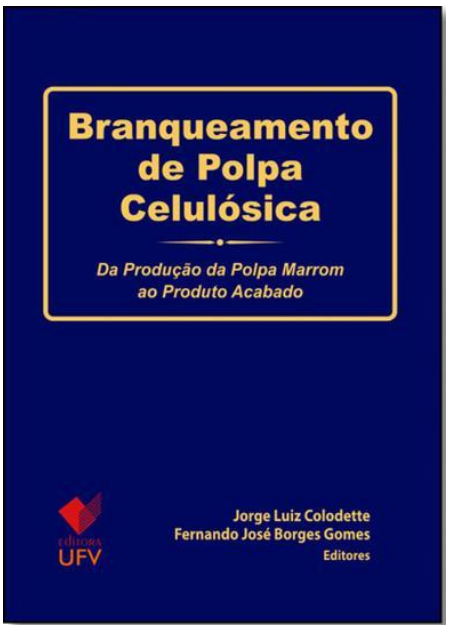
Para estudar sobre essas tecnologias é só querer e ter vontade...

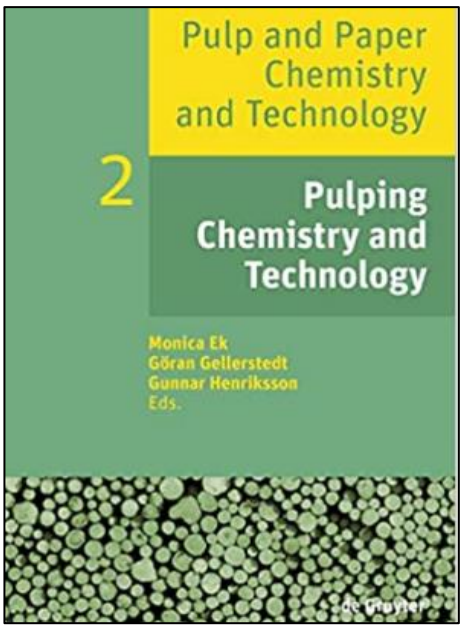
Com tantas possibilidades de encontrar informações e conhecimentos disponibilizados gratuitamente por todas as partes...

Basta encontrar determinação para:

Estudar os fundamentos científicos e tecnológicos, não importando onde possam estar... Basta procurar para se achar

Os livros e as publicações estão praticamente ao dispor de todos na atual ***Era do Conhecimento Compartilhado***





Esquerda:

https://www.editoraufv.com.br/produto/branqueamento-de-polpa-celulosica/1112613

Direita:

Volume 2:
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5597689/mod_resource/content/1/Pulping%20Chemistry%20and%20Technology%20-Vol%202-%20De%20Gruyter.pdf

Vide: "Pulp Washing" por Lars Miliander - páginas 165 a 200

Um excelente documento – Imperdível a quem se interessar pelo tema

07. Publicações de Celso Foelkel e de seus coautores e colaboradores em temas relacionados à Lavagem das Polpas Celulósicas

Nessa seção, procurou-se relacionar diversos materiais tecnológicos escritos por Celso Foelkel e também na parceria do mesmo com diversos de seus alunos e coautores em equipes de pesquisas nas quais o Celso atuou. São materiais científicos ou tecnológicos que se relacionam direta ou indiretamente ao processo de lavagem das polpas celulósicas.

Conseguiu-se assim reunir uma pequena seleção histórica e talvez de interesse dos leitores desejosos de obtenção de mais conhecimentos sobre esses processos tecnológicos integrados com outras tecnologias dentro das fábricas de celulose e papel, como apresentada a seguir. Nessa relação se somam os trabalhos produzidos em parceria com diversos grupos de pesquisadores, tanto de empresas como de algumas das universidades onde o Celso Foelkel atuou como professor, orientador e coorientador.

Seguem os principais estudos publicados e também as palestras em eventos, englobando inúmeras produções técnicas com coautorias diversas.

Os materiais estão dispostos em ordem de data crescente de produção, ou seja, iniciando-se pelos mais antigos e terminando pelos mais recentemente produzidos.

Tecnologia de celulose e papel. C.E.B. Foelkel; L.E.G. Barrichelo. ESALQ/USP/CALQ – Universidade de São Paulo. 213 pp. (1975)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/TecnologiaCelulosePapel_ESALQ_1975.pdf (em Português)

Branqueamento em manta. A.F. Milanez; C.E.B. Foelkel; S.M.K. Borges; P.P.O. Barth. 14º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 23 pp. (1981)

https://celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1981.%20Branqueamento%20em%20manta.pdf (em Português)

Branqueamento gerando efluente fertilizante. J.V. Marengo; C.E.B. Foelkel; N. Butture; V.M. Sacon. 14º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 28 pp. (1981)

https://celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1981.%20Branqueamento%20gerando%20efleuente%20fertilizante.pdf (em Português)

Resultados prácticos logrados en la producción de celulosa kraft blanqueada y adaptados a los requerimientos del medio ambiente. C. Foelkel. 2º Congreso Internacional de la Celulosa y el Papel. AFCP – Asociación de Fabricantes de Celulosa y Papel. Argentina. 06 pp. (1991)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1991_AFCP+Argentina.pdf (em Espanhol)

Avaliação da eficiência das prensas desaguadoras Sund-Impco de rolos gêmeos através da análise de DQO e de branqueamentos em laboratório. E.S. Campos. Trabalho de Conclusão do Curso "Tecnologia de Obtenção da Pasta Celulósica". ABTCP/ABECEL. Orientação: Celso Foelkel. 32 pp. (1991)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1991_Prensas+Sunds+Eficiencia+DQO.pdf (em Português)

Lavador difusor. L.X. Mezzomo; M.L.K. do Canto. Trabalho de Curso. UFSM – Universidade Federal de Santa Maria. Orientação: Celso Foelkel. 22 pp. (1993)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1993_Lavador+Difusor.pdf (em Português)

Eficiência de lavagem da polpa não-branqueada de eucalipto. Uma preparação para o branqueamento ao peróxido de hidrogênio. J.R.B. Vinhas. Trabalho de Conclusão do Curso "Tecnologia de Obtenção da Pasta Celulósica". ABTCP/ABECEL. Orientação: Celso Foelkel. 24 pp. (1993)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1993_Eficiencia+Lavagem+Ions+Vinhas.pdf (em Português)

Scenarios towards the minimum environmental impact. C. Foelkel. 1994 International Non-Chlorine Bleaching Conference. 09 pp. (1994)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1994_Scenarios_minimum_environmental_impact.pdf (em Inglês)

Commercial TCF bleach plant design and effect of solids and thermal balance on operations. L.D. Shackford; W.J. Miller; C. Foelkel. 1994 International Non-Chlorine Bleaching Conference. 21 pp. (1994)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1994_TCF_bleach_plant_design.pdf (em Inglês)

Projeto de planta de branqueamento TCF e efeitos dos sólidos e balanço térmico nas operações. L.D. Shackford; W.J. Miller; C. Foelkel. 1994 International Non-Chlorine Bleaching Conference. 21pp. (1994)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1994_Projeto_planta_TCF.pdf (Versão em Português)

Stepwise survey on oxygen delignification and pulp washing performance. E. Ratnieks; C. Foelkel; V. Sacon; C. Zimmer. 1995 Tappi Pulping Conference & AICHE Forest Products Symposium. 16 pp. (1995)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/tappi/1995_Survey_oxygen_delignification_pulp_washing.pdf (em Inglês)

Improved *Eucalyptus* pulp bleachability via high temperature acid treatment. E. Ratnieks; C. Foelkel; V. Sacon; M. Sauer. 1997 International Emerging Technologies Conference. 08 pp. (1997)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1997_Improved_acid_treatment.pdf (em Inglês)

Improved *Eucalyptus* pulp bleachability via high temperature acid treatment. E. Ratnieks; C. Foelkel; V. Sacon; M. Sauer. 30º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 08 pp. (1997)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1997.%20Improved%20acid%20treatment.pdf (em Inglês)

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)

https://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)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/tappi/1998_Pulpline_technology_overcapacity.pdf (em Inglês)

Closing the water cycle. C. Foelkel. Tappi Journal 81(7): 14 - 17. (1998)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/tappi/1998_Closing_water_cycle.pdf (em Inglês)

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. 1º Congresso "Tecnologia da Polpa Celulósica". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 13 pp. (1998)

https://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).

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ciencia_florestal/elementos%20minerais%201999.pdf (em Português)

Desafios e oportunidades para desenvolvimentos tecnológicos na indústria de papel e celulose. C. Foelkel. 1º Ciadicyp - Congreso Ibero Americano de Investigación en Celulosa y Papel. 06 pp. (2000)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2000_Desafios+oportunidades+tecnologicas.pdf (em Português)

Livro: **A história da indústria de celulose e papel no Brasil**. (*The history of the pulp and paper industry in Brazil*) ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Coordenação e colaboração geral redacional: Gastão Estevão Campanaro; Celso Foelkel. (2004)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2004_Historia+Industria+C&P_ABTCP.pdf (158 pp. - em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2004_Historia+Industria+C&P_ABTCP_English.pdf (160 pp. - em Inglês)

Como administrar o consumo de energia, água e outros insumos. C. Foelkel. 29º Fórum Anave de Análise do Mercado de Celulose, Papel e Indústria Gráfica. Apresentação em PowerPoint: 39 slides. (2004)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/2004_ANAVE_Administrando_energia_agua_insumos.pdf (em Português)

e

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/Palestras/Adm_Energia.pdf (em Português)

Modern fiberlines in Latin America. C. Foelkel. Tappi *Eucalyptus* Tutorial Seminar. 2006 Tappi EPE – Engineering, Pulping & Environmental Conference. Apresentação em PowerPoint: 22 slides. (2006)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/Palestras/Modern%20fiberlines%20in%20Latin%20America.pdf (em Inglês)

Environmentally sound technologies and clean technologies. Best Available Technologies to the pulp & paper industrial segment. Bleached kraft process. C. Foelkel. Websites Grau Celsius. 04 pp. (2006)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2006_Environmentally+Sound+Technologies.pdf (em Inglês)

Lavando e limpando as polpas de eucalipto. C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 03. (2006)

https://eucalyptus.com.br/newspt_jan06.html#quatorze (em Português)

Washing and cleaning *Eucalyptus* pulps. C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 03. (2006)

https://www.eucalyptus.com.br/newseng_jan06.html#quatorze (em Inglês)

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)

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. *Uma Visão de Celso Foelkel*. 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)

e

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/04_BATs+Best+Practices.pdf (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)

A fabricação de celulose kraft branqueada de eucalipto e o consumo de água. C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 09. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/newspt_maio07.html#quatorze (em Português)

The *Eucalyptus* bleached kraft pulp manufacturing and the water consumption. C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 09. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/newseng_may07.html#quatorze (em Inglês)

e

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/06_Water+Consumption.pdf (em Inglês)

Fechando os circuitos para se reduzir ainda mais o consumo de água na fabricação de celulose kraft branqueada de eucalipto. C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 10. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/newspt_julho07.html#quatorze (em Português)

Closing water cycle for further reductions on water consumption in the manufacture of *Eucalyptus* bleached kraft pulp. C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 10. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/newseng_july07.html#quatorze (em Inglês)

Eco-efficiency in managing the pulp fiber losses and the broke generated in paper manufacturing. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Chapter 06. 99 pp. (2008)

https://www.eucalyptus.com.br/capitulos/ENG06.pdf (em Inglês)

Ecoeficiência na gestão da perda de fibras de celulose e do refugo gerado na fabricação do papel. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 06. 97 pp. (2008)

https://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT06_fibras_refugos.pdf (em Português)

Ecoeficiência e produção mais limpa para a indústria de celulose e papel de eucalipto. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 09. 85 pp. (2008)

https://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT09_ecoeficiencia.pdf (em Português)

Eco-efficiency and cleaner production for the *Eucalyptus* pulp and paper industry. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Chapter 09. 86 pp. (2008)

https://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/ENG09.pdf (em Inglês)

Aspectos da evolução tecnológica da fabricação da celulose e do papel. C. Foelkel. Ciência & Ambiente 40: 49-59. (2010)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/01_C&A_Evolucao%20celulose%20papel.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)

Aspectos da evolução tecnológica dos processos de produção de celulose e papel. C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 34. (2011)

https://www.eucalyptus.com.br/newspt_abril11.html#quatorze (em Português)

Critical overview of water consumption in the pulp and paper industry. C. Foelkel. Workshop Kemira/VTT "Use and reuse of water in the industries". Apresentação em PowerPoint: 25 slides. (2011)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/Palestras/Water%20in%20Pulp%20and%20Paper%20Industry.pdf (em Inglês)

Utilização dos conceitos da ecoeficiência na gestão do consumo de água e da geração de efluentes hídricos no processo de fabricação de celulose kraft de eucalipto. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 23. 145 pp. (2011)

https://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT23_AguasEfluentes.pdf (em Português)

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)

Reflexões sobre os avanços tecnológicos do setor. C. Foelkel. Revista O Papel (Fevereiro): 05 – 06. (2012)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/OPapel_Reflexoes%20sobre%20avancos%20tecnologicos_CF.pdf (em Português)

Aspectos práticos e conceituais sobre a fabricação de celulose de mercado do tipo kraft branqueada a partir de madeira de eucalipto. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 31. 370 pp. (2013)

https://eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT31_ProcessoKraftEucalipto.pdf (em Português)

Meio século de avanços tecnológicos setoriais. C. Foelkel. Info@Tecnicelpa - Folha Informativa TECNICELPA 45: 15 - 16. Websites Grau Celsius. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2015_Tecnicelpa+45.pdf (em Português)

e

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/TECNICELPA_Meio_Seculo_de_Avancos_Tecnologicos.pdf (em Português)

Relato de Vida: **International Non-Chlorine Bleaching Conferences.** C. Foelkel. *In*: Eucalyptus Newsletter nº 49. 10 pp. (2015)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/News49_Non_Chlorine_Bleaching.pdf (em Português)

Capítulo de Livro: **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 nº 38. 177 pp. (2015)

https://eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT38_Calculos_Setor_Madeira_Celulose.pdf (em Português)

Capítulo de Livro: **Cálculos, problemas e balanços aplicados ao setor de produção de celulose e papel de eucalipto: *Parte 03:* Noventa exemplos sobre geração e conservação de energia, recuperação do licor preto kraft, utilidades e polpação química sulfito.** C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo nº 40. 238 pp. (2016)

https://eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT40_Calculos_Recuperacao_Utilidades_Energia.pdf (em Português)

Materiais de Evento: **Colóquios Internacionais sobre Celulose de Eucalipto - ICEP's - International *Colloquia* on *Eucalyptus* Pulp**. C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 55. 72 pp. (2017)

https://www.eucalyptus.com.br/news/pt_ago17.pdf (em Português)

Livro: **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. (2017)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/2017_Livro_EvolucaoTecnologica_Celulose_Papel_Brasil.pdf (em Português)

Capítulo de Livro: **O processo kraft de fabricação de celulose.** E.S. Campos; C. Foelkel. *In:* "A evolução tecnológica do setor de celulose e papel no Brasil". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. p.: 37-51. (2017)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2017_Fundamentos+Processo+Kraft.pdf (em Português)

Processos tecnológicos & produtos do setor de celulose & papel. ***(Um Relato de Vida e uma Coletânea de cerca de 300 artigos, palestras, cursos, livros e teses de autoria, coautoria, orientação ou colaboração do professor Celso Foelkel e de Ester Foelkel).*** C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 78. 85 pp. (2020)

https://www.eucalyptus.com.br/news/pt_fevereiro2020.pdf (em Português)

Relato de Vida: **Polpação kraft da madeira dos eucaliptos. Vivências no desenvolvimento desse processo tecnológico no Brasil.** C. Foelkel. Website www.celso-foelkel.com.br. 317 pp. (2022)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2022_Relato+Vida_CFoelkel+Processo+Kraft_Polpazao.pdf (em Português)

Relato de Vida: **Deslignificação com oxigênio para polpas kraft. Vivências no desenvolvimento desse processo tecnológico no Brasil.** C. Foelkel. Website www.celso-foelkel.com.br. 224 pp. (2023)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2023_Relato+Vida+CFoelkel+O2+Delignification.pdf (em Português)

Relato de Vida: **Branqueamento da celulose com ênfase em polpas kraft obtidas de *Eucalyptus*. Vivências no desenvolvimento desses processos tecnológicos no Brasil e no mundo.** C. Foelkel. Website www.celso-foelkel.com.br. 399 pp. (2023)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2023_Relato+Vida+CFoelkel+Branqueamento+Celulose+Kraft.pdf (em Português)

Uma rede tecnológica favorecendo a transferência de conhecimentos setoriais

08. Coletânea de fontes de informações selecionadas e compartilhadas sobre assuntos relacionados à Lavagem das Polpas Celulósicas

IMPROVING BROWN STOCK WASHING BY ON-LINE MEASUREMENT – MILL INVESTIGATIONS

Authors*: Riku Kopra[1] Erkki Kari[2] Marko Harinen[3] Tapio Tirri[4] Olli Dahl[5]

Keywords: Hi-Heat washing, pulp washing, refractometer, washing loss, washing optimisation

ABSTRACT

The aim of the study was to examine and improve the brown stock washing result and efficiency. It was done by utilizing real-time measurement devices and a monitoring system created for the purpose. Research work was carried out by installing 12 refractometers in the brown stock washing line at a Finnish kraft pulp mill. Refractometers continuously measure the dissolved solid contents of filtrate fractions. The refractometers and created monitoring system enabled the continuous evaluation of a washing result. The results indicated that the amount of washing loss had a clear influence on the performance of oxygen delignification, which was observed from the oxygen delignification's kappa reduction, chemical consumption and reactor's temperature. The results also indicated that by utilizing measurements it could be possible to control washers operation and then reduce washing losses from brown stock washing substantially. Results show that it is possible to evaluate the efficiency and the result of brown stock washing by utilizing continuous refractometer measurements and advanced data-analyzing tools. However, it is not simple and many variables should be noted if the aim is to develop and utilize a continuous monitoring system more efficiently.

INTRODUCTION

In chemical pulping, the primary reason for brown stock washing is to remove soluble impurities using a minimal amount of water (as this water must be evaporated later on). Pulp is also washed to recover valuable cooking chemicals and organic chemicals, which are recovered for their heating value /1/. Efficient washing improves the recovery of spent chemicals, reduces the consumption of reagents in the subsequent bleaching and limits effluent load from the plant /2/.

It also has a positive effect on pulp quality and prevents deposition problems /3/.

The brown stock washing system is always mill dependent. It starts with cooking (Hi-Heat) and is followed, mainly in series, by various equipments such as a Drum Displacer (DD), a vacuum filter, a diffusor, a press filter, which use either dilution/thickening or displacement washing principles or their combination. The target is to connect these different washing equipments in a series and attain as good a washing result as possible with a minimum amount of used wash water /1/.

Brown stock washing also plays a key role in oxygen delignification performance. Washing before oxygen delignification is important, because a high incoming wash loss into the oxygen delignification reduces pulp strength and consumes oxygen and alkali. Washing after oxygen delignification is also very important, as it minimizes the amount of detrimental organic wash loss and cooking chemicals entering bleaching. When the amount of washing loss is high in the bleaching feed, more bleaching chemicals are consumed. With washing after oxygen delignification the economy and the environmental friendliness of the whole fibre line is improved /4/.

The parameters used to describe the performance of washing or its effectiveness can be divided into two categories: wash loss and dilution factor. Wash loss is defined as the amount of washable compounds in the pulp suspension that could have been removed in washing /5/. The dilution factor represents the net amount of water that is added during washing. The latter has been primarily used for running brown stock washing in the mills, since the water balance control should be kept in good condition to avoid unwanted spills from the liquor tanks. Nowadays the water balance controlling systems are more advanced in this respect, and more attention is paid to measuring wash loss.

Traditionally wash losses are evaluated by measuring individual parameters such as COD, TOC, sodium content, conductivity, etc.,

*Authors' references:
1. Mikkeli University of Applied Sciences, Savonlinna, Finland
2. Aalto University, School of Science and Technology, Helsinki, Finland
3. Stora Enso Pulp Supply, Pulp Competence Centre, Imatra, Finland
4. Mikkeli University of Applied Sciences, Savonlinna, Finland
5. Aalto University, School of Chemical Technology, Espoo, Finland
Corresponding author: Riku Kopra, E-mail: riku.kopra@mamk.fi

janeiro/January 2012 - Revista O Papel 79

Revista O Papel – Mais uma das muitas produções técnicas da ABTCP

A seguir, estão apresentadas para acesso público, inúmeras publicações sobre tecnologias e seus desempenhos para a ***Lavagem das Polpas Celulósicas*** em suas diversas vertentes técnicas, econômicas e científicas. Essa listagem de livros, artigos, teses, relatórios, websites, apostilas e materiais de cursos e palestras não teve o objetivo de ser exaustiva, embora ela esteja representada por uma significativa quantidade de materiais técnicos da mais alta qualidade. Porém, existe muito mais a ser encontrado digitalmente na web e em publicações em formato papel, sejam elas de épocas passadas, ou mesmo de momentos atuais.

Foram referenciados materiais selecionados e que pudessem agregar conhecimentos, e também, que estivessem relacionados aos propósitos desse ***Relato de Vida do professor Celso Foelkel***. São aproximadamente **370 produções técnicas** adicionais às **65 publicações referenciadas de autoria ou coautoria do Celso**. Todas as publicações referenciadas foram selecionadas e relacionadas para acesso, todas nesse momento disponíveis na web para serem consultadas na maioria dos casos, gratuitamente. Tenho certeza que muitas etapas da história e da evolução tecnológica da **Lavagem das Polpas Celulósicas** no Brasil e internacionalmente estão sendo resgatadas por esses trabalhos técnicos. Por isso, sugiro aos interessados que naveguem com atenção para extrair uma fantástica dose de conhecimentos úteis daquilo que os autores dos mesmos nos ofereceram.

Os materiais dessa presente coletânea estão dispostos em ordem de data crescente de produção, ou seja, iniciando-se pelos mais antigos e terminando pelos mais recentemente produzidos. Esses materiais foram separados em três grupos para abrigarem publicações de conteúdos importantes e de temáticas similares em cada um desses grupos. Todas as publicações referenciadas estão direta ou indiretamente relacionadas à lavagem das polpas celulósicas, dando-se ênfases à evolução das tecnologias e da aplicação das mesmas para a produção de celulose.

Importante salientar que o processo de lavagem das polpas celulósicas é inter-relacionado e mostra interdependência em relação aos processos de polpação, deslignificação com oxigênio, branqueamento da celulose, recuperação do licor kraft, consumo de água, tratamento de efluentes e de resíduos sólidos e aspectos ambientais de busca de ecoeficiência nas operações.

Os materiais escritos e publicados por Celso Foelkel e coautores apresentados na seção 07 não estão inseridos nesses grupos, devendo então serem navegados a partir daquela seção, anteriormente apresentada.

A seguir, estão relacionados os grupos de publicações que foram criados para abrigarem algumas centenas de endereçamentos para permitir o acesso a materiais técnicos de inestimáveis valores científicos e tecnológicos. ***Uma biblioteca digital de valor inestimável àqueles que desejarem aprender sobre a Lavagem das Polpas Celulósicas***.

Grupo 1: Referências de "Livros & Materiais de Cursos / Eventos / Patentes / Vídeos relacionados à Lavagem das Polpas Celulósicas"

Grupo 2: Seleção de alguns "Websites onde se podem encontrar materiais técnicos valiosos e disponíveis sobre a Lavagem das Polpas Celulósicas" com acesso público e gratuito

Grupo 3: Algumas referências de literaturas disponibilizadas em mídia eletrônica e referentes aos "Efeitos do tipo e do desempenho da Lavagem das Polpas Celulósicas sobre os processos tecnológicos industriais, meio ambiente e economicidade na fabricação de celulose" (Artigos e Palestras)

PEER-REVIEWED | PULPING

Brownstock washing – A review of the literature

RICARDO B. SANTOS AND PETER W. HART

ABSTRACT: Brownstock washing is a complex, dynamic process in which dirty wash water or weak black liquor (dissolved organic and inorganic material obtained from the pulp cooking process) is separated from pulp fibers. The use of material balance techniques is of great importance to identify potential problems and determine how well the system is operating. The kraft pulping industry was the first known to combine pulp washing with the recovery of materials used and produced in the wood cooking process. The motivation behind materials recovery is economic, and more recently, environmentally driven. The chemicals used in the kraft process are expensive as compared to those used in the sulfite process. For the kraft process to be economically viable, it is imperative that a very high percentage of the cooking chemicals be recovered. To reach such high efficiency, a variety of washing systems and monitoring parameters have been developed. Antifoam additives and processing aids have also played an important role in increasing washing effectiveness. Antifoam materials help attain washing effectiveness by preventing entrapped air from forming in the system, which allows for an easier, unimpeded flow of filtrate through the screens and washers.

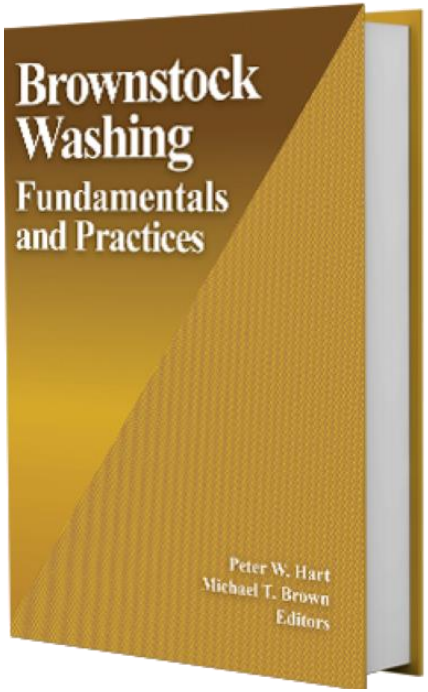
Application: Improved understanding of brownstock washing principles and operating practices will help optimize mill operations.

The kraft pulping industry is the first known to combine pulp washing with the recovery of materials used and produced in the wood cooking process [1,2]. The initial motivation behind materials recovery is the higher cost of chemicals used in the kraft process compared to those used in the sulfite process [2]. For the kraft process to be economically viable, it is imperative that a very high percentage of the cooking chemicals be recovered and reused [2]. An additional benefit of the recovery of the pulping chemicals and dissolved organics resulting from the pulping process is that recovery significantly reduces the amount of water pollution associated with the kraft cooking process [1,3-6]. Control of brownstock washing and the additives used in brownstock washing are also instrumental in reducing the concentration of dioxin precursors going forward to pulp bleaching [7]. Inefficient washing results in higher effluent color, chemical oxygen demand (COD), and biochemical oxygen demand (BOD) in the receiving waters associated with kraft pulp mills [8,9]. Pulp washing provides desirable benefits associated with increased efficiency in both screening and bleaching of the pulp [3,7]. Additionally, pulp quality is also improved by good washing [1,3-6]. In short, when brownstock washing is performed poorly, all areas of the mill are negatively affected. When it is done well, increased black liquor solids, decreased carryover to the bleach plant and/or paper machine, and decreased environmental impacts result.

Modern washing systems have been integrated into the heart of the kraft recovery cycle [10,11]. Satisfactory pulp washing is achieved with a multistage counter-current sequence [5,12], where the cleanest water is added in the last stage and the resulting filtrate is used in the preceding stage until it reaches the blow tank or wash zone in a continuous digester [13]. It is important that the amount of "clean water" added to the last washing stage be as minimal as possible to guarantee efficient solids removal because excessive clean water addition effectively results in decreased concentration of black liquor solids being sent to the evaporators [14].

When cooked wood chips are discharged from a digester they consist of a pulp-water suspension containing two main phases: the free liquor phase and the fiber phase. The fiber phase includes wood fibers and the liquor entrained inside the fiber. The entrained liquor is in close contact with the fibers and can be assumed to behave as an immobile liquor phase connected to the free liquor through mass transfer resistance [15]. The free liquor occupies the interstitial spaces between fibers and is quite easily removed during washing [16]. The entrained liquor can only be removed by diffusion or by capillary force [17]. Both of these processes are slow and dependent on the time, temperature, and chemical composition of the wash water [18,19].

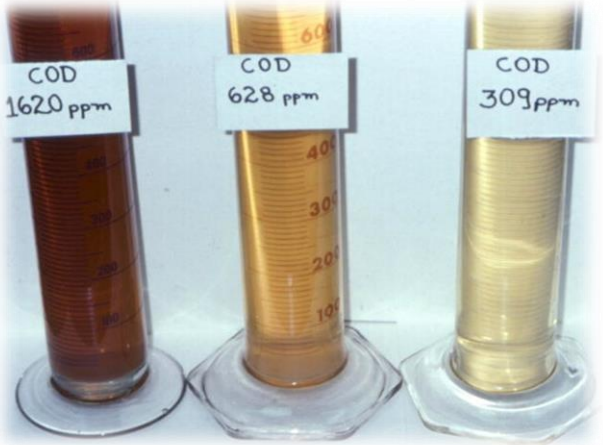
Washing is based on four basic processes: dilution (when using dilution washing, it is important to have good mixing in the system), dewatering, diffusion, and displacement. All types of washers apply some or all of these processes during pulp washing. Some washing devices specifically enhance certain types of washing at the expense of other washing aspects. For instance, a press washer specifically enhances the dewatering aspect of washing at the expense of diffusion [18].



Tappi

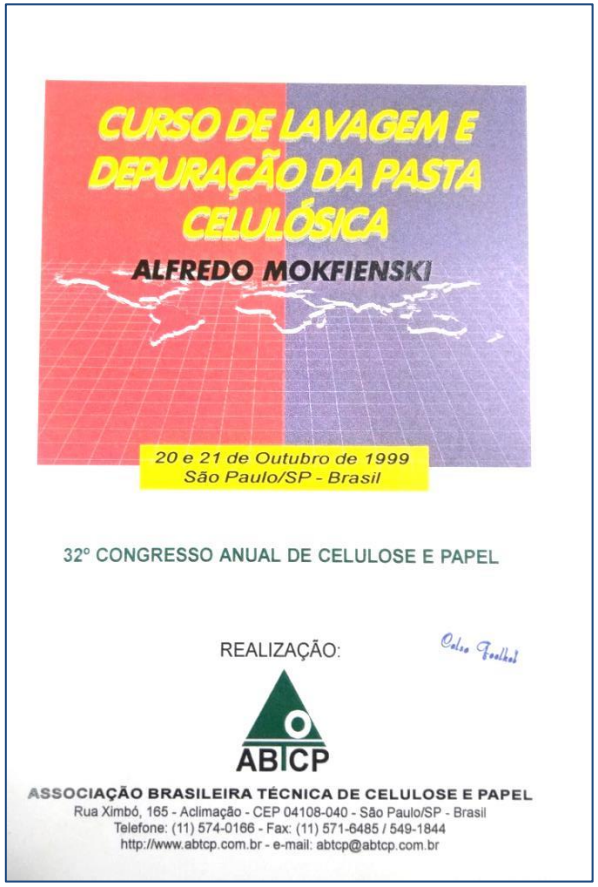
Uma associação global sempre gerando avanços técnicos para o setor de C&P

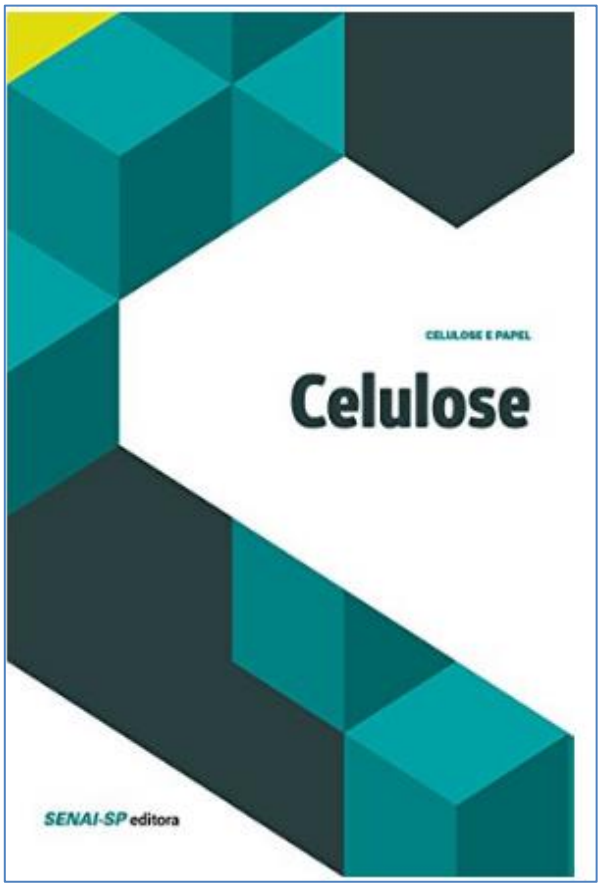
Eventos Ciadicyp e ICEP – Fontes de inúmeros conhecimentos sobre Lavagem das Polpas Celulósicas

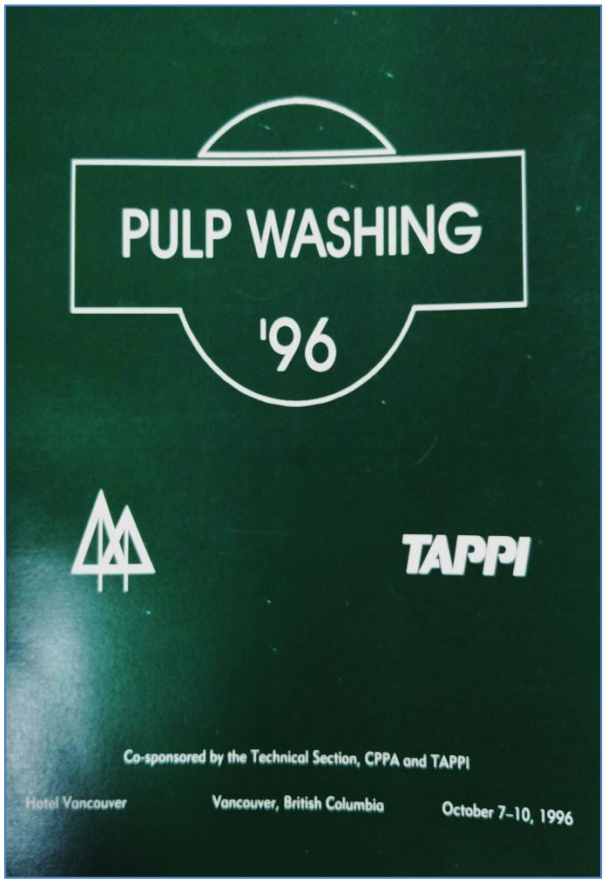


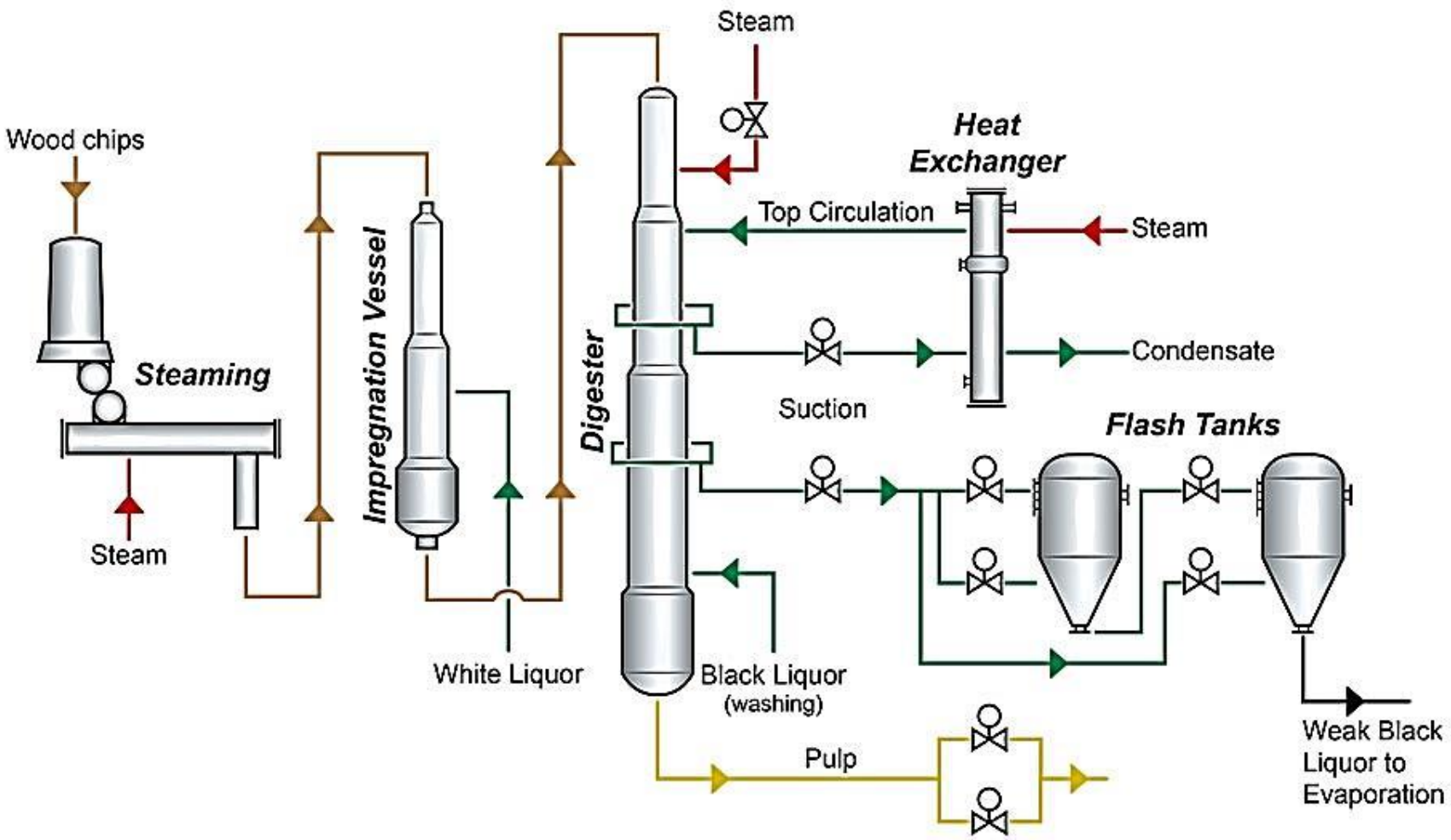
Lavagem das polpas – Operação grande consumidora de água e que tem direta influência nos efluentes

Grupo 1: Referências de "Livros & Materiais de Cursos/Eventos/Patentes/Vídeos relacionados à Lavagem das Polpas Celulósicas"









Fonte da Figura:
https://naf.se/applications/chemical-pulping/fiberline/cooking/continuous-digester/
(*Hi-heat washing* – Lavagem internamente ao digestor – em contracorrente)

Livro: **Continuous pulping processes**. S.A. Rydholm. Tappi – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 200 pp. (1970)

https://digitalcollections.qut.edu.au/1659/1/Continuous_Pulping_Processes.pdf (em Inglês)

Livro: **Celulose e papel: Tecnologia de fabricação da pasta celulósica**. M.L.O. D'Almeida (Coordenação técnica e autoria de capítulos). P. Phillip (Revisão técnica). IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Escola SENAI "Theobaldo de Nigris". SENAI-SP - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. 2ª Edição. Volume 1. 573 pp. (1988)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1988_Livro_IPT+SENAI+Celulose+Papel_Vol.01.pdf (em Português)

Livro: **Cellulose and wood: Chemistry and technology.** C. Schuerch. John Wiley & Sons Inc. 1638 pp. (1990)

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/014486179190086R?via%3Dihub (em Inglês)

Material de Evento: **International Symposium on Pollution Prevention in the manufacture of pulp and paper: Opportunities and barriers.** USEPA – United States Environmental Protection Agency. 343 pp. (1993)

https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=91013V3C.TXT (em Inglês)

Livro: **Pulp and pulping. Encyclopedia of chemical processing and design.** Volume 45. C.E. Elmore. (J.J. McKetta – Editor). Marcel Dekker. p.: 105 – 189. (1993)

https://books.google.com.br/books?id=2oZHDwAAQBAJ&newbks=0&printsec=frontcover&pg=RA1-PA10&dq=pulp+washing&hl=pt-BR&redir_esc=y#v=onepage&q=pulp%20washing&f=false (Disponibilização parcial - em Inglês)

e

https://books.google.com.br/books?id=mGZFb_ZLbuMC&pg=PA188&dq=pulp+washing&hl=pt-BR&newbks=1&newbks_redir=1&sa=X&ved=2ahUKEwjapI3gn6uDAxVtmZUCHejYBwIQ6AF6BAgGEAI (Disponibilização parcial - em Inglês)

Livro: **Essentials of pulping and papermaking**. C.J. Biermann. Academic Press. 506 pp. (1996)

https://books.google.com.br/books?id=sfZfyEmqs_AC&pg=PA83&dq=pulp+washing&hl=pt-BR&newbks=1&newbks_redir=1&sa=X&ved=2ahUKEwiQoo2GmZiIAxU3qZUCHUlDMFoQ6AF6BAgkEAI (Versão 1996 – 754 pp. – Disponibilização parcial - em Inglês)

Livro: **Handbook of pulping and papermaking.** C.J. Biermann. Academic Press. 796 pp. (1996)

https://archive.org/details/handbookofpulpin0002bier (Disponibilização parcial - em Inglês)

Livro: **Environmentally friendly technologies for the pulp and paper industry.** R.A. Young; M. Akhtar (Editors). John Wiley & Sons. 592 pp. (1998)

https://books.google.com.br/books?id=_H_f12RuG98C&newbks=0&printsec=frontcover&pg=PA146&dq=pulp+washing&hl=pt-BR&redir_esc=y#v=onepage&q=pulp%20washing&f=false (Disponibilização parcial - em Inglês)

Material de Curso: **Polpação, depuração e lavagem de polpa marrom.** A. Mokfienski. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 77 pp. (1999)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1999_Curso+Alfredo+Guaiba.pdf (em Português)

Material de Evento: **4th International Conference on Environmental Impacts of the Pulp and Paper Industry.** Proceedings of the Conference ”The Finnish Environment’. M. Ruoppa; J. Paasivirta; K.-J. Lehtinen; S. Ruonala (Eds). 400 pp. (2000)

https://core.ac.uk/download/84363757.pdf (em Inglês)

Material de Curso: **Lavagem e depuração: Fundamentos do processo de lavagem.** M.A. Andrade. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 131 pp. (2000)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2000_Fundamentos+Lavagem.pdf (em Português)

Livro: **A história da indústria de celulose e papel no Brasil**. (*The history of the pulp and paper industry in Brazil*) ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Coordenação e colaboração geral redacional: Gastão Estevão Campanaro; Celso Foelkel. (2004)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2004_Historia+Industria+C&P_ABTCP.pdf (158 pp. - em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2004_Historia+Industria+C&P_ABTCP_English.pdf (160 pp. - em Inglês)

Material de Curso: **Lavagem de polpa marrom**. A. Mokfienski. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 33 slides. (2004)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2004_Lavagem+ABTCP_Alfredo.pdf (em Português)

Material de Curso: **Polpação kraft: Limpeza da polpa marrom - Lavagem**. A. Mokfienski. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 55 slides. (2004)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2004_Limpeza+ABTCP_Alfredo.pdf (em Português)

Material de Curso: **Tecnologia e química da produção de celulose. *Parte 01*.** J.L. Gomide. Curso de Especialização ABTCP/UFV. Apresentação em PowerPoint: 218 slides. (2005)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Arquivo%2003-%20Tecnologia_e_Quimica_da_Produ%E7%E3o_de_Celulose_-_P.pdf (em Português)

Material de Curso: **Tecnologia e química da produção de celulose. *Parte 02*.** J.L. Gomide. Curso de Especialização ABTCP/UFV. Apresentação em PowerPoint: 229 slides. (2005)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Arquivo%2004%20-Tecnologia_e_Quimica_da_Produ%E7%E3o_de_Celulose_-_P.pdf (em Português)

Livro: **Handbook of pulp.** H. Sixta (Editor). Wiley VCH-Verlag. 2 Volumes. 1369 pp. (2006)

https://www.lcrl.ppc.ubc.ca/files/2013/01/2006-Pulp-Handbook.pdf (em Inglês)

e

https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9783527619887.ch5 (Capítulo "Pulp washing" by Andreas W. Krotschek – em Inglês)

Livro: **Chemical pulping. *Part 1: Fibre chemistry and technology***. P. Fardim (Editor). Paper Engineers' Association/Paperi ja Puu Oy. (2008)

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/02/FIN/0202FIN06-2B.aspx (Como adquirir - em Inglês)

e

https://www.tappi.org/content/PRESS/TOC/Finnish/VOL6Pt1_Fibre%20Chemistry_TOC.pdf (Índice – em Inglês)

Livro: **Panorama de la indústria de celulosa y papel en Ibero America 2008.** Edição M.C. Area. 1ª Edição. 568 pp. (2008)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2008_Area_Panorama+Industria+Celulosa+Papel.pdf (Livro completo em pdf – 7 MB - Capítulos em Espanhol ou Português)

Material de Curso: **Fabricação de celulose kraft branqueada de mercado: Depuração e lavagem** A. Mokfienski. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 57 slides. (2008)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2008_Curso+Mokfienski_Fabricazao+Celulose+Lavagem.pdf (em Português)

Material de Curso: **Fabricação de celulose kraft branqueada de mercado: Branqueamento de celulose.** A. Mokfienski. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 35 slides. (2009)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2009_Branqueamento_Alfredo.pdf (em Português)

Material de Curso: **Fabricação de celulose kraft branqueada de mercado: Linha de Fibra - Lavagem de polpa marrom.** A. Mokfienski. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 30 slides. (2009)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2009_Lavagem+Polpa+Marrom.pdf (em Português)

Livro: **Pulp and paper chemistry and technology. *Volume 1. Wood chemistry and wood biotechnology.*** M. Ek; G. Gellerstedt; G. Henriksson (Editores). Walter De Gruyter Publishing. 320 pp. (2009)

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5597684/mod_resource/content/2/Wood%20Chemistry%20and%20Wood%20Biotechnology%20-%20Vol1%20-%20De%20Gruyter.pdf (em Inglês)

Livro: **Pulp and paper chemistry and technology. *Volume 2: Pulping chemistry and technology.*** M. Ek; G. Gellerstedt; G. Henriksson (Editores). Walter De GruyterPublishing. 484 pp. (2009)

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5597689/mod_resource/content/1/Pulping%20Chemistry%20and%20Technology%20-Vol%202-%20De%20Gruyter.pdf (em Inglês)

Capítulo de Livro: **Pulp washing.** L. Miliander. *In:* "Pulp and paper chemistry and technology. *Volume 2: Pulping chemistry and technology"* (M. Ek; G. Gellerstedt; G. Henriksson (Editores). Walter De GruyterPublishing. p. 165 – 200. (2009)

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5597689/mod_resource/content/1/Pulping%20Chemistry%20and%20Technology%20-Vol%202-%20De%20Gruyter.pdf ("Pulp Washing" nas páginas 165 – 200 - em Inglês)

Material de Curso: **Influência da matéria-prima fibrosa e do processo de fabricação (celulose e papel) na qualidade do papel.** E.S. Campos. Versão em Módulo de Apresentação. Campos Consultoria e Treinamento. 311 slides. (2010)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2010_Enfase_Materia_Prima_Fibrosa.pdf (em Português)

Livro: **Technical EIA guidance manual for pulp and paper industries**. IL&FS Environment. The Ministry of Environment and Forestry. Government of India. 238 pp. (2010)

https://environmentclearance.nic.in/writereaddata/Form-1A/HomeLinks/TGM_Pulp%20and%20Paper_010910_NK.pdf (em Inglês)

Material de Curso: **Ciclo de recuperação química do processo kraft. Capítulo 2.3. Lavagem da polpa marrom.** A. Mokfienski. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 73 slides. (2010)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2010_ENF580_Lavagem+Polpa+Marrom.pdf (em Português)

Livro: **Pulp bleaching today**. H.U. Süss. Walter de Gruyter. 310 pp. (2010)

https://books.google.com.br/books?id=1_VtiCiISZkC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false (Disponibilização parcial - em Inglês)

e

https://www.academia.edu/1882863/Pulp_bleaching_today (em Inglês)

Material de Curso: **Curso básico de fabricação de celulose e papel.** E.S. Campos. Apostila Revisão 01. Campos Consultoria e Treinamento. 233 pp. (2011)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2011_Curso_Fabricacao_Celulose_Papel.pdf (em Português)

Material de Curso: **Curso básico de fabricação de celulose e papel.** E.S. Campos. Versão em Módulo de Apresentação. Campos Consultoria e Treinamento. 222 pp. (2011)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2011_Fabricacao_Celulose_Papel.pdf (em Português)

Livro: **The bleaching of pulp.** A.W. Rudie; P.W. Hart. Tappi Press. Tappi - Technical Association of the Pulp and Paper Industry. (2012)

https://www.yumpu.com/en/document/read/3402161/the-bleaching-of-pulp-5-edition-bypeter-w-hart-alan-w-tappi (em Inglês)

e

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/01/R/0101R331.aspx (Referência para aquisição – em Inglês)

Livro: **Environmentally benign approaches for pulp bleaching.** P. Bajpai. Elsevier. 416 pp. (2012)

https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=xtOdqAUaamAC&oi=fnd&pg=PP2&dq=%22Emerging+Bleaching+Technologies%22&ots=ksGO7iETTU&sig=8SeUE8HwXZ0SKC2TI90jCd_8ToQ#v=onepage&q=%22Emerging%20Bleaching%20Technologies%22&f=false (Disponibilização parcial - em Inglês)

Livro: **Bleach plant effluents from the pulp and paper industry.** P. Bajpai. Elsevier. 88 pp. (2013)

https://www.google.com.br/books/edition/Bleach_Plant_Effluents_from_the_Pulp_and/VdFDAAAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1 (Disponibilização parcial - em Inglês)

Capítulos e Livros: **Pulp bleaching - An overview.** ScienceDirect Topics. Advances in Inorganic Chemistry. 13 pp. (2013)

https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/pulp-bleaching (em Inglês)

Livro: **Branqueamento de polpa celulósica: Da produção da polpa marrom ao produto acabado.** J.L. Colodette, F.J.B. Gomes. Editora UFV – Universidade Federal de Viçosa. 816 pp. (2015)

https://www.editoraufv.com.br/produto/branqueamento-de-polpa-celulosica/1112613 (Para aquisição – em Português)

Livro: **Green chemistry and sustainability in pulp and paper industry.** P. Bajpai. Springer International Publishing. 273 pp. (2015)

http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/77191/1/Pratima%20Bajpai.pdf (em Inglês)

Livro: **BREF Pulp & Paper 2015 - Best Available Techniques (BAT) reference document for the production of pulp, paper and board.** Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (IPPCB - Integrated Pollution Prevention and Control Bureau). European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau. 906 pp. (2015)

https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/PP_revised_BREF_2015.pdf (em Inglês)

Livro: **Next-generation pulping. Research-Roadmap**. Agenda 2020 Technology Alliance. 53 pp. (2016)

https://www.appti.org/store/p5/Next_Generation_Pulping_Roadmap.html (em Inglês)

e

https://www.researchgate.net/publication/303749136_Next_Generation_Pulping_Agenda_2020_Research_Road_Map (em Inglês)

Livro: **Pulp and paper industry: Energy conservation.** P. Bajpai. Elsevier. 290 pp. (2016)

https://books.google.com.br/books?id=V5xZCgAAQBAJ&newbks=0&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_atb#v=onepage&q&f=false (Disponibilização parcial - em Inglês)

Livro: **Brownstock washing: Fundamentals and practices.** P. Hart & M.T. Brown (Editors). Tappi Press – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. (2017)

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/01/R/0101R348.aspx (em Inglês)

e

https://www.tappi.org/content/PRESS/TOC/0101R348.pdf (em Inglês - Índice do conteúdo)

e

https://books.google.com.br/books/about/Brownstock_Washing.html?id=9D2NzgEACAAJ&redir_esc=y Google Books – (Disponibilização parcial - em Inglês)

Capítulo de Livro: **Trace metals in brownstock washing.** A.W. Rudie. *In*: "Brownstock washing: Fundamentals and Practices". Tappi – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 27 pp. (2017)

https://www.fpl.fs.usda.gov/documnts/pdf2017/fpl_2017_rudie002.pdf (em Inglês)

Livro: **Biermann's Handbook of Pulp and Paper. Volume 1: Raw material and pulp making.** P. Bajpai. Elsevier Publishing. (2018)

https://www.sciencedirect.com/book/9780128142400/biermanns-handbook-of-pulp-and-paper#book-description (Disponibilização parcial - em Inglês)

e

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B978012814240000015X (Chapter overview: "Pulp washing" - em Inglês)

Capítulo de Livro: **Pulp bleaching: An overview.** P. Bajpai. Advances in Inorganic Chemistry. Biermann's Handbook of Pulp and Paper. (2018)

https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/pulp-bleaching (em Inglês)

Livro: **Celulose**. Editora SENAI SP. (2018)

https://www.amazon.com.br/Celulose-e-Papel-ebook/dp/B01N3M4VN3 (Referência – em Português)

e

https://www.amazon.com.br/Celulose-e-Papel-ebook/dp/B01N3M4VN3 (Referência – em Português)

Livro: **Pulp and paper processing.** S.N. Kazi. IntechOpen. 164 pp. (2018)

https://www.google.com.br/books/edition/Pulp_and_Paper_Processing/9miQDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1 (Disponibilização parcial - em Inglês)

Livro: **Cellulose science and technology: Chemistry, analysis, and applications**. T. Rosenau; A. Potthast; J. Hell (Editores). Wiley & Sons. 480 pp. (2019)

https://books.google.com.br/books?id=kmV-DwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_atb#v=onepage&q&f=false (Referência – em Inglês)

E-book: **Brown stock washing optimization.** Vaisala. 21 pp. (2023)

https://www.vaisala.com/en/industries-applications/pulp-paper-and-wood/brown-stock-total-dissolved-solids-measurement/bsw-ebook (em Inglês)

Material de Curso: **Processos de obtenção de pastas.** R. Simões. Tecnicelpa - Associação Portuguesa dos Técnicos das Indústrias de Celulose e Papel. Diversos arquivos em duas partes. Apresentações em PowerPoint. Acesso em 12.09.2024:

Parte 1: https://www.tecnicelpa.com/files/20170607_RogerioSimoes1.pdf ("Impregnação/cozimento" - em Português)

Parte 2: https://www.tecnicelpa.com/files/20170607_RogerioSimoes2.pdf ("Teorias da polpação" - em Português)

Parte 3: https://www.tecnicelpa.com/files/20170607_RogerioSimoes3.pdf ("Processos de polpação" - em Português)

Parte 4: https://www.tecnicelpa.com/files/20170608_RogerioSimoes4.pdf ("Cálculos da lavagem" - em Português)

Material de Curso: **Introduction to kraft pulping and bleaching course.** Tappi – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Acesso em 12.09.2024:

https://www.youtube.com/watch?v=I1Wvpk2b3NM (Oferta de curso virtual - em Inglês)

e

https://www.tappi.org/event/calendar/courses/introduction-to-kraft-pulping-and-bleaching-course/ (Oferta de curso presencial - em Inglês)

Material de Curso: **Pulp processing: Washing.** Tappi – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Acesso em 12.09.2024:

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/ELN/ELN-003.18.aspx (Para aquisição – em Inglês)

Vídeos: **Bing.** Vídeos sobre "pulp washing". Acesso em 10.09.2024:

https://www.bing.com/videos/search?q=pulp+washing&FORM=HDRSC4 (em Inglês)

Vídeos: **YouTube.** Vídeos sobre "pulp washing". Acesso em 10.09.2024:

https://www.youtube.com/results?search_query=%22pulp+washing%22 (em Inglês)

Vídeo: **Brown stock washing**. Vector Solutions Industrial. Acesso em 12.09.2024:

https://www.youtube.com/watch?v=gTJM8qOMr00 (em Inglês)

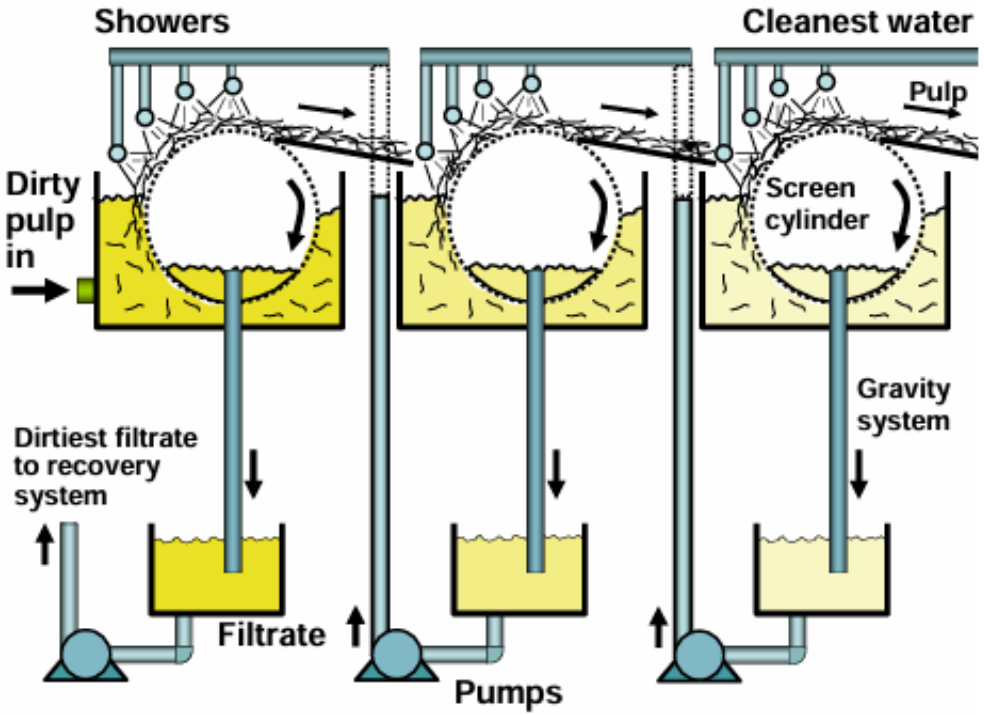
Vídeo: **Brown stock washing**. Vaisala K-Patents. Acesso em 12.09.2024:

https://www.youtube.com/watch?v=gdYE2SM6aM0 (em Inglês)

Referências de Materiais Técnicos: **BSW – Brown stock washing**. Vaisala Publications References. Acesso em 17.09.2024:

https://www.vaisala.com/sites/default/files/documents/BSW_reference_material.pdf (em Inglês)

SISTEMA DE LAVAGEM DE POLPA MARROM – Lavadores Completamente Outdoors



Fonte da Imagem:
https://www.researchgate.net/publication/305399163_Wastewater_Treatment_and_Reclamation_A_Review_of_Pulp_and_Paper_Industry_Practices_and_Opportunities

REVIEW ARTICLE bioresources.com

Wastewater Treatment and Reclamation: A Review of Pulp and Paper Industry Practices and Opportunities

Martin A. Hubbe,*[,a] Jeremy R. Metts,[a,b] Daphne Hermosilla,[c] M. Angeles Blanco,[d] Laleh Yerushalmi,[e] Fariborz Haghighat,[e] Petra Lindholm-Lehto,[f] Zahra Khodaparast,[g] Mohammadreza Kamali,[h] and Allan Elliott [i]

Grupo 2: Seleção de alguns "Websites onde se podem encontrar materiais técnicos valiosos e disponíveis sobre a Lavagem das Polpas Celulósicas" com acesso público e gratuito

Website: **Aalto University Repository.** Acesso em 10.09.2024:

https://aaltodoc.aalto.fi/search?query=brown%20stock%20washing (Pesquisa sobre "brown stock washing" no repositório da Aalto University – em Inglês)

Website: **ABB.** Acesso em 10.09.2024:

https://new.abb.com/pulp-paper/abb-in-pulp-and-paper/articles/kraft-process-variability-reduction-in-pulping-washing-and-bleaching (em Inglês)

Website: **ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel.** Acervo Técnico. Acesso em 10.09.2024:

https://www.abtcp.org.br/ (em Português)

Website: **Academia.edu**. Repositório de literaturas técnicas e científicas. Acesso em 10.09.2024:
https://www.academia.edu/ (em Inglês)

Website: **Air Products.** Acesso em 10.09.2024:
https://www.airproducts.com.br/industries/pulp-and-paper (em Português)

Website: **Alutal.** Acesso em 10.09.2024:
https://www.alutal.com.br/en/industrias-e-aplicacoes/papel-e-celulose/sistemas-de-lavagem-de-celulose/ (em Inglês)

Website: **Andritz.** Acesso em 10.09.2024:
https://www.andritz.com/group-en/search?sba=&search=pulp+washing#page=1 (em Inglês)
e
https://www.andritz.com/products-en/group/pulp-and-paper/service-solutions/pulp-mill-services/pulpingfundamentalsna/brownstock-washing-curriculum# (Curso sobre "Pulping fundamentals" – em Inglês)
e
https://www.andritz.com/products-en/pulp-and-paper/pulp-production/kraft-pulp/fiberline/pulp-washing ("Pulp washing" – em Inglês)

Website: **Biblioteca Digital de Teses e Dissertações do IBICT.** Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. Acesso em 10.09.2024:
https://bdtd.ibict.br/vufind/ (em Português)

Website: **Biblioteca Florestal Digital**. UFV – Universidade Federal de Viçosa. Repositório de literaturas técnicas e científicas. Acesso em 10.09.2024:

http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/ (em Português)

Website: **Buchman.** Acesso em 10.09.2024:

https://www.buckman.com/wp-content/uploads/2018/04/a1027h-defoamerpulpwash_ss.pdf (em Inglês)

Website: **Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES.** Coordenação de Apoio ao Ensino Superior. Acesso em 10.09.2024:

https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/ (em Português)

Website: **Celso-Foelkel**. (em Português)

https://www.google.com/search?q=pulp+washing+lavagem++site%3Acelso-foelkel.com.br&domains=eucalyptus.com.br%3Bcelso-foelkel.com.br&sca_esv= (Pesquisa sobre "Lavagem da Polpa Celulósica" – em Português e em Inglês)

Website: **CNBM – China National Building Material International Equipment Co.** Acesso em 10.09.2024:

http://www.paperpulpermachine.com/paper-pulping-system/washing-bleaching-system.html (em Inglês)

e

https://paper-pulper.com/pulp-washing-methods-and-equipment/ (em Inglês)

e

https://www.paperpulping.com/product/pulp-washing/#:~:text=The%20purpose%20of%20washing%20is,the%20pulp%20from%20black%20liquor. (em Inglês)

Website: **CORE - The world's largest collection of open access research papers.** Acesso em 10.09.2024:

https://core.ac.uk/ (em Inglês)

e

https://core.ac.uk/search?q=pulp%20washing (Pesquisa sobre "pulp washing" – em Inglês)

Website: **DSpace – UPCommons -** Universitat Polièchica de Catalunya. Espanha. Acesso em 10.09.2024:

https://upcommons.upc.edu/ (em Inglês)

Website: **Ecolab.** Acesso em 10.09.2024:

https://pt-br.ecolab.com/solutions/brown-stock-wash-aid (em Português)

Website: **EPA National Library Catalog** – U.S. Environmental Protection Agency. Estados Unidos da América. Acesso em 10.09.2024:

https://cfpub.epa.gov/ols/catalog/catalog_lookup.cfm?search_type=new (Pesquisar por "pulp washing" - em Inglês)

Website: **Eucalyptus Online Book & Newsletter.** C. Foelkel. Acesso em 10.09.2024:

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

e

https://www.eucalyptus.com.br/index_eng.html (em Inglês)

e

https://www.google.com/search?q=pulp+washing+lavagem+polpa&sa=Pesquisar&cof=AH%3Acenter%3BS%3Ahttps%3A%2F%2Fwww.eucalyptus.com.br%3BAWFID%3A6e9c595014c818d1%3B&domains=eucalyptus.com.br%3Bcelso-foelkel.com.br&sitesearch=eucalyptus.com.br (Pesquisa Google sobre "Lavagem da Polpa Celulósica" – em Português e em Inglês)

Website: **FPInnovations.** Acesso em 10.09.2024:

https://web.fpinnovations.ca/ (em Inglês)

Website: **Google Books. Google Livros.** Website internacional. Acesso em 10.09.2024:

https://www.google.com/search?q=%22pulp+washing%22+&sca_esv=f874f96aa109150a&sca_upv=1&tbm=bks&sxsrf=ADLYWIKel97FKiuxvwoOM7Kg1HZY1JReHA%3A1724934731318&ei= (Pesquisa sobre "pulp washing" – em Inglês)

Website: **Google Acadêmico.** Website internacional. Acesso em 10.09.2024:

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22pulp+washing%22&btnG= (Pesquisa sobre "pulp washing" – em Inglês)

Website: **Internet Archive – Digital Library** - Pesquisas de Textos (livros, artigos, relatórios antigos). Acesso em 10.09.2024:

https://archive.org/details/texts (em Inglês)

Website: **Gallery of the IPPTA – Indian Pulp and Paper Technical Association.** Acesso em 10.09.2024:

https://ippta.co/paper/ (Pesquisar por "pulp washing" – em Inglês)

Website: **Kadant Fiber Processing.** Acesso em 10.09.2024:

https://fiberprocessing.kadant.com/en/products/pulp-washing (em Inglês)

e

https://fiberprocessing.kadant.com/files/45/Pulp-Washing/128/Chemi-Washer.pdf ("Chemi washers" – em Inglês)

Website: **Kemira.** Acesso em 10.09.2024:

https://www.kemira.com/products/defoamers-for-pulp-and-paper-processes/ (em Inglês)

Website: **KnowPulp.** Acesso em 10.09.2024:

https://www.knowpulp.com/www_demo_version/english/pulping/cooking/3_batch/1_methods/frame.htm (em Inglês)

e

https://www.knowpulp.com/www_demo_version/english/pulping/recovery_boiler/1_general/mustalipean_erotus_pesussa_img.html (em Inglês)

e

https://www.knowpulp.com/www_demo_version/english/pulping/general/6_bleaching/frame.htm (em Inglês)

e

https://www.knowpulp.com/www_demo_version/english/pulping/bleaching/2_principle/frame.htm (em Inglês)

Website: **KTH Publication Database DiVA.** KTH – The Royal Institute of Technology. Acesso em 10.09.2024:

https://kth.diva-portal.org/smash/search.jsf?dswid=561 (em Inglês)

Website: **LCP – UFSC – Laboratório de Celulose e Papel.** Universidade Federal Santa Catarina. Acesso em 10.09.2024:

https://lcp.paginas.ufsc.br/ (em Português)

e

https://lcp.paginas.ufsc.br/conheca-o-processo-de-celulose-e-papel/ (Vídeo sobre o processo de fabricação de celulose – em Português)

Website: **LCP – UFV – Laboratório de Celulose e Papel.** Universidade Federal de Viçosa. Acesso em 10.09.2024:
https://www.lcp.ufv.br/ (em Português)

Website: **Linde-Gas.** ACTICO CO_2 Pulp Wash. Acesso em 10.09.2024:
https://www.linde-gas.com/industries/pulp-and-paper (em Inglês)
e
https://www.linde-gas.pt/shop/pt/pt-ig/co-2-pulp-wash (em Inglês)
e
https://www.lindeus.com/industries/pulp-and-paper/washing (em Inglês)

Website: **Locus UFV – Repositório Institucional**. UFV – Universidade Federal de Viçosa. Acesso em 10.09.2024:
https://www.locus.ufv.br/home (Locus apresenta não apenas as teses de pós-graduandos, mas também artigos de alunos e professores da UFV - em Português)

Website: **LQCE – USP – Laboratório de Química, Celulose e Energia.** Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". USP – Universidade de São Paulo. Acesso em 10.09.2024:
https://lqce.org/ (em Inglês)

Website: **National Forest Service Library** - USDA Forest Service. Acesso em 10.09.2024:
https://www.fs.usda.gov/library/ (em Inglês)

Website: **Open Access Discovery Library.** Malásia. Acesso em 10.09.2024:
https://openaccess.library.uitm.edu.my/ (em Inglês)

Website: **Open Library. Internet Archive.** Acesso em 10.09.2024:
https://openlibrary.org/ (em Inglês)

Website: **PI – The Finnish Paper Engineers' Association.** Acesso em 10.09.2024:
https://www.puunjalostusinsinoorit.fi/en/about-pi/pis-story/ (em Inglês)

Website: **Professor Celso-Foelkel.** C. Foelkel. Acesso em 10.09.2024:
https://www.celso-foelkel.com.br/index.html (em Português)
e
https://www.celso-foelkel.com.br/english.html (em Inglês)

Website: **ResearchGate**. Repositório de literaturas técnicas e científicas. Acesso em 10.09.2024:
https://www.researchgate.net/ (em Inglês)

Website: **Revista O Papel.** ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Acesso em 10.09.2024:
https://www.opapeldigital.org.br/pub/papel/ (em Português)

Website: **SMARTech Repository**. **Georgia Tech Library**. Repositório de literaturas técnicas e científicas do IPST – Institute of Paper Science and Technology. Acesso em 10.09.2024:
https://smartech.gatech.edu/ (em Inglês)

Website: **Solenis.** Acesso em 10.09.2024:
https://www.solenis.com/globalassets/resources/miscellaneous/230105-pc-cs-kraftpulpmillwb.pdf ("Smartwash system" - em Inglês)

e

https://www.solenis.com/en/research-and-development/innovations/advantage-brownstock-defoamers/ (em Inglês)

e

https://papertechnologyinternational.com/solenis-helps-improve-pulp-washing-efficiency-at-kraft-pulp-mill/ ("SmartWash enhanced chemicals control" – em Inglês)

e

https://www.processingmagazine.com/process-control-automation/article/53083095/solenis-smartwash-data-enhanced-chemistry-control-helps-improve-pulp-washing-efficiency-at-kraft-pulp-mill ("SmartWash enhanced chemicals control" – em Inglês)

Website: **Tappi – Technical Association of the Pulp and Paper Industry**. Acesso em 10.09.2024:

https://www.tappi.org/ (em Inglês)

Website: **Tecnicelpa – Associação Portuguesa dos Técnicos das Indústrias de Celulose e Papel.** Portugal. Acesso em 10.09.2024:

https://www.tecnicelpa.com/ (em Português)

Website: **Vaisala.** Acesso em 10.09.2024:

https://www.vaisala.com/pt/industries-applications/pulp-paper-and-wood/kraft-sulfate-pulp-brown-stock-washing (em Português)

e

https://www.vaisala.com/en/blog/2023-02/video-qa-brown-stock-washing-bsw-webinar-series (Webinar - em Inglês)

e

https://www.vaisala.com/en/events/webinars/lp/importance-brown-stock-washing-and-dissolved-solids-optimization-pulp-mill-efficiency (Webinar – em Inglês)

e

https://www.vaisala.com/en/industries-applications/pulp-paper-and-wood/kraft-sulfate-pulp-brown-stock-washing (em Inglês)

Website: **Valmet.** Acesso em 10.09.2024:

https://www.valmet.com/pulp/ (em Inglês)

e

https://www.valmet.com/search/?q=pulp%20washing (Pesquisa "pulp washing" – em Inglês)

e

https://www.valmet.com/pulp/cooking-and-fiberline/washing/ ("Washing" – em Inglês)

e

https://www.valmet.com/insights/articles/up-and-running/performance/PulpWashingPrinciplesWebinar/ (Webinar sobre "pulp washing" – em Inglês)

e

https://www.valmet.com/insights/articles/up-and-running/performance/CBFilterWebinar/ (Webinar sobre "Compaction baffle filters" – em Inglês)

e

https://www.valmet.com/media/news/news-archive-1999-2013/pulp-and-paper-news/metso-papers-1000th-twinroll-wash-press-now-in-operation/ ("Metso twin-roll wash press" – em Inglês)

e

https://www.valmet.com/insights/articles/up-and-running/performance/5KeysPulpWashing/ ("Keys factors for pulp washing" – em Inglês)

e

https://www.valmet.com/pulp/cooking-and-fiberline/washing/pressure-diffusers/ ("Pressure diffusers" – em Inglês)

e

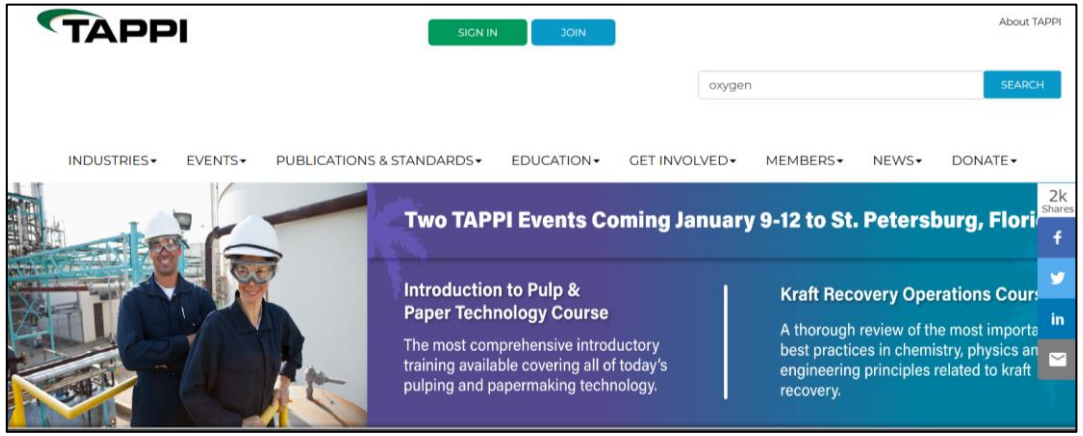
https://www.valmet.com/pt/Midia/news/noticias-locais/2023/valmet-inicia-transito-global-da-maior-prensa-de-lavagem-do-mundo-para-projeto-biocmpc/ (Sobre a enorme prensa de lavagem da CMPC em Guaíba – em Português)

Website: **VTT - Technical Research Centre of Finland.** Acesso em 10.09.2024:

https://www.vttresearch.com/en (em Inglês)

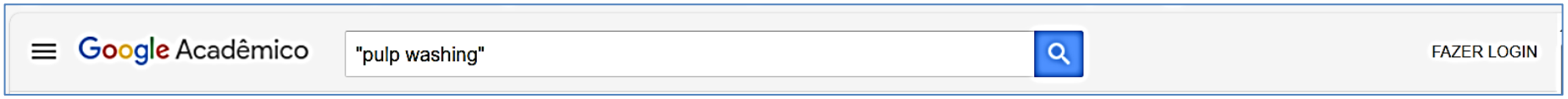
Website: **Way Back Machine** - Internet Archive sobre websites em diferentes posições no tempo. Acesso em 10.09.2024:

https://archive.org/web/ (em Inglês)



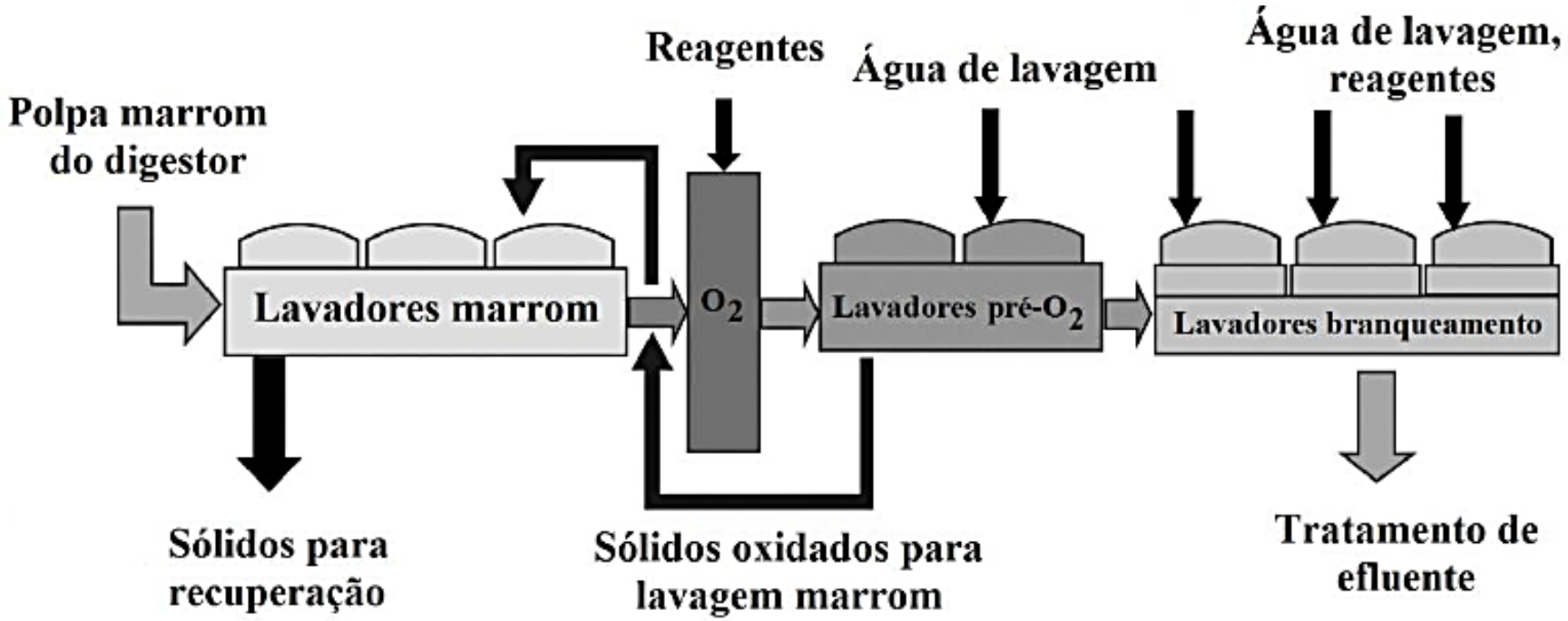
Biblioteca Florestal
Digital
Entrar
Página inicial
Buscar em toda a Biblioteca
Ir
Bem vindo à Biblioteca Florestal
A Biblioteca Florestal integra um repositório digital temático da produção bibliográfica no campo das Ciências Florestais.
Seu objetivo é ampliar e facilitar o acesso à produção bibliográfica relacionada às Ciências Florestais, aumentando assim a visibilidade, o uso e o impacto dos resultados das pesquisas depositadas.
Sobre a Biblioteca Florestal

INTERNET ARCHIVE
WEB
BOOKS
VIDEO
AUDIO
SOFTWARE
IMAGES
SIGN UP | LOG IN
UPLOAD
ABOUT
BLOG
PROJECTS
HELP
DONATE
CONTACT
JOBS
VOLUNTEER
PEOPLE
Search the history of over 866 billion web pages on the Internet.
WayBackMachine
enter URL or keywords


Google Acadêmico
"pulp washing"
FAZER LOGIN

IPPTA
Indian Pulp & Paper Technical Association
Home
We Love Paper
Blogs
Industry News
Paper Mill Directory
Membership
Seminar
Publication
Events

Grupo 3: Algumas referências de literaturas disponibilizadas em mídia eletrônica e referentes aos "Efeitos do tipo e do desempenho da Lavagem das Polpas Celulósicas sobre os processos tecnológicos industriais, meio ambiente e economicidade na fabricação de celulose" (Artigos e Palestras)



***Fonte da Figura*:** https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Estado_da_Arte_Branqueamento_Oxigenio.pdf

Preliminary mathematical model of a vacuum drum washer. The Institute of Paper Chemistry. Project 2893. 46 pp. (1970)

https://repository.gatech.edu/server/api/core/bitstreams/d5aea71b-a79e-499f-9729-afe9d9787c92/content (em Inglês)

"Hi-Heat" in Kamyr diffusion washing digester. Kamyr A.B. IPPTA Journal (Índia) 8(04): 225 – 228. (1971)

https://ippta.co/wp-content/uploads/2021/01/IPPTA-VIII4-225-228-Hi-Heat-Diffusion.pdf (em Inglês)

Como melhorar o rendimento da lavagem da polpa crua. IMPCO. 6ª Convenção Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 08 pp. (1973)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1973_Melhoria+Lavagem+Polpa.pdf (em Português)

Environmental considerations of selected energy conserving manufacturing process options: Vol. V. Pulp and paper industry report. USEPA - United States Environmental Protection Agency. Document EPA-600/7-76-034e. 207 pp. (1976)

https://www.osti.gov/servlets/purl/6554379 (em Inglês)

Um novo conceito de planta de branqueamento. L. Smedman. Revista O Papel (Outubro): 43 – 46. (1977)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1977_10_Novo+Conceito+Branqueamento.pdf (em Português)

Loss of chemicals in the pulp and paper industry. B.V. Sapre; S.U. Sahare IPPTA Journal (Índia) 15(04): 124 – 127. (1978)

https://ippta.co/wp-content/uploads/2021/01/IPPTA-XV4-124-127-Loss-of-Chemicals-in.pdf (em Inglês)

Kraft mill simulation. Volume I. S. Treiber. Tese de Doutorado. McGill University. 214 pp. (1979)

https://dam-oclc.bac-lac.gc.ca/download?is_thesis=1&oclc_number=1265421819&id=3ce7235c-00a9-46dc-a400-61d91937e47c&fileName=d217qr97w.pdf (em Inglês)

A wood pulp mill production rate increase problem. 1983 AIChe Student Contest Problem. American Institute of Chemical Engineers. 12 pp. (1982)

https://www.aiche.org/sites/default/files/node/aiche-student-design-competition/1983-StudentDesignContent-A-Wood-Pulp-Mill-Production-Rate-Increase-Problem_0.pdf (Interessantes e valiosas definições sobre lavadores de polpa marrom nas páginas 8 e 9 – em Inglês)

The basic technology of the pulp and paper industry and its environmental protection pratices. Environment Canada. 215 pp. (1983)

https://publications.gc.ca/collections/collection_2019/eccc/en42-1/En42-1-83-1-eng.pdf (em Inglês)

Aspectos técnico-econômicos da futura tecnologia de branqueamento. I. Croon. Revista O Papel (Dezembro): 175 – 178. (1983)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1983_12_Futuras+Tecnologias+Croon.pdf (em Português)

The effect of some parameters on brown stock washing: A study made with a pulp tester. H. Hakamaki; K. Kovasin. Pulp & Paper Canada 86(09): 45 – 52. (1985)

https://cir.nii.ac.jp/crid/1572824499910886144?lang=en (em Inglês)

A review of kraft pulp deresination and pitch problems. M.B. Jansson; E.L. Back; M.I. Tufvesson. Papermaking raw materials. Transactions of the 8th Oxford Fundamental Research Symposium. 34 pp. (1985)

http://lib.tkk.fi/Diss/2003/isbn9512263165/article4.pdf (em Inglês)

A new pulp washing technology: A discussion of current mill installations. F. Emmerling. 20º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 13 pp. (1987)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1987_New+Technology+Pulp+Washing.pdf (em Inglês)

A laboratory simulation of a rotary vacuum drum brownstock washer. H.E. Muller. Dissertação de Mestrado. Western Michigan University. 151 pp. (1987)

https://scholarworks.wmich.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2266&context=masters_theses (em Inglês)

On the efficiency of brownstock washing on rotary filters. H.T. Cullinan Jr.; F.D. Harper; P.E. Parkermarch. International of Paper Chemistry. Technical Paper Series nº 232. 13 pp. (1987)

https://core.ac.uk/reader/4673740 (em Inglês)

A new economical approach to pulp washing. D. Dewan. Silver Jubilee International Seminar & Workshop "Appropriate Technologies for Pulp & Paper Manufacture in Developing Countries". Indian Pulp and Paper Technical Association. 06 pp. (1989)

https://ippta.co/wp-content/uploads/2021/01/IPPTA-Silver-jubliee-Vol.-II-1989-55-A-New-Economical-Approach-to.pdf (em Inglês)

Hypo-washing bleaching: Development and combined use with oxygen in alkaline extraction. V. Manfredi; E. Cláudio-da-Silva Jr.; K. Sjöblom. Pulp & Paper Canada 90(12): T464 – T469. (1989)

https://www.eucalyptus.com.br/VailManfredi/1989_Hypo_Washing.pdf (em Inglês)

The effect of brownstock washing on the formation of chlorinated dioxins and furans during bleaching. R.G. Hise; H.L. Hintz. Tappi Journal 73(1): 185 – 190. (1990)

https://imisrise.tappi.org//download.aspx?key=90JAN185 (em Inglês)

Washing for low bleach chemical consumption. C.B. Stromberg. 1990 Tappi Pulping Conference. Tappi – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 10 pp. (1990)

https://imisrise.tappi.org//download.aspx?key=91OCT113 (em Inglês)

Medium-consistency pulp washer generates superior washing efficiency. O.E. Pikka, J. Himanen; K. AhKaila; K.A. Coffey. Tappi Journal 73(3): 121 - 126. (1990)

https://imisrise.tappi.org//download.aspx?key=90JUN121 (em Inglês)

Summary of technologies for the control and reduction of chlorinated organics from the bleached chemical pulping subcategories of the pulp and paper industry. USEPA - United States Environmental Protection Agency. 116 pp. (1990)

https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=91014E0D.TXT (em Inglês)

New trends for evaluation of washing efficiency. Based on chemical oxygen demand. H.K. Dingra; M.K. Sharma; P.R. Bohidar; V.K. Mohindru; R. Pant. IPPTA Journal (Índia) 3(03): 92 - 98. (1991)

https://ippta.co/wp-content/uploads/2021/01/IPPTA-33-92-98-New-Trends-for.pdf (em Inglês)

Cozimento modificado, deslignificação por oxigênio, branqueamento e efluentes. Polpa de *Eucalyptus*. G.A. Ferreira; J.J.V. Don. 24º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 21 pp. (1991)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1991_Cozimento+Modificado.pdf (em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1992_3_Cozimento+Modificado.pdf (Republicado na Revista O Papel, Março, 1992 – 11 pp. – em Português)

Effect of entrained black liquor carry-over on medium-consistency oxygen delignification. W.J. Miller; L.D. Shackford; H. Jiang; J. Genco. Tappi Journal. 74(2): 117 – 122. (1991)

https://imisrise.tappi.org//download.aspx?key=91FEB117 (em Inglês)

A computer simulation of the rotary vacuum filter brown stock washing system using distribution sampling. E.G. Yiu. Dissertação de Mestrado. Western Michigan University. 24 pp. (1992)

https://scholarworks.wmich.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1955&context=masters_theses (Caso não consigam obter na web o trabalho completo, favor solicitar-me conforme instruções da página 3 - em Inglês)

Eficiência da lavagem da polpa quanto à remoção de lignina. H.T. Cullinan. Revista O Papel (Outubro): 48 – 56. (1992)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1992_10_Eficiencia+Lavagem.pdf (em Português)

Costs and benefits of various pollution prevention technologies in the kraft pulp industry. N. McCubbin. International Symposium "Pollution Prevention in the Manufacture of Pulp and Paper - Opportunities and Barriers". 14 pp. (1992)

https://p2infohouse.org/ref/09/08459.pdf (em Inglês)

Enhanced lignin removal in brownstock washing. A.J. Smith; R.R. Gustafson; W.T. McKean. Tappi Journal 76(6): 81 - 86. (1993)

https://imisrise.tappi.org//download.aspx?key=93JUN081 (em Inglês)

Dynamic simulation of brown stock washers and bleach plants. R.X. Wang. Tese de Mestrado. The University of British Columbia. 128 pp. (1993)

https://open.library.ubc.ca/media/download/pdf/831/1.0058538/1 (em Inglês)

Advanced brown stock washer control: Successful industrial implementation at James MacLaren. A. Noel; M. Savoie; H. Budman; L. Lafontaine. 2nd IEEE Conference on Control Applications. 07 pp. (1993)

https://www.academia.edu/42006582/Advanced_Brown_Stock_Washer_Control_Successful_Industrial_Implementation_at_James_Maclaren (em Inglês)

Eficiência de lavagem da polpa não branqueada de eucalipto. J.R.B. Vinhas. Revista O Papel (Outubro): 21 – 27. (1993)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1993_10_Eficiencia+Lavagem+Polpa.pdf (em Português)

Lavagem da polpa marrom. Estudo preliminar do DQO, perda alcalina e estrutura da lignina em filtros lavadores e prensas. S.M. Pasquali. Aracruz Celulose. 17 pp. (1993)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1993_Pasquali_Lavagem+Polpa+Marrom.pdf (em Português)

Washing considerations in modern pulp bleaching. F. Steffes; H. Cornell; U. Germgärd. 1995 Tappi Pulping Conference. Tappi – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 08 pp. (1995)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1995_Washing+considerations.pdf (em Inglês)

Balanço de metais e não metais numa fábrica de celulose kraft. Um conceito para circuito fechado. V.M. Sacon; J.W. Ventura; F. Heinrich. 28º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. p. 941-955. (1995)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/70_1995_Balanco%20metais%20e%20nao%20metais.pdf (em Português)

Fechamento do circuito de efluentes do branqueamento. Um passo para a fábrica "fechada" ou fábrica com impacto "zero". M.M. Leite. Revista O Papel (Janeiro): 39-43. (1995)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/65_1995_Fechamento%20efluentes%20branqueamento.pdf (em Português)

Fechamento de circuito de águas numa fábrica de papel kraft e sua influência no processo. C. Gonçalves; J.M. Neves. Revista O Papel (Novembro): 61-73. (1995)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/66_1995_Fechamento%20circuito%20aguas%20papel%20kraft.pdf (em Português)

O conceito de fábrica de polpa kraft branqueada isenta de efluentes. Uma revisão. Parte I. A.H. Mounteer; J.L. Colodette; A.S.C.H. Brito. Revista O Papel (Abril): 34-40. (1995)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/67_1995_Fabrica%20polpa%20kraft%20%20isenta%20efluentes%201.pdf (em Português)

O conceito de fábrica de polpa kraft branqueada isenta de efluentes. Uma revisão. Parte II: Aspectos tecnológicos. A.H. Mounteer; J.L. Colodette; A.S.C.H. Brito. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 37 pp. (1995)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/68_1995_Fabrica%20polpa%20kraft%20%20isenta%20efluentes%202.pdf (em Português)

Different approaches to evaluate brownstock washer efficiency. V.K. Kukreja; A.K. Ray; V.P. Singh; N.J. Rao. IPPTA Journal (Índia) 7(04): 61 - 65. (1995)

https://ippta.co/wp-content/uploads/2021/01/IPPTA-74-61-65-Different-Approaches-to.pdf (em Inglês)

A comprehensive mechanistic model of contínuous Kamyr digester. F.A. Michelsen; B.A. Foss. Applied Mathematics Modelling 20(07): 523 – 533. (1996)

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0307904X9500171F/pdf?md5=b57b005976e58a75ccd2c9d14380fd9f&pid=1-s2.0-0307904X9500171F-main.pdf (em Inglês)

New technology enhances pulp washing. I.D. Barton; D.R. Ester; J.K. Pease. 1996 Tappi Pulping Conference. Tappi – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 06 pp. (1996)

https://www.researchgate.net/publication/323946048_NEW_TECHNOLOGY_ENHANCES_PULP_WASHING (em Inglês)

Studies of the efficiency of horizontal belt pulp washers. S. Haywood; B. Orgill. IPPTA Journal (Índia) 8(04): 39 - 41. (1996)

https://ippta.co/wp-content/uploads/2021/01/IPPTA-84-39-41-Studies-of-the.pdf (em Inglês)

Pulp washing on double wire press. S.P. Singh. IPPTA Journal (Índia) 8(03): 61 - 66. (1996)

https://ippta.co/wp-content/uploads/2021/01/IPPTA-83-61-66-Pulp-Washing-on.pdf (em Inglês)

A lavagem da polpa. J. Rogers; P. Funo; J. Nery. Revista O Papel (Março): 30 – 38. (1996)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1996_Lavagem+Polpa.pdf (em Português)

Ways to close a TCF bleaching sequence. U. Germgärd. Encontro Internacional de "Branqueamento da Pasta Celulósica". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 06 pp. (1996)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1996_Evento+ABTCP_Ulf+Germgard.pdf (em Inglês)

Mill closure using ECF bleaching technologies. D.W. Reeve. Encontro Internacional de "Branqueamento da Pasta Celulósica". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 12 pp. (1996)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1996_Evento+ABTCP_Doug+Reeve.pdf (em Inglês)

Structure and mobility of lignin in relation to pulp washing and bleaching. L. He. Tese de Mestrado. Lakehead University. 153 pp. (1996)

https://knowledgecommons.lakeheadu.ca/bitstream/handle/2453/2541/HeL1996m-1b.pdf;jsessionid=node04g9hp84g1vvscirgmfxst0zs127635.node0?sequence=1 (em Inglês)

A sequência de branqueamento ideal para um processo de circuito fechado. M.R. Silva; A.C.H. Brito; J.L. Colodette. Revista O Papel (Março): 35 – 45. (1997)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1997_Fechamento+Circuitos+Branqueamento.pdf (em Português)

Impact of the bleaching process on kraft pulp mill closure. M.M. Costa; J.L. Colodette; A.C.H. Brito. 5º Simpósio Brasileiro sobre Química das Ligninas e Outros Componentes da Madeira. 11 pp. (1997)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1997_TCF+Bleaching_Mill+Closure.pdf (em Inglês)

The exchange and removal of metal cations in pulps. G.V. Laivins; A.M. Scallan. The 11th Cambridge Fundamentals of Papermaking Materials Symposium. 24 pp. (1997)

https://bioresources.cnr.ncsu.edu/wp-content/uploads/2020/03/1997.2.837.pdf (em Inglês)

Teoria de lavagem e aplicação em lavador multiestágio. B.Q. Stromberg; M.A. Andrade. 31º Congresso Anual. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 13 pp. (1998)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1998_Teoria+Lavagem.PDF (em Português)

The ideal fibre line. J.L. 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)

Avanços recentes no tratamento da polpa marrom. O. Pikka; J. Vehmaa. Revista O Papel (Julho): 38 - 47. (1999)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1999_07_Tratamentos+Polpas+Marrom.pdf (em Português)

Efficiency of dilution/thickening washing of pulp. F. Potucek; M. Milichovsky. University of Pardubice. 10 pp. (1999)

https://www.researchgate.net/publication/294610718_Efficiency_of_dilutionthickening_washing_of_pulp (em Inglês)

Stage-wise washing of pulp. F. Potucek; M. Milichovsky. University of Pardubice. 06 pp. (1999)

https://www.researchgate.net/publication/293659297_Stage-wise_washing_of_pulp (em Inglês)

Relation between sulphate loss of washed brown pulp and chlorine consumption in CEH bleaching & generation of pollution load. B.P. Mishra; G.D. Sharma; G.G. Bhargava; N.K. Thusu. IPPTA Journal (Índia) 11(02): 19 - 26. (1999)

https://ippta.co/wp-content/uploads/2021/01/IPPTA-112-19-26-Relation-Between-Sulphate.pdf (em Inglês)

Developments in pulping and bleaching. R. Patt; O. Kordsachia. 6th Brazilian Symposium on the Chemistry of Lignin and Other Wood Components. *In:* "PinusLetter nº 56". 10 pp. (1999)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1999_Developments+Pulping+Bleaching.pdf (em Inglês)

Branqueamento de eucalipto com baixo efluente e efeito na recirculação de filtrado no balanço de materiais e energia. L.D. Shackford; S. Minami; C.A. Santos. 3º Seminário de Meio Ambiente. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 13 pp. (2000)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/57_2000_Branqueamento%20Baixo%20Efluente.pdf (em Português)

Controlling brownstock washing during production rate changes. L.S. Wasik; G.R. Mittet; D.J. Nelson. Tappi Journal 83(3): 94 – 101. (2000)

https://www.tappi.org/publications-standards/tappi-journal/home/00/mar/controlling-brownstock-washing-during-production-rate-changes-controlling-brownstock-washing-during-production-rate-changes-tappi-journal-march-2000-vol.-833/ (em Inglês)

e

https://imisrise.tappi.org//download.aspx?key=00MAR94 (em Inglês)

Precipitation of kraft lignin under alkaline conditions. J. Sundin. Tese de Doutorado. Royal Institute of Technology. 82 pp. (2000)

https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:8797/FULLTEXT01.pdf (em Inglês)

Depósitos de oxalato de cálcio em plantas de branqueamento. A experiência da VCP. A. Zolio; M.R. Silva; M.A.L. Peixoto. 33º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 09 pp. (2000)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/09_2000_Depositos%20de%20Oxalato%20de%20Calcio.pdf (em Português)

O uso conflitivo da água. M.J.B. Zakia. Revista O Papel (Setembro): 32. (2000)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2000_Momento+Florestal_Uso+Agua.pdf (em Português)

Análise da influência e do acúmulo dos elementos não processuais (NPEs) em sistemas de branqueamento totalmente livre de cloro (TCF): Estudo de caso com fechamento de circuito. M.S. Rabelo; A.F. Morgado; J.M. Neves. 34º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 10 pp. (2001)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/52_2001_Acumulo%20elementos%20nao%20processuais.pdf (em Português)

Closure of softwood and hardwood bleaching loops. A. Fuhrmann; P. Liias; A. Öhlin. 7º Simpósio Brasileiro sobre Química das Ligninas e Outros Componentes da Madeira. 09 pp. (2001)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2001_Closing+Loops.pdf (em Inglês)

Amount and composition of COD washing loss after oxygen delignification and its effect on subsequent DEODD bleaching: Mill tests. M.i Sillanpää; M. Viirimaa; K. Ala-Kaila; J. Niinimäki; O. Dahl. 2001 Tappi Pulping Conference. 15 pp. (2001)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2001_COD+Washing+Losses.pdf (em Inglês)

Alvura superior no branqueamento de pasta kraft de eucalipto. H.U. Süss; C. Leporini Filho; K. Schmidt. Revista O Papel (03): 78 – 86. (2001)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Arquivo%2001.pdf (em Português)

Influências de parâmetros operacionais da lavagem na performance do processo. C.A. Santos; P.K. Funo. Encontro "Operadores de Sistemas de Lavagem e Branqueamento". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 30 slides. (2002)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_Parametros+Operacionais+Lavagem.pdf (em Português)

Processo kraft: Lavagem de polpa. Encontro "Operadores de Sistemas de Lavagem e Branqueamento". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 44 slides. (2002)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_Processo+Kraft_Lavagem+Polpa.pdf (em Português)

Control of AOX discharges in pulp & paper industry. The role of new fiberline. S. Panwar; R.M. Mathur; A.G. Kulkarni. IPPTA Journal. Conventional issue. (India). 05 pp. (2002)

https://ippta.co/wp-content/uploads/2021/01/IPPTA-CI-2002-57-61-Control-of-AOX.pdf (em Inglês)

A "compact" approach to washing in bleaching. E.A.K. Pettersson; M. Ragnar; H. Dahllöf. 35º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 11 pp. (2002)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_Lavagem_Plantas_Braqueamento.pdf (em Inglês)

Uso de surfactantes como auxiliar na remoção de extrativos hidrófobos de madeira de *Eucalyptus* na etapa de polpação kraft. D.J. Silva; J.L. Gomide; J.M. Almeida. 35º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 11 pp. (2002)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Uso%20surfactante%20no%20cozimento%20kraft.pdf (em Português)

Hexenuronic acid groups in pulping and bleaching. Z.H. Jiang; B.v. Lierop; R. Berry. 35º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 18 pp. (2002)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_HexsAcds_Chemistry.pdf (em Inglês)

Pulp washing anti-foam *(Antiespumantes para lavagem de celulose).* A.A. Marques; A.H. Nariyoshi; V.C. Mendes; C.M. Moreno. 35º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2002)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_Defoamers+Washing.pdf (Texto: 09 pp - em Inglês)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_Antiespumantes+Lavagem.pdf (Apresentação em PowerPoint: 22 slides – em Português)

Effect of carry-over on the kinetics of chlorine dioxide of an unbleached hardwood kraft pulp. M.J.M.C. Barroca; R.M.S. Simões; J.A.A.M. Castro. APPITA Journal 55(01): 60 – 64. (2002)

https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/576/1/appita-kappa.pdf (em Inglês)

Chelating agents in *Eucalyptus* kraft pulps: I. Phosphonates in pulping and brown stock washing. F.E. Felissia; M.C. Area. 2nd Ciadicyp – Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel. 12 pp. (2002)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_Chelating+CIADICYPn%C2%BA2.pdf (em Inglês)

Minimum effluent pulp mill concept: On water use reduction in the bleach plant. J. Fiskari. Åbo Akademi University. 139 pp. (2002)

https://www.researchgate.net/profile/Juha-Fiskari-2/publication/308648381_Minimum_Effluent_Pulp_Mill_Concept_On_Water_Use_Reduction_in_the_Bleach_Plant/links/57ea2ec608ae113df5221971/Minimum-Effluent-Pulp-Mill-Concept-On-Water-Use-Reduction-in-the-Bleach-Plant.pdf (em Inglês)

The correlation of COD and yield in chemical pulp bleaching. H.U. Süss; J.D. Kronis. 2002 Tappi Breaking the Pulp Yield Barrier Symposium. 10 pp. (2002)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2002_COD+Yield+Losses+Effects.pdf (em Inglês)

Chelating agents in *Eucalyptus* kraft pulps. F.E. Felissia; M.C. Area. 2nd Ciadicyp – Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel. Apresentação em PowerPoint: 37 slides. (2002)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/MariaCristinaArea05.pdf (em Inglês)

Polpação Lo Solids de eucalipto: Efeito do ritmo de produção. F.G. Silva Jr.; T.J. 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)

Influence of wash liquid properties on the efficiency of pulp washing. F. Potucek; I. Skotnicová. Chemical Papers 56(6): 369 - 373 (2002)

https://www.chempap.org/file_access.php?file=566a369.pdf (em Inglês)

Processo kraft: Fundamentos de lavagem de polpa. A. Mokfienski. 2º Encontro "Operadores de Sistema de Lavagem e Branqueamento". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 67 slides. (2003)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2003_Lavagem+Polpa.pdf (em Português)

Generation of chlorinated organic material on *Eucalyptus* pulp bleaching using different bleaching sequences. M. Roy; M.K. Chakrabarti; S. Chandra; S.A. Kumar; S. Singh; P.K. Bajpai. Journal of Scientific & Industrial Research 62: 707 – 713. (2003)

https://nopr.niscpr.res.in/bitstream/123456789/17616/1/JSIR%2062%287%29%20707-713.pdf (em Inglês)

A comparison of pulping and bleaching of kraft softwood and *Eucalyptus* pulps. L.D. Shackford. 36º Congresso Internacional de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 17 pp. (2003)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/A%20Comparison%20of%20Pulping%20and%20Bleaching%20of%20Kraft%20Softwood%20and%20Eucalyptus%20Pulps.pdf (em Inglês)

Controle de *pitch* em fábrica de celulose kraft de eucalipto. Um novo conceito. S. Kramarski; A.A. Marques; V.M. Gabrielli; R.C. Oliveira. 1st International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 12 pp. (2003)

https://www.eucalyptus.com.br/icep01/sila_kramarski.pdf (em Português)

The Donnan theory applied to pulp washing: Experimental studies on the removal of anionic substances from an assumed fiber lumen volume and from the fiber wall. R. Anderssson; J. Lidén; L.-O. Öhman. Nordic Pulp and Paper Research Journal 18(04): 404 – 412. (2003)

https://www.researchgate.net/publication/270887490_The_Donnan_theory_applied_to_pulp_washing_-_Experimental_studies_on_the_removal_of_anionic_substances_from_an_assumed_fiber_lumen_volume_and_from_the_fiber_wall (em Inglês)

Effect of pH and temperature on the lignin precipitation during kraft pulping and washing. J.L. Colodette; C.M. Gomes; A. Mokfienski; A.H. Mounteer. IPPTA Journal (Índia) 15(01): 81 - 85. (2003)

https://ippta.co/wp-content/uploads/2021/01/IPPTA-151-81-85-Effect-of-pH-and.pdf (em Inglês)

The effect of phosphonates on kraft pulping and brown stock washing of eucalypt pulps. F.E. Felissia; M.C. Area. Appita 57(1): 30 - 34. (2004)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/MariaCristinaArea10.pdf (em Inglês)

Controle de pitch em fábrica de celulose kraft de eucalipto. A.A. Marques; S. Kramarski; V.M. Gabrielli; R.C. Oliveira. 3rd Ciadicyp – Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel. 04 pp. (2004)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2004_Pitch+CIADICYPn%C2%BA3.pdf (em Português)

Review: DQO en efluentes de blanqueo ECF y TCF de pulpas kraft. O.M. Barboza; D. Bengoechea; M.C. Area. Revista de Ciencia Tecnológica 6(06): 61 – 69. (2004)

https://www.fceqyn.unam.edu.ar/recyt/index.php/recyt/article/download/417/340/855 (em Espanhol)

Precipitation of lignin and extractives on kraft pulp: Effect on surface chemistry, surface morphology and paper strength. K. Koljonen; M. Österberg; M. Kleen; A. Fuhrmann; P. Stenius. Cellulose 11(02): 209 – 224. (2004)

https://www.researchgate.net/publication/227288690_Precipitation_of_lignin_and_extractives_on_kraft_pulp_Effect_on_surface_chemistry_surface_morphology_and_paper_strength (em Inglês)

Cleaner production in Austria practical example: Pulp and paper industry. K.E. Lorber. Institute for Sustainable Waste Management and Technology (IAE). University of Leoben. Apresentação em PowerPoint: 24 slides. (2004)

https://www2.udec.cl/~alfaingam/pres/Manana%20(PDF)/11_00%20Prof_KarlLorber.pdf (em Inglês)

Estudo dos diferentes tipos de processos de branqueamento de celulose objetivando a comparação entre seus métodos e a geração do potencial de poluentes em seus respectivos efluentes. R.M.S. Navarro; E.B. Tambourgi. Unicamp – Universidade Estadual de Campinas. 111 pp. (2004)

http://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=475818 (em Português)

Water usage in the South African pulp and paper industry. C.J.M. MacDonald. Dissertação de Mestrado. University of KwaZulu-Natal. 105 pp. (2004)

https://core.ac.uk/download/196546189.pdf (em Inglês)

Reduction in the usage of fresh water in the bleaching of chemical fibers. H. Henna; H. Kaj; P. Tervola. 38º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 04 pp. (2005)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2005_Reduction+Water+Usage.pdf (em Inglês)

Estudo das causas e da prevenção da reversão térmica de alvura de polpas kraft de eucalipto. K.M.M. Eiras. Tese de Doutorado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 190 pp. (2005)

https://poscienciaflorestal.ufv.br/wp-content/uploads/2023/05/texto-completo-28.pdf (em Português)

Studies on washing in kraft pulp bleaching. M. Sillampää. Dissertação Acadêmica. University of Oulu. 43 pp. (2005)

https://oulurepo.oulu.fi/bitstream/handle/10024/36106/isbn951-42-7877-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y (em Inglês)

Diagnóstico da lavagem de polpa marrom através de parâmetros de filtração. C.F.R. Pacheco; J.L. Paiva; A.S. Reynol Jr. 38º Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 14 pp. (2005)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2005_Diagnostico+Lavagem+Polpa.pdf (em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2006_Lavagem+Polpa+Marrom.pdf (Reapresentado na Revista O Papel, Março, 2006 – 09 pp. – em Português)

Fundamentals and characteristics of modern hardwood pulp bleaching *(Fundamentos e características do moderno branqueamento de polpas de fibras curtas).* T. Vuorinen; A.S. Jaaskelainen; T. Lehtimaa; K. Toikka; Z. Zhou. 38º Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 06 pp. (2005)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Arquivo%2005.pdf (em Inglês)

Progressos obtidos no branqueamento para se atingir alta alvura com baixa reversão. H.U. Suess; C. Leporini Filho. Revista O Papel (02): 59 – 67. (2005)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Arquivo%2006.pdf (em Português)

Blanqueo de celulosa. Avances en el blanqueo de pulpa kraft de *Eucalyptus*. J.L. Colodette; C.M. Gomes; M. Rabelo; K.M.M. Eiras. Revista Celulosa y Papel 22(3): 04 – 11. ATCP-Chile. (2006)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2006_ATCP_Blanqueo+Colodette.pdf (Uma cortesia ATCP-Chile - em Espanhol)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2006_22+3_Avances+O2+Delig.pdf (Uma cortesia ATCP-Chile - em Espanhol)

Diagnostic of brownstock washing using basic filtration parameters. C.F.R. Pacheco; J.L. de Paiva; A.S. Reynol Jr. Revista O Papel (Março): 56 – 64. (2006)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2006_Diagnostic+Brownstock+Washing.pdf (em Inglês)

e

http://lib3.dss.go.th/fulltext/Journal/TAPPI%20Journal/TAPPI%202006/Tappi%202006%20vol.5no.3p.15-20.pdf (Republicado em Tappi Journal 5(3): 15 – 20 - 2006 – em Inglês)

Avaliação da operação de filtros rotativos a vácuo na lavagem de polpa marrom através dos parâmetros de filtração. C.R.F. Pacheco; J.L. de Paiva; A.S. Reynol Jr. Revista O Papel (Abril): 69 – 76. (2005)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2005_Filtros_lavagem_polpa.pdf (em Português)

Recirculação do filtrado alcalino do branqueamento para o estágio de deslignificação com oxigênio de polpa kraft e sua consequência no processo. L.C. Souza. Tese de Doutorado. UFV – Universidade Federal de Viçosa**.** 223 pp. (2005)

https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/06884e4d-b6cf-4c01-a606-658b808b7972/content (em Português)

Lavagem: Operação unitária crítica da linha de fibras. C.A. Santos. GLV/ABTCP. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 33 slides. (2005)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2005_Lavagem+Operazao+Critica.pdf (em Português)

Efeito do ritmo de produção sobre a eficiência de processos modificados de polpação para *Eucalyptus grandis* e *Populus tremuloides.* F.G. Silva Jr. Tese de Livre-Docência. ESALQ/USP – Universidade de São Paulo. 157 pp. (2005).

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/01_Francides%20Gomes_Livre%20Docencia.pdf (em Português)

Removal of non-process elements from hardwood chips prior to kraft cooking. F. Lundqvist; H. Brelid; A. Saltberg; G. Gellerstedt; P. Tomani. 13th International Symposium on Wood, Fibre and Pulping Chemistry. (2005)

https://www.researchgate.net/publication/287622316_Removal_of_non-process_elements_from_hardwood_chips_prior_to_kraft_cooking (em Inglês)

A modern ECF fiberline for the production of bleached *Eucalyptus* pulp. J. Reyes; F. Valdebenito; T.M. Poulin. 2nd ICEP – International *Coloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 09 pp. (2005)

https://www.eucalyptus.com.br/icep02/reyes_valdebenito_poulin.pdf (em Inglês)

Experiencia industrial de la implementación de una etapa de dióxido en alta temperatura para reducir ácidos hexenurónicos en planta Santa Fé de CMPC Celulosa S.A. F. Valdebenito; J. Reyes; J. Escalona. 2nd ICEF International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 12 pp. (2005)

https://www.eucalyptus.com.br/icep02/fernando_valdebenito.pdf (em Espanhol)

Degree of closure of Swedish (Nordic) bleached kraft pulp mills, 1990 and 2000-2005. M. Puukko. Vitória 2006. Conferencia Internacional "Efeitos dos Efluentes de Fábrica". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 12 pp. (2006)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/25_2006_Nordic%20mills%20degree%20closure.pdf (em Inglês)

Lavagem na fabricação de pasta de alto rendimento PAR. A. Mokfienski. Curso "Pastas de Alto Rendimento". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint:76 slides (2006)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/04_Pasta%20de%20Alto%20Rendimento%20-%20Parte%2004.pdf (em Português)

Achieving efficient pulp washing. M. Towers; R. Pelton; G. Todd; T. Nykanen. Pulp & Paper Canada (February). (2006)

https://www.pulpandpapercanada.com/achieving-efficient-pulp-washing-1000201800/ (em Inglês)

Bleaching 101: The basics. W. Bucher. Frontline Focus. Tappi – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. p.: 01 – 03. (2006)

https://www.tappi.org/content/pdf/journal/06julff.pdf (em Inglês)

Fosfonatos en cocción kraft, lavado de pulpa marrón y etapas oxigenadas de *Pinus taeda.* F.E. Felissia; M.C. Area; O.M. Barboza; D. Bengoechea. 4th Ciadicyp – Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel. 08 pp. (2006)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2006_Fosfonados+Ciadicyp+2006.pdf (em Espanhol)

Operational evaluation of rotary drum vacuum filters for brownstock washing using basic filtration parameters. C.R.F. Pacheco; J.L. de Paiva; A.S. Reynol Jr. Tappi Journal 5(3): 15 – 20. (2006)

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/06/MAR/06MAR15.aspx (em Inglês)

Redução do consumo de água na etapa de branqueamento da celulose via reutilização de efluentes industriais. A.A. de Andrade. Dissertação de Mestrado. Unicamp – Universidade Estadual de Campinas. 140 pp. (2006)

https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=475273 (em Português)

Reutilização de água branca no processo de lavagem do branqueamento de celulose. (*Reuse of white water in washing process of pulp bleaching plant*). A.A. de Andrade; J.V.H. d'Angelo. Revista O Papel 67(12): 57 – 72. (2006)

https://newspulpaper.com/reutiliza (em Português e em Inglês)

e

http://www.revistaopapel.org.br/noticia-anexos/1311963689_efece7c657038d83fb0cd1297e87d3f9_1826373663.pdf (em Português e em Inglês)

Controle dos elementos não processáveis (NPEs) na planta de branqueamento. K.D. Oliveira; M. Cardoso; R. Nicolato. 40º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 28 slides. (2007)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/02_2007_Controle%20dos%20NPEs%20em%20planta%20%20branqueamento.pdf (em Português)

Advances in the kraft chemical recovery process. H. Tran; E.K. Vakkilainen. 3rd ICEP – International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 00. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/icep03/200Tran.text.pdf.pdf (em Inglês)

Optimice el uso del agua. M.C. Area. Mari Papel y Corrugado. 06 pp. (2007)

https://www.researchgate.net/publication/235354078_Experts_discuss_how_to_close_liquid_circuits_Optimizing_the_use_of_water (em Espanhol)

Diagnóstico preliminar do consumo de água na indústria de papel e celulose para subsidiar uma proposta de produção mais limpa na Celulose Irani. E. Bittencourt. Trabalho de Conclusão de Curso. UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. 52 pp. (2007)

https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/124411/121.pdf?sequence=1&isAllowed=y (em Português)

Advances in *Eucalyptus* pulp bleaching technology. O. Pikka; J. Vehmaa. 3rd ICEP – International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/icep03/80Pikka.text.pdf (Texto: 14 pp. - em Inglês)

e
https://www.eucalyptus.com.br/icep03/81Pikka.ppt.pdf (Apresentação em PowerPoint: 58 slides – em Inglês)

Water consumption minimization in a bleach plant. K.D. Oliveira; M. Cardoso. 3rd ICEP - International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 11 pp. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/icep03/07_Oliveira_Cardoso.pdf (em Inglês)

Indústria de celulose: Pré-engenharia de uma linha de lavagem de pasta. G.A. Domingos. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro. 130 pp. (2008)

https://ria.ua.pt/bitstream/10773/3073/1/2009000614.pdf (em Português)

Influência da lavagem no branqueamento. O. Mambrim Filho. Mesa Redonda "Comissão de Celulose". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 25 slides. (2008)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2008_Lavagem+Branqueamento.pdf (em Português)

Processo de fabricação de celulose. D.R.C. Flores. Seminário "Semana do Papel". ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 53 slides. (2008)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2008_Processo+Celulose.pdf (em Português)

The first year of operation of the Botnia Fray Bentos pulp mill in Uruguay. S. Saarela; E. Garcia; i. Eulén; V. Fernandez. 41º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 22 pp. (2008)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Botnia-Saarela-First%20year%20operation.pdf (em Inglês)

Modelação da circulação dos NPE's na produção de pastas celulósicas. M.G.F. Martins. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro. 84 pp. (2008)

https://ria.ua.pt/bitstream/10773/3039/1/2009000387.pdf (em Português)

Alternative technique for evaluating yield loss in modern bleach plants. D. Longue Jr.; J.L. Colodette; M.F. Andrade. Revista Cerne 15(04): 398 – 406. (2009)

http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/14099/1/ARTIGO_Alternative%20technique%20for%20evaluating%20yield%20loss%20in%20modern%20bleach%20plants.pdf (em Inglês)

A influência dos ácidos hexenurônicos no rendimento e na branqueabilidade da polpa kraft. G. Ventorim; J.C. Caraschi; J.L. Colodette; J.L. Gomide. Química Nova 32(2): 373-377. (2009)

https://www.scielo.br/pdf/qn/v32n2/v32n2a19.pdf (em Português

Novos equipamentos e conceitos MC™ na linha de fibras para melhoria da eficiência do processo. (*New MC™ equipment and concepts for the fiberline to improve process efficiency*). O. Pikka; K. Peltonen; L. Michal. Revista O Papel (Fevereiro): 37 – 48. (2009)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2009_Novos+Conceitos+Linhas+Fibras.pdf (em Português e em Inglês)

Management of non-process elements in *Eucalyptus* kraft pulp mills. K. Salmenoja; O. Poukka; M. Battegazorre. 42º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 09 pp. (2009)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/14_Management%20of%20nonprocess%20elements%20in%20eucalyptus%20kraft%20mills.pdf (em Inglês)

Influência da condutividade da polpa celulósica sobre a performance de máquinas de papel de imprimir e escrever. P.C. Santos; J.C. Führ; B.J. Chagas; E. Ratnieks; O. Mambrim Filho. 42º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 10 pp. (2009)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2009_Condutividade+Polpas.pdf (em Português)

Suzano Pulp & Paper. Mucuri site. Suzano Papel e Celulose. 4th International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. Apresentação em PowerPoint: 31 slides. (2009)

https://www.eucalyptus.com.br/icep04/11_Suzano.pdf (em Inglês)

Desempeño actual de línea de fibra2 en planta Santa Fé de CMPC Celulosa S.A. F. Valdebenito. 4th International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. Apresentação em PowerPoint: 27 slides. (2009)

https://www.eucalyptus.com.br/icep04/07_Valdebenito.pdf (em Espanhol)

Technical upgradation in pulp washing and bleaching stages to improve the final pulp quality and to reduce the pollution load. K. Saibaba; R.M. Venkateshwar; A. Gnanasekaran; A.S. Hamsagar; A. Singh. IPPTA Journal (India): 21(2): 45 – 49. (2009)

https://ippta.co/wp-content/uploads/2021/01/2009_Issue_2_IPPTA_Articel_01.pdf (em Inglês)

The effect of pulp washing on bleaching efficiency. K. Gabov. Tese de Mestrado. Lappeenranta University of Technology. 102 pp. (2009)

https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/50347/nbnfi-fe201111225850.pdf?sequence=2&isAllowed=y (em Inglês)

Mathematical modeling of a rotary vacuum washer used for pulp washing: A case study of a lab scale washer. V.K. Kukreja; K. Ray. Cellulose Chemistry and Technology 43(1-3): 25 – 36. (2009)

https://cellulosechemtechnol.ro/pdf/CCT1-3-2009/p.25-36.pdf (em Inglês)

Mathematical modeling of pulp washing on rotary drums and their numerical solution for various adsorption isotherms. D. Kumar; V. Kumar; V. Singh. World Journal of Modelling and Simulation 6(3): 214 – 222. (2010)

https://www.researchgate.net/publication/287859867_Mathematical_modeling_of_pulp_washing_on_rotary_drums_and_their_numerical_solution_for_various_adsorption_isotherms (em Inglês)

Benefícios da implementação do controle avançado de processo para a lavagem de polpa marrom. *(Benefits of the advanced process control implementation for brown washing)*. R. Lopes; M. Brown. Revista O Papel 71(02): 41 – 49. (2010)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2010_Process+Control+Washing.pdf (em Português e em Inglês)

Remote health monitoring of critical parts in pulp washing and bleaching rigs. P.M.R. Falcão; A.N. Cruz; J. E.G. Oliveira; H. Oliveira; F.J.A. Cardoso. 6th Ciadicyp – Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel. 08 pp. (2010)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2010_Pulp+Washing_CIADICYPn%C2%BA6.pdf (em Inglês)

The influence of pulping and washing conditions on the properties of *Eucalyptus grandis* unbleached kraft pulps treated with chelants. M.C. Area; M.G.V.S. Carvalho; P.J. Ferreira; F.E. Felissia, O.M. Barboza; D.I. Bengoechea. BioResource Technology 101(06): 1877 – 1884. (2010).

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852409013467?via%3Dihub (em Inglês)

Process simulation for water consumption minimization in pulp mill. K.D. de Oliveira; M. Cardoso; R. Nicolato. Latin American Applied Research 40: 81 – 90. (2010)

https://www.scielo.org.ar/pdf/laar/v40n1/v40n1a13.pdf (em Inglês)

Chemical balances of a modern *Eucalyptus* bleached kraft pulp mill. M.J. Pekkanen. 6th Ciadicyp – Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel. 06 pp. (2010)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2010_CIADICYP_Chemical+Balances.pdf (em Espanhol)

Influência de variáveis do processo de produção industrial na qualidade da polpa kraft de eucalipto. G.L. Maranesi. Dissertação de Mestrado. UFV - Universidade Federal de Viçosa. 87 pp. (2010)

https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/5901/1/texto%20completo.pdf (em Português)

Sistema de informação para otimização de insumos e perda alcalina na lavagem de celulose marrom aplicado numa fábrica de papéis. M.P. Silva; L.C. Bastos. XVII Simpósio de Engenharia de Produção. 15 pp. (2010)

https://www.researchgate.net/publication/275771481_SISTEMA_DE_INFORMACAO_PARA_OTIMIZACAO_DE_INSUMOS_E_PERDA_ALCALINA_NA_LAVAGEM_DE_CELULOSE_MARROM_APLICADO_NUMA_FABRICA_DE_PAPEIS (em Português)

Displacement washing of kraft pulp cooked from a blend of hardwoods.. F. Potucek; J. Miklik. Chemical Papers 64(2): 147 – 153. (2010)

https://www.researchgate.net/publication/225630420_Displacement_washing_of_kraft_pulp_cooked_from_a_blend_of_hardwoods (em Inglês)

Optimização do processo de lavagem de pasta branqueada de eucalipto. C.I.C. Araújo. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro. 107 pp. (2010)

https://ria.ua.pt/bitstream/10773/3157/1/2010001398.pdf (em Português)

Minimização de efluentes em uma fábrica de polpa kraft Lo-Solids branqueada de eucalipto. L.J. Moreira. Dissertação de Mestrado Profissional. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 23 pp. (2010)

https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/857bccb2-ba91-423c-97b3-050050ee9d4e/content (em Português)

Displacement washing of a kraft pulp cooked from beech wood. F. Potucek; J. Miklik. Acta Facultatis Xylologiae Zvolen 53(01): 49 – 58. (2011)

https://df.tuzvo.sk/sites/default/files/06-1-11-potucek_miklik_0.pdf (em Inglês)

Assessment and enhancement of the performance of the pulp washing operation in kraft mills. H.G. Villarreal. Dissertação de Mestrado. École Polytechnique de Montréal. 152 pp. (2011)

https://publications.polymtl.ca/611/1/2011_HildaGarzaVillarreal.pdf (em Inglês)

The effect of washing efficiency on bleachability of eucalypt kraft pulps. T.M. Resende; J.L. Colodette; M.A.B. Azevedo; R.M. Gomes; A.G. Lino. . 5th International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 10 pp. (2011)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/56_Washing_Efficiency.pdf (em Inglês)

Cooking additive - Agents to improve the impregnation. J.-M. Laurito. 5th International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 14 pp. (2011)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/30_Cooking_Additive_Impregnation.pdf (em Inglês)

Brown stock washing efficiency: Past, present and future. O. Dahl. Aalto University. Apresentação em PowerPoint: 16 slides. (2011)

https://www.vaisala.com/sites/default/files/documents/Olli-Dahl_Brown-Stock-Washing-Efficiency---Past%2C-Today-and-Future.pdf (em Inglês)

The *Eucalyptus* kraft pulp fiberline of the future. M.A. Andrade; O. Pikka. 5th International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 15 pp. (2011)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/36_Future_fiberlines.pdf (em Inglês)

Optimization of wash water usage in brown stock washing, R. Kopra; K. Koivula; O. Dahl. Tappi Journal 14(2): 83 – 91. (2011)

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/11/SEP/11SEP27.aspx (em Inglês)

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.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/01_2011_Sources%20of%20NPE%20in%20eucalyptus%20pulp%20mill.pdf (em Inglês)

Effluent minimization in a Lo-solids® bleached *Eucalyptus* kraft pulp mill. L.J. Moreira; A.H. Mounteer: J.L. Colodette: C.M. Silva. 5th International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 08 pp. (2011)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/35_Minimizing_effluents.pdf (em Inglês)

Tecnologias e processos de produção industrial de celulose. BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 28 slides. (2011)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2011_Processo+Fabricar+Celulose+Bracelpa.pdf (em Português)

Brownstock washing fundamentals: Enhancing drainage through chemistry. L.A. Lobo; T.S. Bolton. 5th ICEP - International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 09 pp. (2011)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/42_Brown_stock_washing.pdf (em Inglês)

***Eucalyptus* chip compaction disturbance analysis in a vapor phase continuous digester.** F.M. Correia; J.L. Colodette; A.J. Regazzi; J.L. Gomide. 5th ICEP – International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. (2011)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/31_Chip_Compaction_Disturbances.pdf (Texto: 07 pp. - em Inglês)

e

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/03_Eucalyptus%20Chip%20Compaction.pdf (Arquivo em PowerPoint: 91 slides – em Inglês)

Implementación y modelamiento predictivo de cocción downflow Lo-Solid en digestor continuo. D.M. Aracena Saavedra. Dissertação de Mestrado Profissional. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 78 pp. (2011)

https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/b2205292-bc26-497f-857c-30bef505d5ae/content (em Espanhol)

Efficiency of brown stock pulp washing in liquid properties. J. Kumar; V. Kukreja. International Journal of Engineering Science and Technology 03(11): 8004 – 8011. (2011)

https://www.researchgate.net/publication/267404280_Efficiency_of_Brown_Stock_Pulp_washing_in_Liquid_Properties/fulltext/54509c7a0cf201441e936b0a/Efficiency-of-Brown-Stock-Pulp-washing-in-Liquid-Properties.pdf?origin= (em Inglês)

Brown stock washing optimization and research studies field results. R. Kopra. Mikkeli University of Applied Sciences. Apresentação em PowerPoint: 42 pp. (2011)

https://www.vaisala.com/sites/default/files/documents/Riku-Kopra_Brown-Stock-Washing-Optimatization-and-Research-Studies---Field-Resutls.pdf.pdf (em Inglês)

Influência da lavagem intermediária na deslignificação com oxigênio em polpa kraft. I. Venson; G.S. Cardoso; A.S. Andrade; S. Nisgoski. 45º Congresso Anual Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 07 pp. (2012)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2012_CIADICYP_Efeito+Lavagem.pdf (em Português)

Avaliação de sistemas de lavagem de polpa marrom utilizando simulador de balanço de massa. D.C. Polowski. TCC – Monografia de Conclusão de Curso de Pós-Graduação. Universidade Presbiteriana McKenzie. 89 pp. (2012)

https://dspace.mackenzie.br/bitstream/handle/10899/147/DANIELLE%20CRISTINNE%20POLOWSKI1.pdf;jsessionid=DCE6FC93A34BFD60B8CD9C8194B11B34?sequence=1 (em Português)

Rotary brown stock pulp washers through mathematical models. A review. V.K. Kukreja; J. Kumar. Mathematical Theory and Modeling 2(3): 43 – 51. (2012)

https://core.ac.uk/download/pdf/234678949.pdf (em Inglês)

e

https://issuu.com/alexanderdecker/docs/rotary-brown-stock-pulp-washers-through-mathematic/1 (em Inglês)

Influência da performance da lavagem marrom no consumo de químicos do branqueamento. Estudo de caso. C.R.S. Ferreira; J. Sarcinelli; A.E.S. Bosquê Jr.; M. Nasman; R.M. Aguiar; M.A.A. Silva; G.A. Molino; A. Ruschel.

45º Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2012)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2012_Lavagem+Marrom+Consumo+Branqueamento_Texto.pdf (Texto: 11 pp. – em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2012_Lavagem+Marrom+Consumo+Branqueamento_Apresentazao.pdf (Apresentação em PowerPoint: 23 slides – em Português)

Improving brown-stock washing by on-line measurements: Mill investigations. R. Kopra; E. Kari; M. Harinen; T. Tirri; O. Dahl. Revista O Papel 73(01): 07 pp. (2012)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2012_Washing+Measurements.pdf (em Inglês)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2010_Improving+Washing+Control.pdf (Apresentação em PowerPoint: 22 slides – 41º Congresso ABTCP em 2010 - em Inglês)

O estado da arte do branqueamento de polpa celulósica de eucalipto. F.J.B. Gomes; J.L. Colodette; A.H. Mounteer; L.A.R. Batalha. 7th Ciadicyp – Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel. 13 pp. (2012)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2012_Estado+da+Arte+Branqueamento.pdf (em Português)

Modeling of kraft mill chemical balance. D.M. Saturnino. Tese de Doutorado. University of Toronto. 164 pp. (2012)

https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/32881/1/Saturnino_Daniel_M_201206_PhD_thesis.pdf (em Inglês)

O efeito da redução de água na lavagem da polpa kraft no branqueamento ECF. T.C. Frigieri. Dissertação de Mestrado. UNESP – Universidade Estadual Paulista. 80 pp. (2012)

https://repositorio.unesp.br/bitstreams/7ebfe5b7-627b-4ab5-88d9-d638b7e5ec4c/download (em Português)

Efeito do DQO da polpa marrom na eficiência dos processos de deslignificação com oxigênio. A.E.S. Bosquê Júnior; A. Bassa; J.L. Colodette. 46º Congresso Anual Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 07 pp. (2013)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2013_Efeito+DQO_filtrado.pdf (em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2013_Carry-Over_DQO_O2+Delig.pdf (em Português)

Métodos indiretos para avaliar a perda de rendimento do branqueamento de polpa kraft. R.M. Gomes. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 42 pp. (2012)

https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/3109/1/texto%20completo.pdf (em Português)

Additional revenues opportunities in pulp mills and their impacts on the kraft process. M. Hamaguchi. Tese de Doutorado. Lappeenranta University of Technology. 137 pp. (2013)

https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/94056/isbn9789522655417.pdf?sequence=2&isAllowed=y (em Inglês)

Influência da DQO do condensado da evaporação na branqueabilidade da celulose. D.G. dos Santos. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 79 pp. (2013)

https://locus.ufv.br/bitstreams/6311817d-943a-4f44-8e4e-33a6eeb868f8/download (em Português)

Experiences in kraft ECF pulp bleaching: The development and use of techno economic models to optimize cost, performance, and justify capital expenditures – An analysis and review of the literature. P.W. Hart; R.B. Santos. Tappi Journal 12(10): 19- 29. (2013)

https://www.researchgate.net/publication/271919661_Experiences_in_Kraft_ECF_Pulp_Bleaching_The_Development_and_Use_of_Techno_Economic_Models_to_Optimize_Cost_Performance_and_Justify_Capital_Expenditures_-_An_Analysis_and_Review_of_the_Literature (em Inglês)

A eficiência da lavagem de polpa marrom. G.A. Molino. 46º Congresso Anual Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 12 pp. (2013)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2013_Eficiencia+Lavagem+Polpa+Marrom.pdf (em Português)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2014_Lavagem+Polpa+Marrom.pdf (Republicado Revista O Papel 75(9): 50 – 57 – 2014 - em Português)

Impacto da lavagem da polpa marrom no branqueamento, na evaporação e no meio ambiente. A.F. Mendes. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 66 pp. (2013)

https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/074f004b-0117-477d-b4bf-871219ad3bc8/content (em Português)

O estado da arte do branqueamento de polpa celulósica com oxigênio. J.L. Colodette; D.C. Martino. Publicado originalmente em 2013 na Revista Referência. Celulose e Papel 6(14): 32 – 46. Autorizado para publicação no website do Professor Celso Foelkel. 12 pp. (2013)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Estado_da_Arte_Branqueamento_Oxigenio.pdf (em Português)

Evaluation of bleachability on pine and *Eucalyptus* kraft pulps. M.F. Andrade; J.L. Colodette; F.N. Oliveira. Revista Cerne 19(3): 433 – 439. (2013)

https://www.scielo.br/j/cerne/a/v3kmvC6xSMGNyVjwdMvwScc/ (em Inglês)

Brownstock washing fundamentals: Enhancing drainage through chemistry. Part 1. L.A. Lobo; T.S. Bolton. Tappi Journal 12(2): 69 - 78. (2013)

https://imisrise.tappi.org//download.aspx?key=13FEB69 (em Inglês)

Brownstock washing fundamentals: Enhancing drainage through chemistry. Part 2. T.S. Bolton; L.A. Lobo; D. Nicholson; A.W. McClary. Tappi Journal 13(3): 55 – 62. (2014)

https://imisrise.tappi.org//download.aspx?key=14MAR55 (em Inglês)

Brownstock washing: A review of the literature. R.B. Santos; P.W. Hart. Tappi Journal 13(1): 09 - 19. (2014)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2014_Brown_stock_washing_review.pdf (em Inglês)

Importância da manutenção de sistemas de lavagem na qualidade da polpa celulósica. J.Z. de Aquino. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 52 pp. (2014)

https://locus.ufv.br/bitstreams/e3bbddf1-0e00-4792-b929-bb72e5f1b855/download (em Português)

Improving the efficiency of a brown stock washing line. K. Koivula. Tese de Mestrado. Aalto University. 91 pp. (2014)

https://aaltodoc.aalto.fi/server/api/core/bitstreams/b3776b44-1f13-439e-a818-18906998a95b/content (em Inglês)

Conservação de água no processo de produção de polpa celulósica branqueada. L.A. Batista. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 68 pp. (2014)

https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/ceee38f3-0530-49d7-9b17-d2ca1a19cd65/content (em Português)

Gerenciamento de recurso hídrico na indústria de celulose. Estudo de caso da Fibria. U. Cinque. 48th Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 32 slides. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2015_Agua+Umberto_Cinque.pdf (em Português)

Influência da lavagem intermediária na deslignificação com oxigênio em polpa kraft. I. Venson; A.S. Andrade; U. Klock; G.I.B. Muniz; S. Nisgoski; G.S. Cardoso. Revista Ciência Florestal 25(4): 991 - 999. (2015)

https://www.scielo.br/j/cflo/a/BmrHvnQXvKMb5P8R3JnQpLr/?format=pdf&lang=pt (em Português)

A eficiência do uso da água nas indústrias de papel e celulose. T. Santi. Revista O Papel (Novembro): 94 - 96. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2015_Sessao+Agua.pdf (em Português)

Brown stock washing upper level control utilization at hardwood fiberline. S. Mertanen. Tese de Mestrado. Lappeenranta University of Technology. 84 pp. (2016)

https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/127278/Simo%20Mertanen_julkaistava.pdf?sequence=2&isAllowed=y (em Inglês)

New developments in pulping technology. M.A. Andrade; O. Pikka. 7th ICEP - International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/11.1.Olavi+Pikka.SLIDES.pdf (Apresentação em PowerPoint: 61 slides - em Inglês)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/11.1.Olavi+Pikka.MANUSCRIPT.pdf (Texto: 13 pp. – em Inglês)

Optimizing process chemistry and specialty chemical solutions to maximize dissolving pulp production. K.R. Kent; M.A.S. Colepicolo, 7th ICEP - International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 08 pp. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/35_Kraig+Kent.pdf (em Inglês)

Impact of pulp mill operations on papermaking. *Carryovers*: *Black liquor, defoamers, dirt, shives – and strategies to minimize.* R.B. Santos; G. Mudaly. 2015 Tappi Centennial Celebration. Tappi – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Apresentação em PowerPoint: 18 slides. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2015_Impact_pulp_mill_operations.pdf (em Inglês)

Chemical and energy savings by efficient brownstock washing – Mill experiences. C.A. Santos; A. Lamonato; H. Hamalainen; R.S. Dorronsoro. 7th International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 05 pp. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/9.3.Carlos+Santos.SLIDES.pdf (Apresentação de slides – 45 slides)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/9.3.Carlos+Santos.MANUSCRIPT.pdf (Texto Manuscrito – 10 páginas)

New brownstock wash aids for improved washing and foam control. T.S. Bolton; J. Nicholson: M.A. Evans: L.A. Lobo. 7th ICEP - International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 07 pp. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/9.4.Daniel+Nicholson.MANUSCRIPT.pdf (em Inglês)

Optimization of a brownstock washing line. R. Kopra; K. Koivula; O. Dahl. Tappi Journal 14(02): 83 – 91. (2015)

https://imisrise.tappi.org//download.aspx?key=15FEB83 (em Inglês)

Mathematical model of pulp washing using mathematica. J. Kumar; V.K. Kukreja. Mathec Web of Conferences 57. 05 pp. (2016)

https://www.matec-conferences.org/articles/matecconf/pdf/2016/20/matecconf_icaet2016_05008.pdf (em Inglês)

Effect of brown stock washing on sub-processes and fiber line economy. R. Kopra; O. Dahl. 49º Congresso Anual Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel.09 pp. (2016)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2016_Efeitos+Lavagem_Fiberlines.pdf (Texto: 09 pp. - em Inglês)

e

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2016_Efeitos+Lavagem_Fiberlines_PPT.pdf (Apresentação em PowerPoint: 17 slides - em Inglês)

Redução de custos na aplicação de insumos do branqueamento, através da otimização da lavagem e deslignificação. E. Silva. 2º Encontro "Operadores de Linhas de Fibras". Apresentação em PowerPoint: 18 slides. (2016)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2016_Otimizando+Lavagem_O2+Delig.pdf (em Português)

Impact of dissolved lignin on oxygen delignification and chlorine dioxide stages. C. Wilke; N. Andersson; R. van Fleet; A. Mathur; U. Germgärd. Tappi Journal 15(3): 167 – 174. (2016)

https://imisrise.tappi.org//download.aspx?key=16MAR167 (em Inglês)

The effect of water reduction in kraft pulp washing in ECF bleaching. T.C. Frigieri; G. Ventorim; J.S.C. Fávaro. Revista Árvore 40(06): 1091 – 1098. (2016)

https://www.scielo.br/j/rarv/a/7QkDs5dM9YPmVF6pLSR5xdP/?format=pdf&lang=en (em Inglês)

Improved silicone technology for pulp washing in South America. L. Bava; S. Rosencrane. 8th International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. Apresentação em PowerPoint: 33 slides. (2016)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/3.7.Bleaching_Washing.pdf (em Inglês)

Material balance calculation for a stock washing line and comparison of the recovery chemical components states. Y. Mori. J-Stage – 59th Japan Joint Automatic Control Conference 16-14 (59): 417 – 422. (2016)

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jacc/59/0/59_417/_pdf/-char/en (em Japonês)

FUDIPO Project: Future Directions of Production Planning and Optimized Energy and Process Industries. E. Dahlquist. European Energy Innovation. (2016)

https://www.aspire2050.eu/sites/default/files/outputs/folleto-fudipo-imp.pdf (em Inglês)

e

http://fudipo.eu/wp-content/uploads/2021/02/Pulp-and-Paper-Billerudkorsnas.pdf (em Inglês)

Wastewater treatment and reclamation: A review of pulp and paper industry practices and opportunities. M.A. Hubbe; J.R. Metts; D. Hermosilla; M. Angeles-Blanco; L. Yerushalmi; F. Haghighat; P. Lindholm-Letho; Z. Khodoparast; M. Kamali; A. Elliott. BioResources 11(3): 7953 – 8091. (2016)

https://www.researchgate.net/publication/305399163_Wastewater_Treatment_and_Reclamation_A_Review_of_Pulp_and_Paper_Industry_Practices_and_Opportunities (em Inglês)

Improvement in washing efficiency of brown stock washer with suitable chemical. S. Tripathi; O.P. Mishra; N.K. Bhardwaj; R. Varadham. India Paper 19(4): 12 – 20. (2016)

https://www.researchgate.net/publication/308198585_IMPROVEMENT_IN_WASHING_EFFICIENCY_OF_BROWN_STOCK_WASHER_WITH_SUITABLE_CHEMICAL (em Inglês)

Gerenciamento de recursos hídricos na indústria de celulose. U. Cinque. 50th Congresso Internacional. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 17 slides. (2017)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2017_Agua+Umberto_Cinque.pdf (em Português)

Improving organic washing in the pulp washing process. K.R. Kent; M.A.S. Colepicolo. 2016 Tappi Pulping, Engineering, Environmental, Recycling, Sustainability (PEERS) Conference. Apresentação em PowerPoint: 16 slides. (2016)

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/16/PEE/16PEE113.aspx (em Inglês)

Determining wash loss levels in the brownstock pulp washing line using different methods. R. Kopra; O. Dahl. Tappi Journal 16(05): 253 – 259. (2017)

https://imisrise.tappi.org/TAPPI/Products/TJ/17MAY253.aspx?WebsiteKey=1773b35d-a94b-419b-9fd5-7f24dc9bc850 (em Inglês)

Polymeric pulp mill processing aids for enhancing pulp washing applications in specialty paper markets. L. Bava; C. Kirwan; R. Hamm. 8th International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. 05 pp. (2017)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/9.2.Luciana+Bava.MANUSCRIPT.pdf (em Inglês)

Understanding conductivity and soda loss, M.T. Brown; P.W. Hart. Tappi Journal 16(2): 65 – 76. (2017)

https://imisrise.tappi.org//download.aspx?key=17FEB65 (em Inglês)

Decreased water usage in a *Eucalyptus* ECF bleaching sequence – Full mill simulation. P. Jour; K. Gutke: K. Lindgren. 8th International *Colloquium* on *Eucalyptus* Pulp. Apresentação em PowerPoint: 21 slides. (2017)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/4.2.Environmental_Reduced_water_in_bleaching.pdf (em Inglês)

Influência das condições de cozimento na branqueabilidade da polpa marrom. Uma nova abordagem. L.A. Batista; A. Leavitt; M. Manfredi; E.H.A. Melo Filho. 50º Congresso Internacional de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. (2017)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2017_Condizoes+Cozimento+Branqueabilidade.pdf (Texto: 10 pp - em Português)
e
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2017_Condizoes+Cozimento+Bleaching.pdf (Apresentação em PowerPoint: 10 slides – em Português)
e
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2018_Influencia+Cozimento+Branqueabilidade.pdf (Republicado na Revista O Papel, Abril, 2018 – 04 pp. – em Português)

Influence of residual black liquor in pulp on wastewater pollution after bleaching process. T. Chen; Y. Li; L. Lei; M. Hong; Q. Sun; Y. Hou. (2017). BioResources. 12(1): 2031 – 2039. (2017).
https://bioresources.cnr.ncsu.edu/wp-content/uploads/2017/08/BioRes_12_1_2031_Chen_LHSH_Influence_Residual_Black-Liq_Wastewater_Bleaching_10980.pdf (em Inglês)

The use of secondary condensates from evaporation plant in pulp bleaching. Y. Wang. Tese de Mestrado. Aalto University. 58 pp. (2017)

https://core.ac.uk/download/92854805.pdf (em Inglês)

Avaliação de sistemas de lavagem na linha de branqueamento da pasta kraft. I.S.F. Mendes. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro. 82 pp. (2017)

https://ria.ua.pt/bitstream/10773/22608/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O.pdf (em Português)

e

https://core.ac.uk/download/154355745.pdf (em Português)

Using multistage models to evaluate how pulp washing after the first extraction stage impacts elements. B.N. Brogdon; L.A. Lucia. Tappi Journal 17(11): 621 – 630. (2018)

https://imisrise.tappi.org//download.aspx?key=18NOV621 (em Inglês)

Bleach plant optimization utilizing novel measurement technologies complemented with advanced process control. A. Mathur; N. Andersson; D.B. Smith; R. Onofre; G. Morgan. Revista O Papel 79(2): 65 – 72. (2018)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2018_Bleach+Plant+Optimization.pdf (em Inglês)

Bed efficiency for displacement washing of kraft softwood and hardwood pulps. F. Potucek; M. Rahman. Cellulose Chemistry and Technology 52(5-6): 393 – 401. (2018)

https://www.researchgate.net/publication/328019559_BED_EFFICIENCY_FOR_DISPLACEMENT_WASHING_OF_KRAFT_SOFTWOOD_AND_HARDWOOD_PULPS (em Inglês)

Efeitos da recirculação de efluentes tratados no branqueamento de polpa celulósica kraft. E.N. Santos. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 60 pp. (2018)

https://locus.ufv.br/bitstreams/0ea7007a-293a-4846-9d82-166ce782d945/download (em Português)

Uso de efluentes tratados no branqueamento de polpa celulósica kraft. E.N. Santos; C.M. Silva; J.L. Colodette; S.B.Z. Almeida; B.L.P. Silveira. 51º Congresso Internacional de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 10 pp. (2018)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2018_Uso+Efluentes+Branqueamento.pdf (em Português)

The impact of dissolved matter on fiberline process. C. Wilke. Tese de Doutorado. Karlstad University. 118 pp. (2018)

https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1229678/FULLTEXT02.pdf (em Inglês)

Tratamento e recirculação de filtrado ácido do branqueamento para lavagem da polpa deslignificada com oxigênio. S.B.Z. Almeida. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 60 pp. (2018)

https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/0cfe2b04-1fe3-43cb-a4b1-f441d119fe9d/content (em Português)

The effect of the countercurrent washing process for KP brown pulp stock line. Y. Mori. 24th Japan Tappi Pulping Conference. 13 pp. (2018)

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jtappij/73/7/73_73.659/_pdf (em Inglês)

Displacement washing of sulphite and kraft pulps. F. Potucek; M. Rahman. Acta Facultatis Xylologiae Zvolen 60(02): 83 - 92. (2018)

https://df.tuzvo.sk/sites/default/files/08-02-18_1.pdf (em Inglês)

Displacement washing of kraft pulp at various wash water temperature. F. Potucek; M. Rahman. Acta Facultatis Xylologiae Zvolen 61(02): 51 - 61. (2019)

https://df.tuzvo.sk/sites/default/files/05-02-19_3.pdf (em Inglês)

Impact of dissolved organic matter in D0- and AD0-stages in bleaching of birch kraft pulp. C. Wilke; N. Andersson; U. Germgård. Nordic Pulp & Paper Research Journal. 09 pp. (2019)

https://www.researchgate.net/publication/336886337_Impact_of_dissolved_organic_matter_in_D0-_and_AD0-stages_in_bleaching_of_birch_kraft_pulp (em Inglês)

Revisão e atualização da tecnologia Compact Cooking. 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)

Number of ideal stages as an efficient parameter for displacement washing of pulp. F. Potucek. Cellulose Chemistry and Technology 53(3-4): 333 – 340. (2019)

https://www.cellulosechemtechnol.ro/pdf/CCT3-4(2019)/p.333-340.pdf (em Inglês)

Brownstock washing cost optimization. J. Cantrell. 2019 Tappi Pulping, Engineering, Environmental, Recycling, Sustainability (PEERS) Conference. Texto: 21 pp. - Apresentação em PowerPoint: 33 slides. (2019)

https://www.tappi.org/content/Events/19PEERS/19PEE20.pdf (em Inglês)

Implementação e validação do método de determinação do carbono orgânico total em matrizes líquidas da indústria de pasta e papel. M.M.A. Sacramento. Relatório de Mestrado. Universidade de Aveiro. 205 pp. (2019)

https://ria.ua.pt/bitstream/10773/28212/1/Documento.pdf (em Português)

How to use total dissolved solids measurements to evaluate the performance of diffuser washers: A mill study. R. Kopra; A. Pesonen; J. Kayhko; O. Dahl. Tappi Journal 19(4): 187 – 194. (2020)

https://imisrise.tappi.org//download.aspx?key=20APR187 (em Inglês)

Recirculation of treated effluent in the bleaching of kraft pulp. E.N. Santos; C.M. Silva; J.L. Colodette; S.B.Z. de Almeida; A.J.V. Zanúncio; T.O. de Souza; K.S. Menezes; B.L.P. da Silveira; Y.B.L. Paucar. *BioResources* 15(4): 8944 – 8964. (2020)

https://bioresources.cnr.ncsu.edu/wp-content/uploads/2020/10/BioRes_15_4_8944_Santos_SCAZSMSP_Recirculation_Treated_Effluent_Bleaching_Kraft_Pulp_17896.pdf (em Inglês)

Detailed modeling of kraft pulping chemistry. Delignification. O. Fearon; S. Kuitunen; K. Ruuttunen; V. Alopaeus; T. Vuorinen. Industrial & Engineering Chemistry Research 59: 12977 – 12985. (2020)

https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/acs.iecr.0c02110?ref=article_openPDF (em Inglês)

Displacement washing of kraft pulp with various consistency. F. Potucek; M. Rahman; J. Miklik. Cellulose Chemistry and Technology 54(9-10): 943 – 952. (2020)

https://www.cellulosechemtechnol.ro/pdf/CCT9-10(2020)/p.943-952.pdf (em Inglês)

Viabilidade técnica e econômica com a implantação de revestimento de borracha em prensas metálicas com superfície lisa em máquinas desaguadoras de celulose. A.B. Gomes Júnior; B.T. Rocha; C.H.B. Pereira; J.L. de Lima. Trabalho de Conclusão de Curso. FAACZ - Faculdades Integradas de Aracruz. 56 pp. (2020)

http://www.faacz.com.br/repositorio_de_tccs/2020/2020%20-%20CEM%20-%20Junior-Rocha-Pereira-Lima.pdf (em Português)

Addressing production bottlenecks and brownstock washer optimization via a membrane concentration system. D.F. Rivera; M. Kleiman-Lynch; B.D. Keller; S.H. Frayne. Tappi Journal 20(7): 467 – 478. (2021)

https://imisrise.tappi.org//download.aspx?key=21JUL467 (em Inglês)

Post-O2 *Eucalyptus* pulp in A/D(EP)DP bleaching sequence washed with recirculation of the alkaline filtrate. L.C. Souza; A.J.V. Zanúncio; J.L. Colodette; A.G. Carvalho; V.R. Castro. Journal of Tropical Forest Science 33(1): 88 – 94. (2021)

https://www.researchgate.net/publication/348882285_POST-O2_EUCALYPTUS_PULP_IN_ADEPDP_BLEACHING_SEQUENCE_WASHED_WITH_RECIRCULATION_OF_THE_ALKALINE_FILTRATE (em Inglês)

Displacement washing of softwood pulp cooked to various levels of residual lignin content. M. Rahman; F. Potucek. Tappi Journal 20(09): 553 - 563 (2021)

https://imisrise.tappi.org//download.aspx?key=21SEP553 (em Inglês)

DD-Washer performance optimization using the latest measurement technology. R. Kopra; S. Karjalainen; P. Tervola. 2022 Tappi Pulping, Engineering, Environmental, Recycling, Sustainability (PEERS) Conference. 09 pp. (2022)

https://www.tappi.org/content/events/22PEERS_IBBC/7.1_Kopra.M.pdf (em Inglês)

Common pulp washing fundamentals. How and why do we wash pulp? Valmet. (2022)

https://www.valmet.com/insights/articles/up-and-running/performance/QuickFactsPulpWashing/ (em Inglês)

The influence of process parameters on brown stock pulp washing at Natron-Hayat Maglaj. A. Camic; S. Botonjic. JST&M 3: 31 – 39. (2022)

https://jstm.unze.ba/article/20/pdf (em Inglês)

Dynamic modelling of process chemistry in kraft pulp mills. A.M. Rogerson. Dissertação de Mestrado. University of Toronto. 137 pp. (2022)

https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/124895/2/Rogerson_Adam_Mitchell_202211_MAS_thesis.pdf (em Inglês)

Multidisciplinary use of LCA and empirical data to improve the environmental sustainability and industrial viability of kraft pulp mill. F.N. Kalu. Tese de Doutorado. Heriot-Watt University. 228 pp. (2022)

https://www.ros.hw.ac.uk/bitstream/handle/10399/4682/KaluFN_0922_epsSS.pdf;jsessionid=9E25D15A6C19B65937CE3F24254DE9A1?sequence=1 (em Inglês)

Otimização operacional em linha de descarga do digestor e filtros lavadores de polpa em uma indústria de celulose. Estudo de caso. B.S. Elbacha. W.A. Cunha; R.C. Barbosa. DSpace Doctum. 26 pp. (2022)

https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/3869/1/Artigo_Brenda_Wesley.docx (em Português)

Review of bleaching in pulp washing. H. Kummar. Ijariie 8(06): 2805 – 2812. (2022)

https://ijariie.com/AdminUploadPdf/REVIEW_OF_BLEACHING_IN_PULP_WASHING_ijariie24049.pdf?srsltid=AfmBOormax9zbpGlVXQ4gnJxUqHx7-rUrK9ayloMFgGK4awOEYqCUYPl (em Inglês)

Brownstock washing: Principles and practices. P.W. Hart. 2022 Tappi Kraft Recovery Boiler Course. Tappi – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Apresentação em PowerPoint: 39 slides. (2022)

https://www.tappi.org/content/presentations/3-1%20Brownstock%20Washing%20Principles%20and%20Practices.pdf (em Inglês)

Kraft pulping technology. J. Kahelin; K. Ruuttunen. CHEM-E1150 Biomass Pretreatment and Fractionation – in Class. Aalto University. Apresentação em PowerPoint: 49 slides. (2023)

https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/1893737/mod_page/intro/CHEM-E1150_Lecture10_Kraft_Technology_2223.pdf (em Inglês)

Pulp washing. K. Ruuttunen. CHEM-E1150 Biomass Pretreatment and Fractionation – in Class. Aalto University. Apresentação em PowerPoint: 28 slides. (2023)

https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/1893743/mod_page/intro/CHEM-E1150_Lecture14_Pulp_WashingQuestions_2223.pdf (em Inglês)

Advanced inline TDS measurement technology for brown stock washing optimization with advanced process control importance of brown stock washing and digester dissolved solids optimization for pulp mill. K. Pyörälä; R. van Fleet. Tappi Webinar. Apresentação em PowerPoint: 52 slides. (2023)

https://www.tappi.org/globalassets/vaisala-sponsored-webinar-apr042023_presentation-slides_upd.pdf (em Inglês)

Sustainability of kraft pulp mills: Bleaching technologies and sequences with reduced water use. A.M. Sousa; I.S.S. Pinto; L. Machado; L. Gando-Ferreira; M.J. Quina. Journal of Industrial and Engineering Chemistry 125: 58 – 70. (2023)

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1226086X23003234/pdfft?md5=d8cddbfcf08995731fcabff241a3cfae&pid=1-s2.0-S1226086X23003234-main.pdf (em Inglês)

A novel method for assessing industrial washing efficiency. L. Bonander. Projeto Acadêmico. KTH Royal Institute of Technology. 38 pp. (2024)

https://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1869672/FULLTEXT01.pdf (em Inglês)

Study of lignin redeposition onto pulp fibres during brown stock washing operations. M.S. Suarez. Dissertação Acadêmica. KTH – Royal Institute of Technology. 41 pp. (2024)

https://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1879691/FULLTEXT01.pdf (em Inglês)

Defoamers. AMS – Applied Material Solutions. Acesso em 12.09.2024:

https://www.appliedmaterialsolutions.com/what-you-need-to-know-about-brown-stock-washing-defoamers/ (em Inglês)

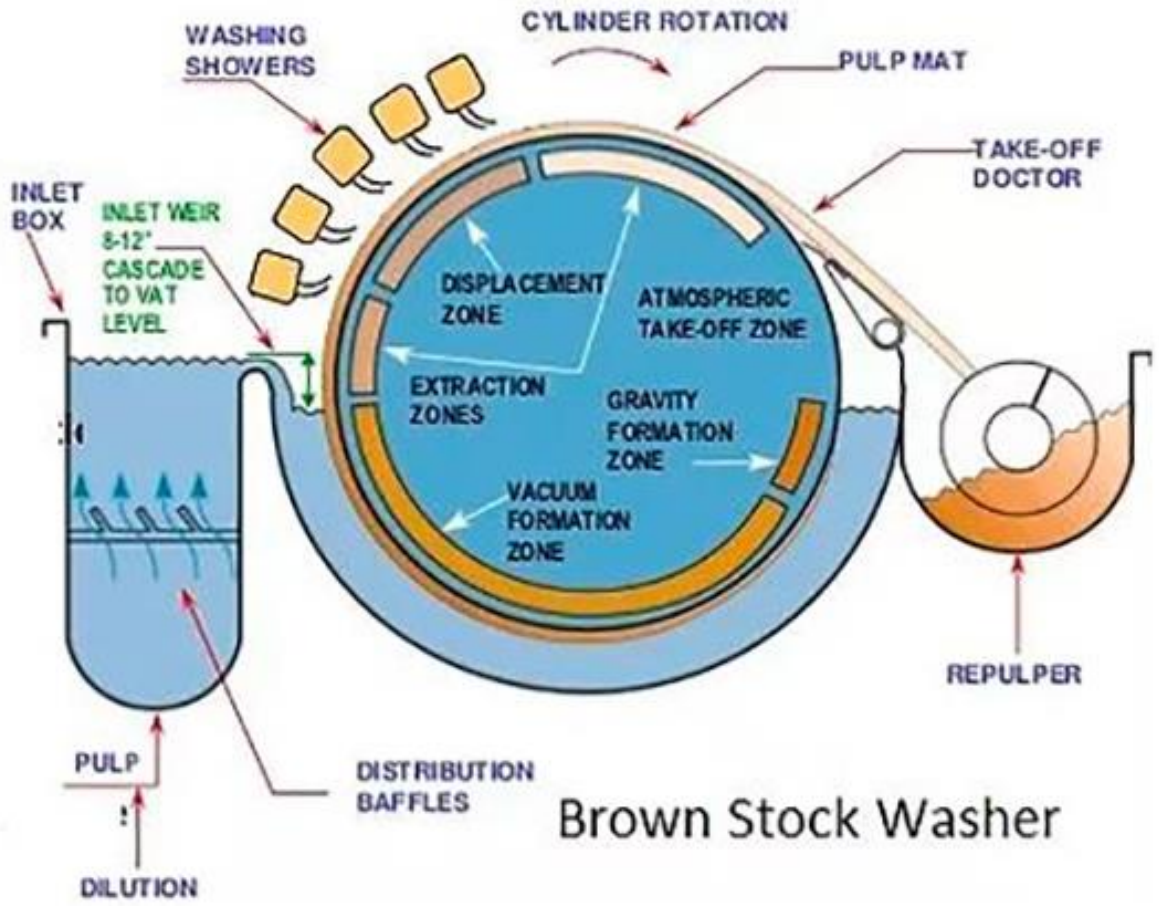
Fundamentos do filtro a vácuo de tambor rotativo. Micronics. Acesso em 12.09.2024:

https://www.micronicsinc.com/pt-br/filtration-news/rotary-vacuum-drum-filter-basics/ (em Português)

IMPCO Compaction baffle filter. GL&V. 02 pp. Acesso em 12.09.2024:

https://www.kawanoe.co.jp/kawanoe/wp-content/themes/cstm/pdf/cbfilter.pdf (em Inglês)

Prensas lavadoras



Origem da Imagem:

https://www.pulpandpaper-technology.com/products/agro-pulping-machinery/brown-stock-washing

Imagens: Revista Nosso Papel da ABTCP

09. UM ENORME MUITO OBRIGADO a todos os leitores e apoiadores

A todos os amigos e colegas de trabalho, com os quais desbravamos rotas e encontramos vitórias e algumas decepções, como costumam também acontecer, só posso concluir e afirmar para vocês todos, que esses meus anos estudando e pesquisando sobre tecnologias de polpação, lavagens das polpas, branqueamento e pré-branqueamento com oxigênio em muito foram abrilhantados pelas integrações tecnológicas entre todos nós: professores, alunos, pesquisadores e técnicos das inúmeras fábricas, associações, fornecedores e universidades onde pude atuar.

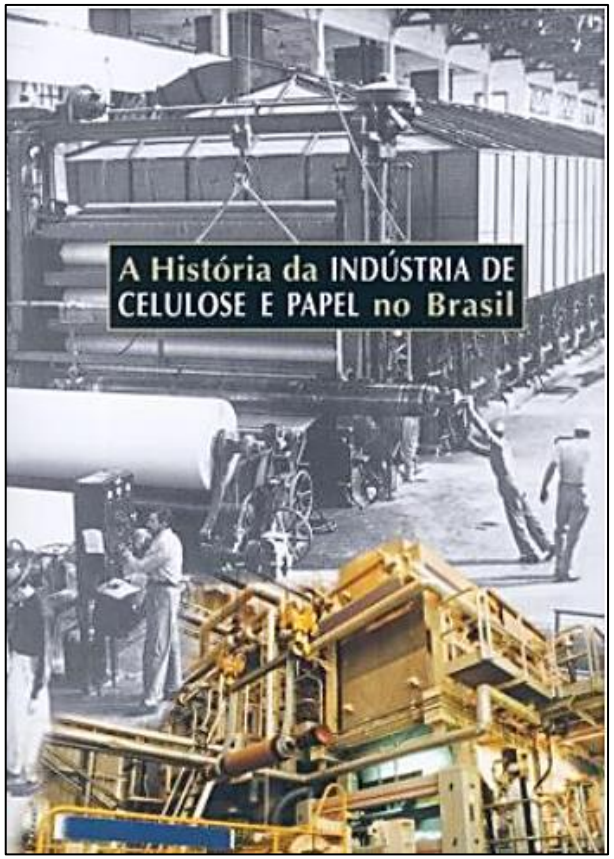
Foram privilégios profissionais em minha carreira.

Conseguimos todos e de forma integrada criar rotas de novos conhecimentos e de conquistas para o Brasil nessa área setorial

Com o somatório de conhecimentos, integração, determinação e competências, nós brasileiros continuaremos a caminhar por rotas vitoriosas no setor de produção e comercialização de polpas celulósicas e de inúmeros tipos de papéis, sejam de eucaliptos, pinheiros e outras matérias-primas fibrosas que venham a ser desenvolvidas.

Assim espero e desejo...

Obrigado amigos leitores



Agradeço a atenção e interesse de todos aqueles que se dedicaram a abrir e ler esse documento – Mesmo que tenha sido só uma espiadela rápida para voltar depois...

Até a próxima edição de nossos Relatos de Vida - Aguardem

Nossa maior felicidade é que nossos documentos sejam úteis a vocês amigos leitores

Transportando conhecimentos compartilhados em busca de realização de sonhos

Sempre contando com parcerias de organizações que privilegiam o conhecimento compartilhado