As Páginas na Web do Professor Celso Foelkel

www.celso-foelkel.com.br
www.eucalyptus.com.br

Relato de Vida e Coletânea de Publicações...

Imagem: Acervo Celso Foelkel

Polpa Solúvel ou para Dissolução

Vivências no desenvolvimento desse segmento no Brasil

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

Setembro de 2022

CONTEÚDO DA PUBLICAÇÃO

0. Agradecimentos

1. Introito pelo autor Celso Foelkel

2. As polpas solúveis ou para dissolução: Espiadelas rápidas em suas conceituações, características, tipos, mercados e um pouco de seu histórico no Brasil

3. Aspectos tecnológicos sobre o processo pré-hidrólise kraft para madeiras de *Eucalyptus*

4. Minhas vivências no segmento brasileiro de polpas solúveis

4.1. Anos iniciais - "*Early years*" do Celso Foelkel com as polpas solúveis – entre 1964 a maio de 1981
4.2. Anos de ouro – "*Golden years*" do Celso Foelkel com as polpas solúveis na Riocell – entre maio de 1981 a 1998
4.3. Atuações com universidades (UFSM e UFV) na orientação e co-orientação de alunos de pós-graduação em pesquisas relacionadas às polpas solúveis – entre 1994 a 1999
4.4. Celulose Cambará e Bahia Specialty Cellulose: Novas aventuras em polpa solúvel entre 2009 e 2010

5. Avaliando a qualidade de polpas solúveis ou para dissolução

6. Publicações de Celso Foelkel com coautores e com alunos orientados ou co-orientados em temas relacionados às polpas solúveis ou para dissolução

7. Publicações selecionadas de outros autores em temas relacionados às polpas solúveis ou para dissolução

8. Alguns fabricantes de polpas solúveis no Brasil e internacionalmente

9. Polpas Solúveis: Breve apresentação de seus produtos

10. Grandes autores e especialistas sobre polpas solúveis

UM ENORME MUITO OBRIGADO a todos os leitores e apoiadores

Agradecimentos

Desejo externar meus mais sinceros agradecimentos aos apoiadores financeiros que me acompanharam com as publicações Eucalyptus Online Book, Eucalyptus Newsletter e PinusLetter durante o último ano de suas edições em 2021.

Às organizações abaixo relacionadas e aos amigos que tenho a felicidade de manter e conhecer nas mesmas me apoiando por diversos anos com as nossas edições em benefício do conhecimento setorial, um enorme Muito Obrigado. Uma lástima que esse tipo de apoio acabou ficando reduzido por parte de outros apoiadores do setor e tivemos que descontinuar a criação de novas edições dessas publicações.

Eternamente agradecido às organizações abaixo relacionadas, estimuladoras dos conhecimentos compartilhados pelas publicações Eucalyptus Online Book, Eucalyptus Newsletter e PinusLetter e pelos nossos websites www.celso-foelkel.com.br e www.eucalyptus.com.br:

ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

ArborGen Tecnologia Florestal

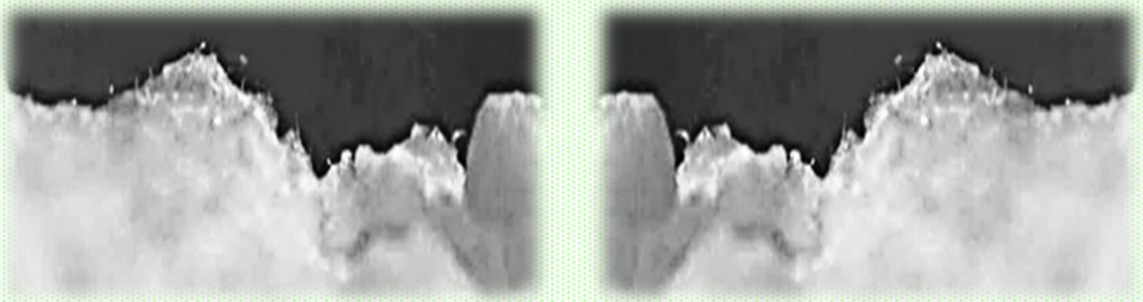
Bracell

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores

Klabin

Suzano

1. Introito pelo autor Celso Foelkel



Imagens: Acervo Celso Foelkel

Amigos, o universo das polpas solúveis, seus processos tecnológicos, produtos e clientes constituem ambientes diferenciados e desafiadores para o setor de celulose e papel. Embora muitas das matérias-primas e seus processos produtivos tenham bastantes afinidades com aqueles para polpas papéis, as exigências em qualidade, homogeneidade e desempenhos são definitivamente distintas, bem como as necessidades muito mais rígidas de cumprimento de especificações dos produtos chamados polpas solúveis ou para dissolução.

A terminologia **polpa solúvel** ou **celulose solúvel** é algo que para muitos leigos no assunto causa certo nível de confusão. Muitos chegam a imaginar que a celulose se encontraria solubilizada em uma fase líquida e outros imaginam que ela seria facilmente solúvel em água. Outras denominações existem, mas também com certo nível de ambiguidade, como é o caso de **polpas** ou **celuloses para dissolução**, que induz a se imaginar que se podem produzir dissoluções da celulose em algum tipo de solvente. O nome mais correto talvez pudesse ser de **polpas** ou **celuloses para derivação**, já que na maioria das vezes a celulose é transformada em um derivado como: xantato de celulose, nitrocelulose, acetato de celulose, carbóximetil celulose, hidróxietil ou hidróximetil celulose, etc. O nome solúvel talvez tenha surgido pelo fato de que muitos desses derivados podem resultar produtos intermediários ou finalizados na forma de soluções líquidas.

Tive uma época longa de minha carreira profissional associada à produção e ao desenvolvimento de estudos e projetos tecnológicos para esse tipo de celulose. Isso se iniciou em 1979, com minhas primeiras tentativas de entender e estudar um dos processos mais comuns de se produzir polpas solúveis, que é o processo pré-hidrólise kraft. Primeiro isso aconteceu em laboratório e logo depois, industrialmente, quando iniciei minhas atividades profissionais na Riocell – Rio Grande Companhia de Celulose do Sul, que tinha dentre seus produtos para mercado a polpa solúvel obtida de madeiras de eucaliptos (*Eucalyptus spp*.) e/ou acácia negra (*Acacia mearnsii*) em misturas de espécies ou em polpação de

espécies únicas. Esse período na Riocell se prolongou até 1998, quando após trabalharmos no desenvolvimento da engenharia básica da fábrica em Camaçari da Bacell (projeto Klabin/Lenzing), a Riocell deixou de produzir polpa solúvel para essa produção passar a ser realizada pela fábrica do consórcio Klabin/Lenzing, ficando para a Riocell a produção de apenas diversos tipos de polpas para papel a partir dos eucaliptos.

Anos mais tarde, entre 2009 a 2010, eu trabalhei como consultor para as empresas Cambará Produtos Florestais e Nitro Química, colaborando com essas empresas para o desenvolvimento bem sucedido de polpas solúveis de *Pinus taeda* obtidas pelo processo sulfito para fabricação de nitrocelulose (Nitro Química) e viscose (essa destinação da polpa para a empresa Vicunha em Americana/SP). Isso foi conseguido através da purificação alcalina da polpa branqueada sulfito ácido (bases cálcio e magnésio) obtida a partir de madeira de fibra longa da conífera.

Enfim, foram mais de 20 anos de atividades em dois tipos de operações, que são exatamente as duas formas predominantes de produção de polpas solúveis a partir da madeira:

- Processo de polpação pré-hidrólise kraft, onde os cavacos de madeira são previamente submetidos a uma hidrólise ácida para remoção da maioria dos carboidratos hemicelulósicos, purificando-se assim a polpa para ficar com teores mais elevados de celulose;
- Processo de purificação alcalina de polpas sulfito ou kraft branqueadas, tipo papel ou mesmo solúvel, para remoção das hemiceluloses após a polpação. Essa purificação ou refinação alcalina pode ser realizada após a digestão (polpação) em uma torre especial de purificação, ou durante um estágio drastificado de deslignificação com oxigênio ou durante o processo de branqueamento, em uma etapa de extração alcalina, seguida de alguma etapa branqueadora para recuperar a alvura, já que a purificação alcalina tende a reduzir a alvura da polpa.

Talvez os maiores aprendizados nesse campo de fabricação de polpas solúveis foram aqueles relacionados a três tipos de abordagens:

- O respeito às rígidas especificações de cada tipo de polpa solúvel em função de tipo de derivado sendo fabricado;
- A oportunidade de diversificação da produção para diferentes tipos de polpas para atendimento de diferentes tipos de derivados, já que as demandas de mercado são para volumes de comercialização menores do que os praticados em polpas para fabricação de papel;
- A necessidade de íntima relação do fabricante de polpas solúveis (áreas de produção, mercados, tecnologias, pesquisa/inovação qualidade) com os diferentes clientes e usuários das mesmas,

mesmo sendo clientes de um mesmo ou de distintos tipos de produtos finais. Existe definitivamente uma necessidade enorme de que o produtor de polpa solúvel entenda as exigências e as especificidades do fabricante de cada derivado, em sua específica unidade de produção. Trata-se de um mercado de "produtos nicho" no qual se trabalha legitimamente dentro do conceito de "*tailor-made pulps*", embora possa se atuar também em "*commodities*". Isso porque um fabricante de polpa solúvel pode ter uma meta estratégica de só fabricar um tipo de produto e atuar como se estivesse em um mercado comoditizado: por exemplo, fabricar polpa para processos de xantação (viscose, celofane e *rayon*), que por conveniência é a de mais fácil atingimento de especificações. Embora possa ser um risco pelas flutuações dos mercados voláteis nas áreas de têxteis e filmes de embalagem, pode ser uma opção estratégica em função de localizações, matérias-primas, mercados consumidores, tecnologias disponíveis e até mesmo integração entre a fábrica de polpa solúvel e o fabricante do derivado de celulose.

Definitivamente, os comportamentos das exigências de qualidade, as diferenças dos mercados e de relações clientes/fornecedores não são dos mesmos tipos encontrados para as polpas destinadas à fabricação de papéis.

Ao longo desse meu Relato de Vida, procurarei dar ênfase às minhas experiências nesse segmento, valorizar pessoas chaves no Brasil e internacionalmente que se dedicaram ou ainda se dedicam ao desenvolvimento das polpas solúveis e a oferecer condições para que os leitores possam melhor entender, embora sem um critério organizado de apresentação, os seguintes pontos chaves:

- A história das polpas solúveis no nosso Brasil;
- As especificidades desses processos e produtos;
- As principais diferenças entre os processos produtivos e as matérias-primas sendo utilizadas pelos fabricantes de polpas solúveis: madeiras (coníferas e folhosas) e não madeiras, essas últimas, em especial nos seguintes países: USA (línter de algodão), Índia e China (bambu);
- Os cuidados requeridos para atuação bem sucedida nesses interessantes e desafiadores mercados;
- Alguns dos pontos chaves para as tecnologias desse segmento.

Espero sinceramente que essas minhas aventuras e trajetos históricos nesse setor de polpas solúveis possam ser de alguma utilidade.

2. As polpas solúveis ou para dissolução: Espiadelas rápidas em suas conceituações, características, tipos, mercados e um pouco de seu histórico no Brasil

Imagem: Acervo Celso Foelkel

Polpas solúveis ou para dissolução são polpas fibrosas branqueadas obtidas de vegetais a partir do uso de tecnologias particulares e adaptadas conforme o tipo de matéria-prima vegetal e objetivo de produto a se fabricar. Sua principal característica é a alta pureza em celulose na forma de macromoléculas longas e de grau de polimerização uniforme (o que se denomina de alfa-celulose). As hemiceluloses e as cadeias curtas e fragmentadas da celulose sempre estarão presentes, pelas dificuldades em separação total desses "contaminantes". Entretanto, não é apenas o teor de alfa-celulose e de materiais celulósicos contaminantes (beta-celulose e gama-celulose) que indicam a pureza desse tipo de celulose. Também se necessitam valores mínimos de extrativos (em diclorobenzeno, acetona e/ou etanol tolueno), de cinzas totais, de cinzas insolúveis em ácido clorídrico (referencial para sílica) e de sujeira na polpa (pintas, "*pitch*", carvõezinhos, plástico, etc.). Os valores para o comprimento da cadeia da celulose devem sempre estar dentro de faixas estreitas de variação. Logo, para todos os derivados, as exigências em viscosidades intrínsecas das polpas são fundamentais. Isso porque a viscosidade intrínseca mostra relação direta com o grau médio de polimerização da cadeia de celulose. Conforme o tipo de uso da polpa solúvel se exigem outras especificações como: alvura, teor de cálcio, de magnésio, de silício, de ferro, teor de finos celulósicos, teor de "*shives*" e grumos de fibras, densidade e umidade da folha, reatividade em relação ao composto para derivação, etc.

Enfim, polpas solúveis se caracterizam por serem polpas altamente purificadas. Entretanto, o grau de purificação vai depender da utilização das mesmas. Quando a destinação da polpa é para derivados menos

exigentes em nível de contaminantes celulósicos (como para viscose, filamentos de *rayon*, celofane, fibras *lyocell*, *modal*, alguns dos éteres de celulose) as especificações são mais frouxas e mais facilmente atingidas durante as etapas de polpação e branqueamento. Já outros tipos de derivados (acetato, nitrocelulose e filamentos de alta tenacidade) exigem níveis controlados e estritos de pureza química, alvura, reatividade, teor de umidade e densidade da folha de celulose, estabilidade do grau de polimerização e praticamente uma isenção de sujeiras (sílica, "*pitch*", e íons minerais que possam catalisar reações indesejáveis na derivação).

As hemiceluloses e cadeias curtas da celulose reagem também durante a derivação, mas formam compostos potencialmente indesejáveis e que podem afetar o desempenho e as operações de produção desse derivado. Em geral formam géis, aglomerados, compostos menos qualificados que acabam atrapalhando o processamento industrial ou acompanhando o produto para trazer problemas aos usuários do derivado de celulose, etc. Nesse último caso, temos o exemplo da nitrocelulose, que poderá ter poder propelente diferente, quando usada para fins bélicos, conforme a presença variada de compostos de hemiceluloses e de fragmentos de celulose com grau de polimerização indesejável.

As próprias fibras de celulose podem mostrar reatividade diferente durante a derivação, o que significa que as fibras que não reagirem nessa etapa acabarão sobrando como impurezas nas etapas seguintes, o que é um transtorno para as operações. A reatividade é muitas vezes função da secagem da polpa, do teor de extrativos, da presença de finos (células de parênquima e elementos de vasos), da presença de grumos ou aglomerados de fibras ("*shives*" e nódulos) e do grau de cristalinidade da celulose.

O resultado disso tudo é que um fabricante de polpa solúvel, orientada para produtos diferenciados, necessita de alto nível de conhecimentos e de controles operacionais, que vão desde as matérias-primas até a embalagem e entrega final dos fardos, pois cada etapa pode trazer problemas no uso posterior dessa polpa. Por essa razão, essas polpas solúveis são também denominadas de "*specialty pulps*" ou polpas especiais. Uma situação bastante diferente em relação à fabricação de polpas para papéis, onde as exigências em qualidade são para poucos parâmetros de controle e de mais fácil atingimento dos mesmos. Por essa razão, muitos dos tipos de polpas solúveis não são tratados como polpas "*commodities*" e sim como especialidades.

As primeiras polpas solúveis industriais e de alta pureza em alfa-celulose foram obtidas a partir de fibras do algodão, mais especificamente do línter do algodão. As penugens que envolvem uma semente de algodão são fibrosas e muito valiosas para a indústria têxtil. Acontece que nem todas as fibras ao redor da semente são limpas, puras e longas. As

fibras menores se aderem na semente e podem ser removidas como matéria-prima para a fabricação de polpa solúvel, pois não são tão adequadas ao uso têxtil. Isso se faz depois da remoção das fibras longas para a indústria têxtil. Essas fibras curtas, sujas em óleo e resíduos da casca das sementes são denominadas de línter. Elas são facilmente cozidas e branqueadas, dando origem à mais pura das polpas solúveis. São indicadas para os derivados de celulose exigentes em qualidade e mais valiosos nos mercados. Por essa razão, seus preços são maiores do que as polpas solúveis obtidas de madeiras, bambu, bagaço de cana, etc.

Em décadas passadas, entre os anos 1940 a 1985, existiram diversos fabricantes (integrados ou não) de polpas e derivados de celulose no Brasil, tendo o línter como matéria-prima. Foram fábricas pequenas e que possibilitaram o crescimento dos setores têxtil, embalagens transparentes, acetato e nitrocelulose no País. Dentre elas, destaco: Celosul/Matarazzo (celofane e fios de viscose), Votocel/Votorantim (celofane), Fibra/Americana (fios de viscose), Nitro Química (nitrocelulose), Rhodia (fios de *rayon* e acetato de celulose), Bononia (éteres de celulose), Imbel (nitrocelulose), dentre outras. Algumas não apenas produziam, mas também importavam polpa branqueada de línter dos Estados Unidos, Canadá, Suécia ou Finlândia.

Em escala global, essa industrialização para fabricação de polpa solúvel de línter é bem mais antiga, pois se desenvolveu após John Mercer descobrir em 1844 o processo de mercerização da celulose (https://en.wikipedia.org/wiki/Mercerised_cotton), o que permitiu o desenvolvimento de outras tecnologias para derivação da celulose. Já no início do século XX, surgiram as primeiras fábricas de viscose, anos depois da invenção do processo de fabricação da mesma por Charles Frederick Cross, Edward John Bevan e Clayton Beadle, em 1894.

Embora com excelentes qualidades, as polpas solúveis de línter enfrentaram mais tarde três tipos de problemas:

- Pequena disponibilidade de línter para produção de polpas nas quantidades demandadas pelos mercados, o que se acentuou durante a primeira guerra mundial, quando se necessitava de grandes produções de nitrocelulose para fins bélicos;
- Preço elevado das polpas;
- Excesso de qualidade para alguns dos derivados de celulose, que por serem de baixo valor agregado, poderiam se contentar com polpas mais baratas e com menores níveis de alfa-celulose.

Conheçam mais um pouco sobre polpas solúveis de línter de algodão para fabricação de derivados de celulose em:

“Línters” de algodão: Um produto secundário de recuperação de algodão com propriedades valiosas para a indústria de celulose e papel. Lurgi. Revista O Papel (Abril): 51 – 57. (1977)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1977_04_Linters.pdf

As primeiras polpas solúveis de madeira surgiram através de modificações dos processos ácidos sulfito ou bissulfito de polpação química no início do século XX. Nesses casos, além de condições mais drásticas na polpação da madeira, se adicionava alternativamente uma etapa de purificação alcalina da polpa sulfito antes do branqueamento (ou durante o mesmo) na forma de um (ou mais) estágio(s) a quente ou a frio com soda cáustica para remoção de quantidades expressivas de hemiceluloses. No início, isso foi feito com polpas sulfito de coníferas, mas o processo se tornou viável também para polpas obtidas de madeiras de folhosas (exemplo: polpa Saiccor – África do Sul). As polpas solúveis obtidas por processos ácidos foram encontrando oportunidades nos mercados já a partir do início do século XX. Alguns anos depois, no final da década de 1930’s, as polpas obtidas pelo processo pré-hidrólise kraft ganharam espaço e foram se tornando predominantes nos mercados.

Diversos importantes e renomados fabricantes surgiram em países como África do Sul, Alemanha, Áustria, Brasil, Canadá, China, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, Índia, Inglaterra, Itália, Japão, Noruega, Suécia, sendo que alguns deles se mantêm presentes nos mercados até os dias atuais e outros desapareceram ou foram absorvidos por outros fabricantes. Exemplos de empresas historicamente pioneiras fabricando localmente e comercializando globalmente suas polpas solúveis (e em alguns casos, seus derivados de celulose): Alaska Pulp, Bacell, Bahia Pulp, Bahia Specialty Cellulose, Borregaard; Buckeye, Celbi, Courtaulds, Domsjö, Harihar Polyfibres, International Paper, ITT Rayonier, Jujo, Ketchikan; Lenzing; Metsa, Rauma Repola, Riocell, Sanyo-Kokusako, Saiccor, Sappi, Schwabische Zellstoff, Sniace, Södra; South India Viscose, Tembec, Western Pulp, Weyerhaeuser, dentre outras.

Origem: Revistas O Papel década de 1970’s

Durante a década de 1930's, surgiu uma importante inovação no processo alcalino kraft de polpação, com a introdução de uma etapa de purificação ácida para degradação das hemiceluloses anteriormente à etapa de deslignificação alcalina. A etapa de hidrólise ácida a quente pode ser feita com adição de ácido diluído em água para abaixamento do pH a valores próximos a 3,5 (coníferas) ou apenas com a água quente para as folhosas (água da madeira, condensação da água do vapor de aquecimento da madeira e/ou adição complementar de água).

Hidrólise sem adição de ácido tem sido a prática dominante para madeiras de folhosas (eucaliptos, bétula, faia, álamo e acácias), uma vez que esse grupo de madeiras apresenta altos teores de ramificações ácidas (uronilas e acetilas) nas suas hemiceluloses, as quais, ao serem hidrolisadas, geram ácidos orgânicos fracos. Por essa razão e nesses casos, a hidrólise é também denominada de auto-hidrólise, por ser uma etapa sem adição de químicos, algumas vezes inclusive realizada sem adição de água na forma líquida.

Esse processo tem sido denominado de PHKP – Pre-Hydrolysis Kraft Pulping e acabou se tornando o processo dominante para fabricar polpas solúveis, principalmente utilizando madeiras de eucalipto, ou mesmo de coníferas (Brasil, Portugal, África do Sul, Chile, etc.). Trata-se de um processo simples, que pode ocorrer tanto em digestores contínuos como em batelada e que permite que a mesma fábrica possa utilizar os equipamentos alternativamente para produção de celulose solúvel ou celulose para produção de papel. É até mesmo interessante a adoção de campanhas alternadas desses dois tipos de polpas, porque quando em operação 100% polpa papel, as condições unicamente alcalinas na polpação facilitam a remoção de depósitos de carboidratos pegajosos ou incrustados em tubulações e peneiras dos equipamentos operacionais. Além disso, oferece oportunidades mercadológicas ao fabricante de celulose, para que possa produzir conforme as demandas de um ou de outro desses dois segmentos de mercado. As operações com digestores em batelada costumam operar unicamente com o mesmo tipo de polpa, no caso, polpa solúvel.

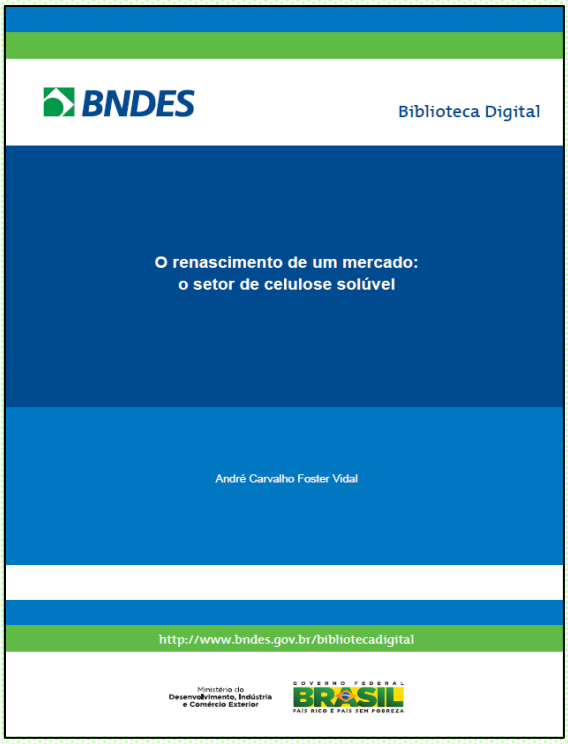
Em 1970, o renomado autor e estudioso das polpações químicas da madeira, Dr. Sven Axel Rydholm, publicou um excelente livro técnico junto à TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry para descrever os processos de polpação em digestores contínuos, algo que estava em franca expansão na época. Em sua *Lecture #08* do livro, ele nos descreveu, em linguagem simples e repleta de conhecimentos úteis, os desenvolvimentos conceituais e operacionais de digestores contínuos para o processo pré-hidrólise kraft na produção de polpas solúveis.

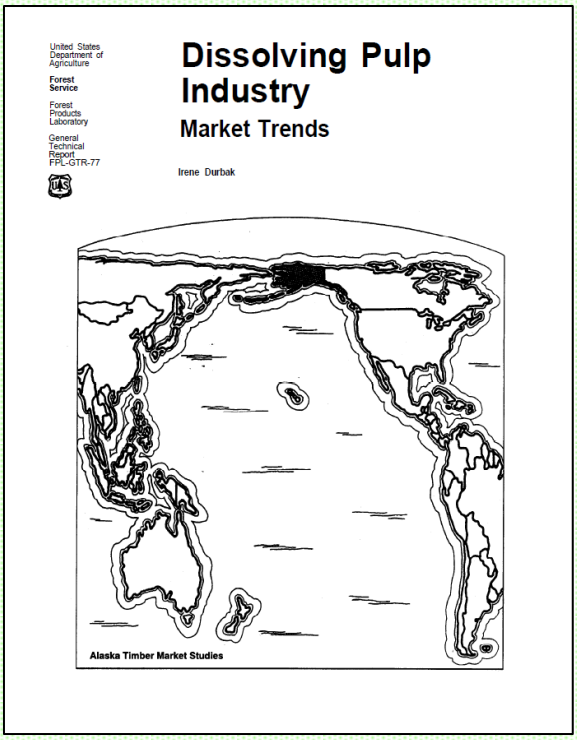
Uma preciosidade histórica que conseguimos resgatar:

Continuous prehydrolysis-kraft cooking. S.A. Rydholm. Lecture #8. *In*: Continuous Pulping Processes. TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. p.: 105 – 120. (1970)

https://digitalcollections.qut.edu.au/1659/1/Continuous_Pulping_Processes.pdf

Um dos grandes avanços mercadológicos na produção de polpas solúveis foi a introdução das madeiras de eucaliptos como matéria-prima fibrosa. Hoje, os principais produtores de polpas solúveis estão migrando para o uso dessa madeira e fibras, frente às excelentes qualidades dos produtos e os significativos menores custos de fabricação em países como Brasil, China, Espanha e Chile. Modernas fábricas têm surgido nesses países para suprir as demandas de mercados próximos (domésticos) ou distantes (principalmente Ásia, Europa e América do Norte).





Fontes históricas sobre o setor:

Esquerda: Biblioteca Digital BNDES

Autor: André Carvalho Foster Vidal

https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2181/1/BS%2038_O%20renanscimento%20de%20um%20mercado_P.pdf

Direita: Forest Products Laboratory

Autor: Irene Durbak

https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fplgtr77.pdf

O mercado total de polpas solúveis (cerca de oito milhões de toneladas/ano) corresponde atualmente a cerca de 10% do total das polpas de mercado para papel (75 milhões de toneladas/ano). Existem perspectivas claras de crescimento desse mercado nos próximos dois a três anos, com entrada de novas fábricas e aumento de capacidade em outras. Entretanto, também existem possibilidades de conversões de fábricas de polpa solúvel em polpas papéis e vice-versa, o que deixa ainda algumas interrogações sobre a real capacidade de sustentação desses mercados potencialmente crescentes de polpas solúveis.

Os principais usuários de polpas solúveis estão na China e na Índia, que sabidamente investem bastante na produção de têxteis e vestuários. Em função do setor têxtil e embalagens transparentes, a produção de fibras de viscose, *lyocell*, *modal*, papel celofane, esponjas e embalagens de produtos embutidos consomem cerca de **80%** da produção total e global de polpas solúveis.

Os restantes 20% são consumidos conforme a seguinte distribuição aproximada: **18%** das polpas são destinadas para filamentos de pneus ("*tyre cords*" ou fios para pneus); filtros de cigarro, lâminas e filmes (acetato), tintas e vernizes (nitrocelulose), aditivos de alimentos e cosméticos (éteres), enchimento de remédios (celulose microcristalina) e **2%** vão para a produção de explosivos, lacas e esmaltes especiais (nitroceluloses).

Considerando essa grande proporção para produtos menos exigentes em qualidade e de menores valores agregados, é facilmente entendível que alguns fabricantes de polpa solúvel possam ter focos estratégicos apenas para esse tipo de polpa solúvel, onde estejam colocados os mesmos objetivos da maioria das polpas para papel: alta produtividade, baixos custos de produção, alta proporção de produtos dentro das mais fáceis especificações e grandes volumes de polpas para simplificação da logística de distribuição. Enfim, são opções estratégicas de cada fabricante que dependem de: tecnologias, escala de produção, qualidade dos produtos, acesso a mercados e matérias-primas, logística, vocação e cultura empresarial, etc.

Uma ameaça potencial aos mercados de polpas solúveis são as inovações que estão acontecendo com rapidez e determinação por parte de alguns grupos de produtores que estão focados em:

- Produzir polpas solúveis a partir de polpas papéis, usando as hemiceluloses removidas para suprimento de biorrefinarias integradas a essas operações.

  Exemplo: Metsä na Finlândia – com sua polpa Kuura;

  https://www.metsagroup.com/metsafibre/news-and-publications/news-and-releases/stories/2021/textile-fibre-from-metsa-fibres-paper-pulp/

- Produzir polpas solúveis a partir de produtos têxteis residuais, investindo mais nas formas de obtenção de processos seguros de recuperação desses tecidos.

  Exemplo: Renewcell com sua polpa Circulose

  https://www.renewcell.com/en/circulose/

- Produzir fibras têxteis a partir da reciclagem de polpas, papéis, tecidos e até jornais.

  Exemplo: Processo Ioncell desenvolvido pelo Dr. Herbert Sixta da Universidade de Aalto em cooperação com Dr. Ilkka Kilpeläinen da Universidade de Helsinki - Finlândia

  https://ioncell.fi/ e https://www.youtube.com/watch?v=5bhCbGmNfTQ

Expectativas existem para que em pouco tempo tenhamos quase 10 milhões de toneladas de polpas solúveis nos mercados, a grande maioria das quais, obtida de madeiras, mas com potenciais de algum crescimento também para os produtos a partir do algodão e de fibras têxteis recicladas.

Enquanto as coisas forem acontecendo, nada melhor do que dar umas espiadelas históricas em organizações do passado que ajudaram a construir essa rica história no Brasil.

A MAIOR ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL DA AMERICA LATINA

FUNDADA EM 1881

Moinhos de Trigo — Fabrica de Massas alimenticias "Petybon" — Moinho de fubá — Fiação, tecelagem, tinturaria e cascamificio "Mariangela" — Fiação, tecelagem e estamparia "Belemzinho" — Fiação de séda natural — Tecelagem, tinturaria e estamparia de sédas Manufatura de fios de séda crêpe e fantasia — Fabrica de fios "Rayon" — Fabrica de esponjas artificiais "Espuma" — Fabrica de celulose — Fabrica de papel e papelão — Fabrica de papel transparente "Celosul" — Fabrica de sulfureto de carbono — Fabrica de acidos — Fabrica de desinfetantes — Moinho de sóda caustica — Descaroçadores de algodão — Reprensagem e armazenamento de algodão Fabricas de oleo de caroço de algodão "Sol Levante" Refinação e hidrogenação de oleos vegetais comestiveis — Extração e refinação de oleos vegetais Fabricas de sabões e saponáceos — Fabrica de vélas — Fabrica de sabonetes, perfumes e artigos para toucador — Frigorificos — Refinação de banha Refinações de açucar — Distilaria de alcool — Engenhos de arrás — Fecularia e fabrica de amido Moinhos e refinação de sal — Extração de cafeina Extração de mental — Extração de essências — Extração de caolin — Extração de quartzo — Fabricas de Louças, azulejos e artigos sanitarios — Fabrica de cal — Fabrica de prégos — Fabrica de giz — Serraria e caixotaria — Oficina mecanica e fundição.

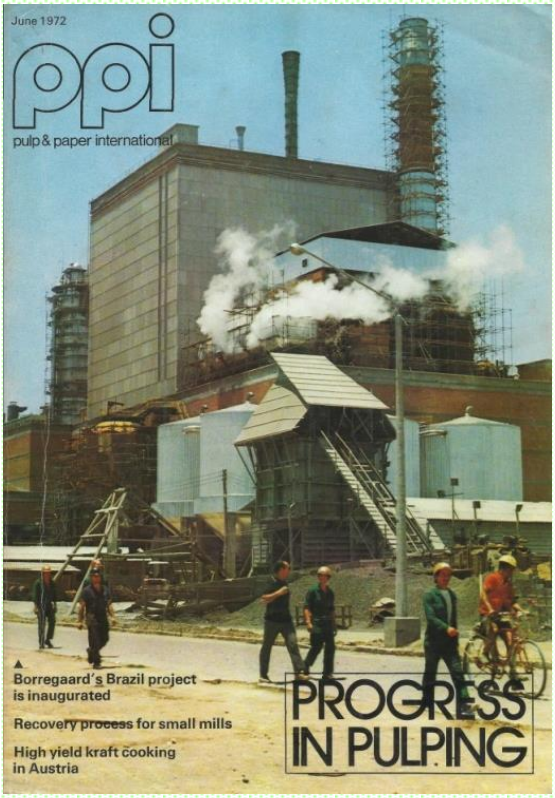
Celosul/Matarazzo fabricou viscose, *rayon* e celofane no Brasil (1941– 2013)

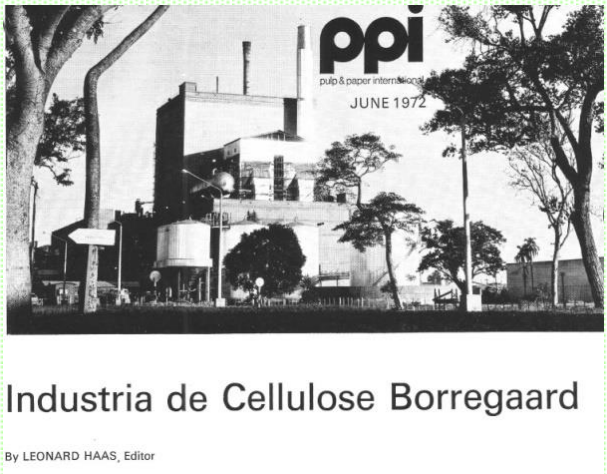
Fonte da imagem à esquerda: Revista Comércio nº X. 1946

À direita: Logo das Indústrias Reunidas Francisco Matarazzo

Ex-fábrica da Votocel/Votorantim (1948 – 1995) em Votorantim SP
Fábrica desativada de Celofane

Fonte da imagem (adaptada): https://www.youtube.com/watch?v=TI4eKbksC08



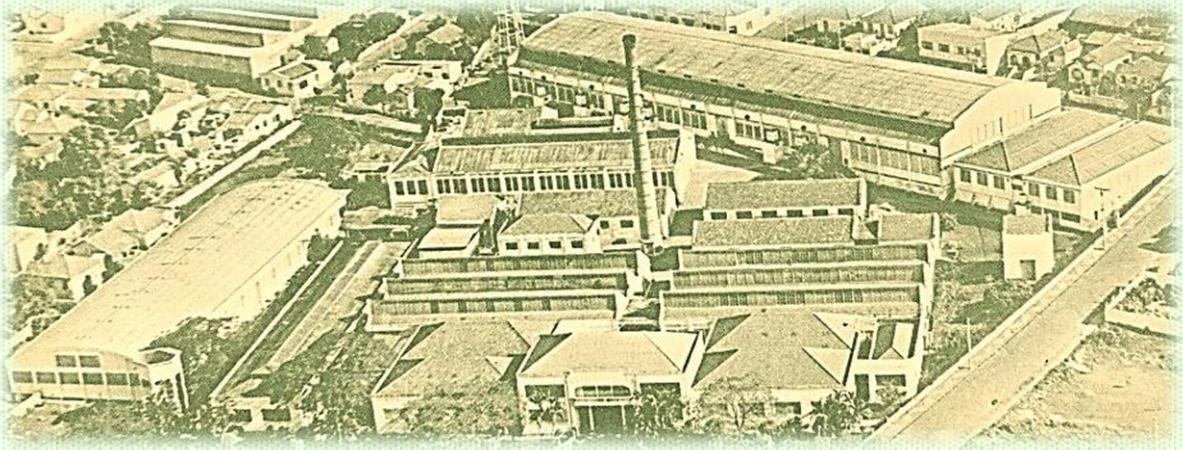


Borregaard / Riocell no Brasil

Origem das Imagens:

Revista PPI – Pulp & Paper International - Junho 1972

Autor: Leonard Hass



Citra – Cooperativa Industrial de Tecidos de Rayon de Americana

Fonte da Imagem (adaptada):

Artigo: Indústria Têxtil de Americana: Como tudo começou

Autor: Francisco Antônio Sardelli

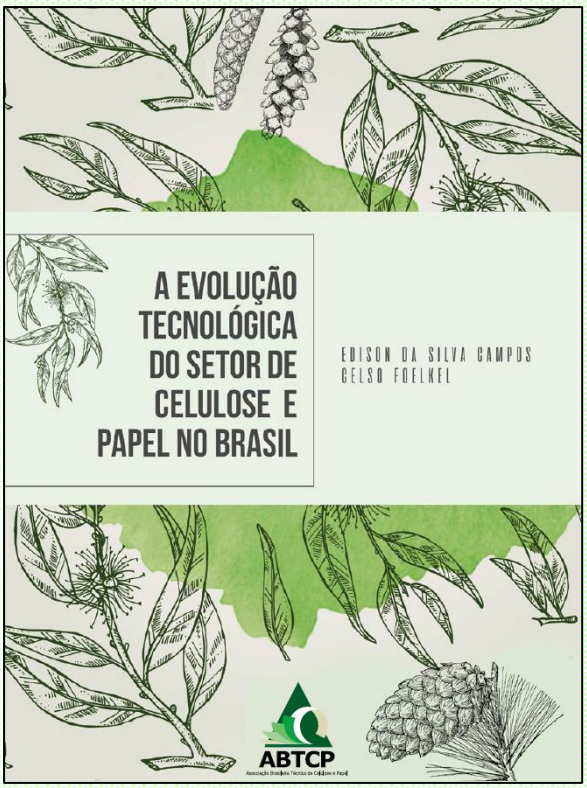
https://chicosardelli.com.br/industria-textil-de-americana-como-tudo-comecou/

Vicunha Rayon em Americana/SP– Fábrica de viscose encerrada em 2013

Anteriormente: Fiação Brasileira de Rayon Fibra

Fonte da Imagem (adaptada):

https://absurdinhus.wordpress.com/2013/08/17/crise-na-industria-vicunha-fecha-sua-unidade-de-fios-de-viscose/



Acompanhem nesse nosso livro publicado pela Editora da ABTCP as ricas histórias da Riocell, Bacell, Bahia Pulp, BSC, Jari e outras empresas brasileiras do setor de produção de polpas solúveis e de algumas empresas usuárias desse tipo de polpas

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

Presente, passado e futuro: As fibras celulósicas seguem seus caminhos

Fonte da Imagem (adaptada):

https://lyocell.info/pt/

3. Aspectos tecnológicos sobre o processo pré-hidrólise kraft para madeiras de *Eucalyptus*

O processo pré-hidrólise kraft de polpação – PHKP, ou processo kraft com pré-hidrólise, é uma variação do processo de polpação kraft que foi desenvolvida para a produção de polpas solúveis por volta dos anos 1930's. A função da pré-hidrólise é degradar e colocar na solução líquida do cozimento a maior parte das hemiceluloses presentes na madeira.

O processo pode ser aplicado em qualquer tipo de material vegetal fibroso, tais como: madeiras de folhosas, madeiras de coníferas, bambu e até mesmo bagaço de cana de açúcar. Quanto maior o teor de hemiceluloses com ramificações ácidas (uronilas e acetilas), maior é a acidez liberada na hidrólise. Por essa razão, o Processo PHKP é bastante indicado para as madeiras de folhosas ricas em xilanas, que possuem ramificações moleculares de características ácidas. Nesse caso, é tão grande a liberação de ácidos fracos pela hidrólise, que a própria acidez liberada é suficiente para manter a hidrólise em rendimentos de extração aceitáveis. Por isso, no caso de produção de polpas solúveis a partir de madeiras de folhosas (eucaliptos, acácias, bétulas, álamos, etc.), a hidrólise é também denominada de auto-hidrólise, pois não requer adição de químicos acidificantes, apenas de água e vapor, ou só de vapor.

A polpação em duas etapas sequenciais pode ser executada em digestores em bateladas ou em digestores contínuos especialmente desenhados para comportar as duas etapas em um mesmo corpo. Os digestores contínuos apresentam como vantagem a maior simplicidade da fábrica e o menor investimento nessa etapa de polpação, por menor utilização de aço e equipamentos auxiliares. Os digestores em batelada são reconhecidos como oferecendo a possibilidade de controlar melhor as operações para a obtenção de polpas mais homogêneas em relação às especificações, já que se pode controlar muito melhor o final de cada cozimento pela retirada de amostras ao longo do período do cozimento. Entretanto, as vantagens de uma ou de outra dessas tecnologias não têm sido suficientes para determinar a predominância de um ou outro tipo de adoção pelas novas fábricas no estado da arte tecnológico. Tem-se como aceitação aplicada, que as fábricas que queiram produzir polpas especiais para derivados que requeiram mais rígidas especificações e quantidades pequenas de um ou mais tipos dessas polpas especiais, que os digestores em batelada poderiam ser os mais indicados. Até porque as etapas de mudanças entre um e outro tipo de polpas são mais curtas e as perdas em polpas de transição são muito menores. Os digestores contínuos são muito mais indicados para fábricas que produzem polpas solúveis

alternadamente com polpas para produção de papéis, atuando nos dois casos como produtoras de produtos tipo "*commodities*".

O rendimento da etapa da pré-hidrólise para madeiras de eucaliptos varia entre 80 a 90%, seguindo-se de uma etapa de polpação kraft com rendimento entre 45 a 50%. De maneira geral, o rendimento depurado agregado para essas duas etapas consecutivas na digestão varia entre 34 a 42%. Quanto maior for a extração de hemiceluloses objetivada, menor o rendimento total da polpação. Já o rendimento do branqueamento varia entre 95 a 96%, o que significa um rendimento total em polpação mais branqueamento de cerca de 32 a 40,5%. IMPORTANTE: Isso se falando apenas nas duas etapas do processo produtivo, sem levar em conta as demais perdas, como perdas de fibras e perdas de madeira (fundamentais para calcular o consumo específico de madeira por tonelada de celulose branqueada produzida para comercialização).

Para polpas especiais, onde o teor de alfa-celulose deva ser superior àqueles rotineiros para polpas para produção de viscose, os rendimentos caem, principalmente nas fábricas onde todo o trabalho de remoção de hemiceluloses fica a cargo do digestor. Dessa forma, é recomendado que, além do digestor, também pudesse existir uma ou mais etapas de extração de hemiceluloses após a polpação de forma a evitar a queda exagerada de rendimento no digestor por remoção ou degradação também da alfa-celulose. Assim sendo, a continuação da purificação da polpa para atingimento de altos teores de alfa-celulose (acima de 96%) pode ser realizada nos próprios reatores de deslignificação com oxigênio, nas extrações alcalinas do branqueamento ou em uma torre extra de purificação alcalina para mais longos tempos de retenção.

Nesses casos de extrações maiores de hemiceluloses, os maiores desafios técnicos a administrar são:

- Reduzir ao máximo as perdas de rendimento, pois elas significam maiores consumos de reagentes químicos, de vapor e de madeira para produção de uma tonelada de celulose. Paralelamente, aumenta-se com isso a geração de sólidos secos para o sistema de recuperação do licor, sobrecarregando o mesmo.
- Encontrar uma utilização para a soda residual das etapas de purificação alcalina, que pode ser eventualmente o retorno ao ciclo de produção de licor branco no caso de etapa kraft de polpação;
- Encontrar uma forma viável de separação e de utilização mais valiosa das hemiceluloses do que a queima como energia quando elas são enviadas para queima no sistema de recuperação do licor de cozimento.

As principais diferenças entre as polpações pré-hidrólise kraft e kraft para um mesmo tipo de madeira de eucalipto são bastante evidentes e significativas, sendo que as principais são as seguintes, ao se comparar a produção de polpa solúvel em relação à produção de polpa papel com a mesma matéria-prima:

- Maior consumo específico de madeira;
- Maior consumo específico de álcali ativo ou efetivo;
- Menores rendimentos de polpação pela remoção das hemiceluloses da madeira. Enquanto nas polpações unicamente kraft se deseja reter hemiceluloses e até favorecer a reprecipitação das mesmas ao final do cozimento, nas polpas solúveis a remoção deve ser a melhor possível e a reprecipitação de hemiceluloses deve ser evitada. Para evitar a reprecipitação, costuma-se realizar a polpação kraft em maneira contracorrente, quer seja em digestores em batelada ou contínuos. Nos digestores em batelada, o licor de cozimento é injetado pela base do digestor e com isso se controla um pH alcalino da polpa antes da saída do digestor. Da mesma forma se atua nos digestores contínuos. Nesses últimos, parte do licor de polpação entra em contato com a camada de cavacos no que seria o término do cozimento, antes da lavagem interna no digestor, e caminha em contracorrente em relação ao movimento dos cavacos. Logo, ele vai sendo consumido até chegar à região da coluna do digestor que faz a transição da pré-hidrólise com a fase de polpação kraft. Nessa etapa, ocorre uma mudança radical no pH da coluna de cavacos hidrolisado, pois se adiciona licor alcalino para fins de neutralização da elevada acidez presente nos cavacos. E também para equilibrar o pH final de extração do licor. Tudo precisa ser muito bem monitorado e controlado para evitar que falte alcalinidade na polpação kraft e que a lignina e/ou as hemiceluloses venham a se reprecipitar em alguma etapa dentro do digestor, o que seria um desastre para a qualidade da polpa nas etapas subsequentes do processamento.
- Ligeiramente maior rendimento de branqueamento, pois a polpa solúvel dos eucaliptos sai do digestor com número kappa entre 8 a 10 e no caso de polpa papel entre 15 a 19. Após a deslignificação com oxigênio, o número kappa se reduz para 5 a 6 em polpas solúveis e entre 10 a 12 para polpas para papel.
- Maior geração de sólidos secos para a caldeira de recuperação em função da maior dissolução de madeira e do maior consumo de químicos ativos para a polpação;
- Maior necessidade de produção de licor branco por unidade de polpa produzida, com todas as implicâncias relacionadas a isso: consumo

de cal, de energia na queima da lama, de dimensões dos equipamentos do forno de cal e caustificação, etc. etc.;

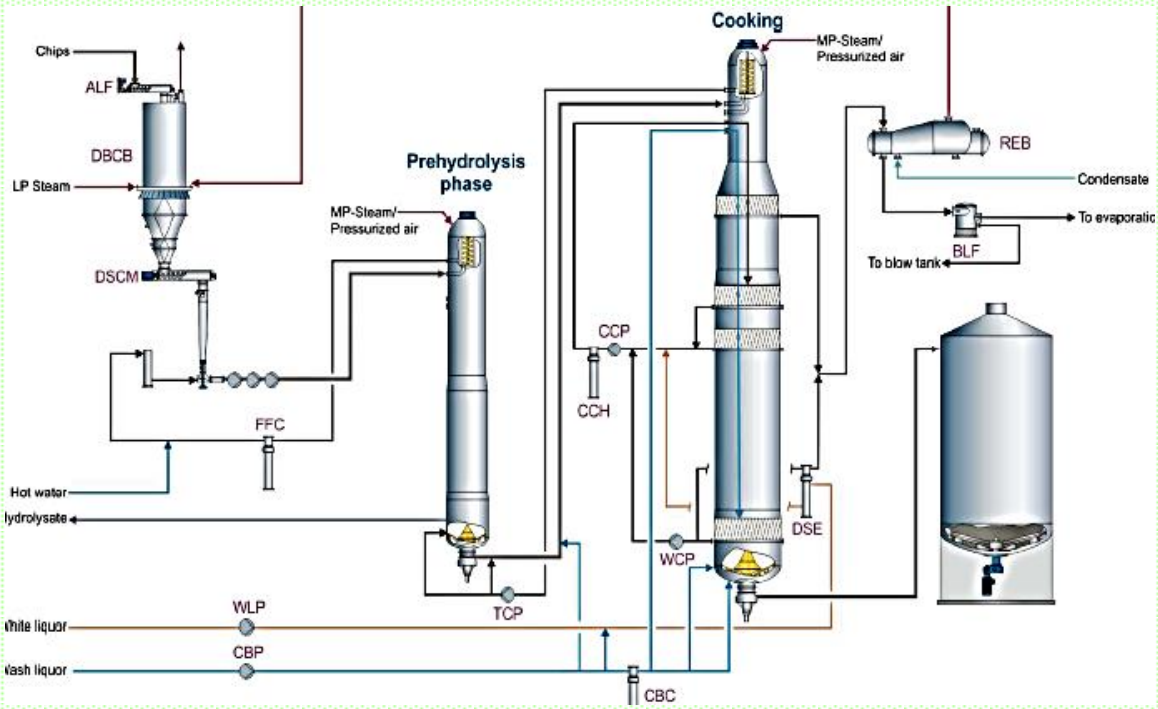
- Menores temperaturas de polpação e consequentes menores valores de fator H requeridos;
- Potenciais alterações nos consumos de vapor na polpação, pois em geral nos digestores modernos toda a água da etapa de hidrólise provém da condensação do vapor de aquecimento e da água da madeira; com isso reduzindo a relação água/madeira na hidrólise;
- A polpação kraft da madeira hidrolisada é bastante fácil, uma vez que as ligações da lignina ficam afrouxadas pela remoção de hemiceluloses da parede celular. Assim sendo, a deslignificação é simples e efetiva, com baixa necessidade de calor e temperatura. O Fator H é bastante inferior ao usado em polpas para papel. Entretanto, o consumo de álcali efetivo é alto, pois uma grande parte desse álcali (cerca de 55 a 60%) vai ser consumida pelos ácidos formados na hidrólise e por fragmentos de hemiceluloses que tem fácil acesso e alta demanda por álcali. Dentro desse percentual de consumo, deve-se lembrar de que uma parcela é utilizada apenas para ajustes do pH para a etapa seguinte. A polpação dessa madeira hidrolisada pode ser realizada com baixa sulfidez, mas nem sempre isso é desejável, pois essa prática sobrecarregará a caustificação e forno de cal pela maior necessidade de produção de soda cáustica. Mas isso pode ser uma vantagem para algumas fábricas, caso se tenha como objetivo a redução da emissão de compostos reduzidos de enxofre para a atmosfera nas vizinhanças da fábrica.

Em geral, a etapa de hidrólise ácida é realizada em temperaturas que variam entre 155 a 175ºC, por no máximo 1,5 horas de retenção, dependendo da intensidade que se deseja na remoção das hemiceluloses e das configurações tecnológicas do digestor. Para polpas solúveis para viscose e *rayon*, a hidrólise pode ser mais branda, pois são aceitos maiores teores de beta e gama celulose no produto. No caso de polpas para acetilação e nitração, a hidrólise costuma ser mais drástica, pois se demandam maiores teores de alfa-celulose. Entretanto, drastificar hidrólise é uma faca de dois gumes, pois ao mesmo tempo em que se removem hemiceluloses, pode-se também degradar e/ou remover cadeias da própria celulose, reduzindo rendimentos e aumentando consumos específicos de madeira.

A pré-hidrólise pode também ser realizada em sistemas de digestores contínuos em um vaso em separado, similar a um tanque de impregnação dos cavacos em digestores mais recentes. Nessa etapa, os controles ficam mais fáceis, inclusive a remoção do pré-hidrolisado, caso

essa seja uma opção estratégica da empresa para utilizar o mesmo em processos associados de bioeconomia e biorrefinarias.

A etapa de polpação kraft é fácil e rápida, pois a lignina é muito fácil de ser removida, uma vez que ela se tornou mais accessível pela topoquímica favorecida pela remoção das hemiceluloses da matriz da parede celular. Como já visto, uma importante proporção da carga alcalina é utilizada para neutralização dos ácidos orgânicos formados na hidrólise que precede a polpação. Por essa razão é que a taxa específica de adição de licor branco é maior do que na polpação kraft para produção de polpa papel sobre a mesma madeira.



Origem da Imagem: Palestra Andritz – 7th ICEP

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/11.1.Olavi+Pikka.SLIDES.pdf

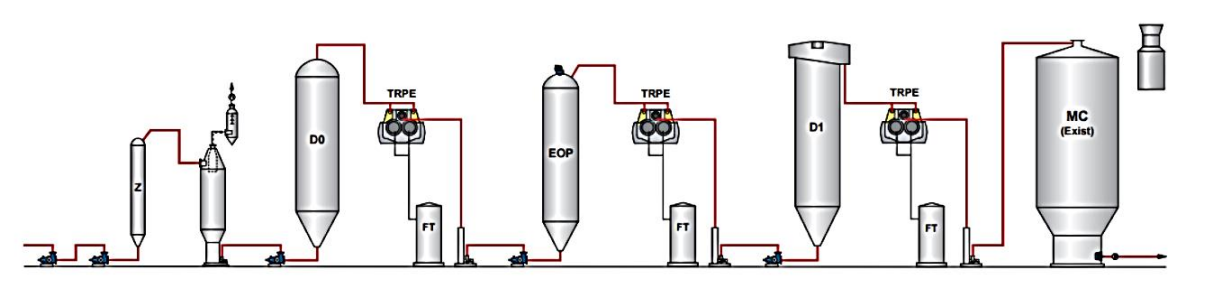
Autores: Olavi Pikka e Marco Antônio de Andrade

O branqueamento da celulose PHKP também é facilitado, pois o número kappa da polpa saindo do digestor é mantido próximo a 10 e do reator de oxigênio entre 5 a 6. Os consumos de reagentes no branqueamento são bem inferiores aos utilizados em polpas tipo papel. Dessa forma, a maior facilidade de branquear permite se utilizarem sequências mais curtas, em geral com 3 ou 4 estágios do tipo: ODED, ODEDP e até mesmo, sequências do tipo TCF, por exemplos: OAZEP ou (OO)A(ZQ)P.

Existem opções de se criar um estágio longo de extração alcalina, que pode ser em duas posições potenciais: logo após a deslignificação com oxigênio ou após a primeira dioxidação. Quando localizado após a

deslignificação com oxigênio se favorece uma extração adicional de hemiceluloses e oferece ainda a possibilidade de recuperação do filtrado de lavagem, usando o mesmo como água de lavagem em contracorrente ao fluxo de polpa. Assim, esse líquido alcalino será também endereçado ao sistema de recuperação de lixívia negra.

O sistema de formação e secagem das folhas de celulose deve ser tal que permita também a produção de folhas de mais densidade baixa, entre 0,45 a 0,55 g/cm³, uma vez que há clientes que desejam folhas mais receptivas aos reagentes para a derivação em moléculas de celulose modificada. Para isso, as folhas devem ser mais volumosas e porosas, o que favorece a penetração dos reagentes e a reatividade.



Origem da Imagem: Valmet

Artigo: Bleaching dissolving pulps manufactured using PHKP process

https://www.valmet.com/pulp/cooking-and-fiberline/bleaching/bleaching-dissolving-pulp/

Um dos principais questionamentos nos dias atuais onde temos as biorrefinarias integradas pelas opções de bioeconomia das modernas fábricas é o que fazer com as hemiceluloses extraídas pela etapa de hidrólise do processo PHKP.

Uma opção seria remover o líquido residual da hidrólise na forma de um pré-hidrolisado ácido com pH próximo a 3,5 e reprecipitar ou utilizar as hemiceluloses em etapas químicas ou bioquímicas.

Outra alternativa seria continuar a enviar as mesmas para a etapa de polpação kraft, como a maioria das fábricas ainda fazem. Elas irão consumir mais álcali efetivo, irão reduzir a capacidade de queima das caldeiras de recuperação, mas gerarão mais energia térmica nas mesmas caldeiras. E tampouco sobrarão como resíduos industriais, pois se converterão em matérias-primas energéticas.

Acredito que as fábricas de gerações tecnológicas mais recentes já estarão conseguindo resolver esses desafios para a produção de valiosos produtos (xilose, xilitol, furfural, extrativos voláteis e dissolvidos, etc.) a partir dos componentes extraídos da madeira e presentes nos líquidos e nos condensados da pré-hidrólise (isso quando existir líquido livre a extrair, frente à baixa relação líquido/madeira na auto-hidrólise).

Para fins de comparações entre processos para madeiras de eucalipto no Brasil, segue um quadro com dados hipotéticos e situações operacionais prováveis, apenas para fins ilustrativos. Lembrar que as situações variam em função de matérias-primas, tecnologias e práticas operacionais adotadas e tipos de produtos sendo fabricados.

Parâmetro/Processo	**Kraft convencional KP#**	**Pré-Hidrólise Kraft PHKP#**
Densidade básica madeira kg/m³	500	500
AE - Álcali Efetivo, %NaOH	18,5 - 20	21 – 23%
Rendimento polpação KP versus PHKP total	50 – 53%	32 - 41
Rendimento branqueamento Incluindo O2 Delig	94%	96%
Rendimento total	47 – 50%	30,7 – 39,4%
Consumo específico teórico médio (m³/adt) Polpação+Branqueamento	3,71 m³/adt branca	5,13 m³/adt branca
Sólidos Secos para caldeira (tSS/adt polpa branca)*	1,44 – 1,50	1,95 – 2,15
Consumo específico base madeira entrada fábrica (Perdas+Desvios madeira+fibras = 4% na fábrica)**	3,86 m³/adt branca	5,34 m³/adt branca
Produtividade florestal média floresta em pé (IMA - m³ sem casca /hectare.ano)	40	40
Produtividade florestal (IMA - m³ sem casca e considerando as perdas de madeira no campo /hectare.ano)*** (Perdas = 3%)	38,8	38,8
Produtividade florestal (IMACEL - equivalente em celulose considerando todas as perdas e desvios madeira)***	10,05 adt/ha.ano ***	7,27 adt/ha.ano ***

* adt polpa branca = tonelada de celulose branca e seca ao ar (90% de consistência)
** Perdas + Desvios de madeira e fibras na fábrica significam quantidades percentuais em relação ao total de madeira que entram na fábrica, mas que acabam destinadas para energia ou viram resíduos e fogem da rota de se converterem em celulose (Exemplos: toretes quebrados, cavacos desclassificados como serragem e sobre-dimensionados, madeira perdida em resíduos de casca, fibras desperdiçadas para efluentes, etc.)
*** Perdas de madeira nas florestas incluem as perdas de seccionamento de árvores em toras, ponteiros e toretes de madeiras perdidas, etc. – podem chegar a cerca de 3% conforme a qualidade da floresta e tipos de colheita e logística de transporte
**** Consumos de madeira para produção de uma tonelada de polpa solúvel seca ao ar (*air dry pulp* = adt) são em média 35% maiores em relação à produção de mesma quantidade de polpa tipo papel a partir de uma determinada madeira de eucalipto.

Uma fábrica de polpa solúvel PHKP com produções alternadas entre polpa solúvel e polpa papel KP tem potencial para produzir durante as campanhas de polpa papel cerca de 35% a mais de celulose branqueada utilizando a mesma quantidade de madeira. Essa é também uma razão importante para que se possam alternar produções dos dois tipos de polpa em uma mesma fábrica, permitindo assim que a empresa possa adaptar suas campanhas de produção em função das demandas dos mercados desses dois tipos de celulose.

Finalmente e recomendando: todo cuidado ainda é pouco quanto às projeções de produtividades industriais e florestais, especialmente quando se desejar expressar as projeções futuras em efetivas toneladas equivalentes em celulose (IMACEL) das plantações florestais.

Sugestão de leitura sobre metodologia dos cálculos de consumos específicos de madeira para fabricar celulose kraft de eucalipto em um dos capítulos do Eucalyptus Online Book:

A madeira do eucalipto para produção de celulose: Entendendo a construção do indicador de consumo específico de madeira para produção de celulose kraft. C. Foelkel. Eucalyptus Online Book. Capítulo 46. 106 pp. (2017)

https://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT46_Consumo+Especifico+Madeira+Celulose.pdf

Frente às especificidades típicas do processo e mais ainda, das necessidades em qualidades muito rígidas para as polpas solúveis, é fundamental que a qualidade das madeiras utilizadas nas produções seja extremamente bem controlada e monitorada. Isso se faz necessário tanto para se garantir um processo estável nas operações de fabricação, como para se atingirem altas proporções de atingimento nas especificações das polpas em fabricação.

Polpas solúveis oferecem menores flexibilidades na fabricação. Por exemplo: na produção de polpas para papel se admite e sem maiores problemas operacionais e qualitativos, que se façam repolpeamentos controlados de fardos defeituosos ou com qualidades ligeiramente inadequadas. Para polpas solúveis isso é uma prática potencialmente causadora de defeitos muito graves. Além de possibilitar a formação de grumos de fibras repolpeadas na massa misturada, pode também aumentar a faixa de variação de propriedades vitais na massa, como viscosidade intrínseca, teor de hemiceluloses, etc.

Quanto à qualidade das madeiras de *Eucalyptus* para a produção de polpas solúveis, os seguintes conceitos e parâmetros qualitativos são importantes no controle da matéria-prima:

- ◊ A madeira deve ser a mais uniforme possível em termos de espécies, clones, idades e tempo pós-corte;
- ◊ A densidade básica da madeira deve ser homogênea e estar em faixa de variação que não prejudique a densidade aparente dos cavacos alimentados ao processo de conversão a celulose;
- ◊ As operações de picagem e classificação dos cavacos devem ser exemplares para produção de máximas proporções de cavacos dentro das especificações;
- ◊ O teor de extrativos da madeira deve estar em faixas mínimas e deve ser absolutamente controlado (extrativos em diclorometano e em etanol/tolueno) por seus efeitos negativos nos rendimentos, qualidade das polpas finais e efeitos ao consumidor dessas polpas;
- ◊ A contaminação de toras com casca, terra e areia deve ser a menor possível, frente aos problemas que esses contaminantes podem causar nas especificações de qualidade das polpas sendo fabricadas;
- ◊ O teor de lignina e o tipo de lignina (relação siringila / guaiacila) devem ser constantemente monitorados e controlados, pois afetam os rendimentos de polpação;
- ◊ Os rendimentos parciais e o rendimento total envolvendo as duas etapas de polpação através do processo PHKP devem ser utilizados como índices de melhoramento genético florestal;
- ◊ A espessura média da parede celular das fibras é parâmetro importante de controle de qualidade, pois se relaciona ao teor de

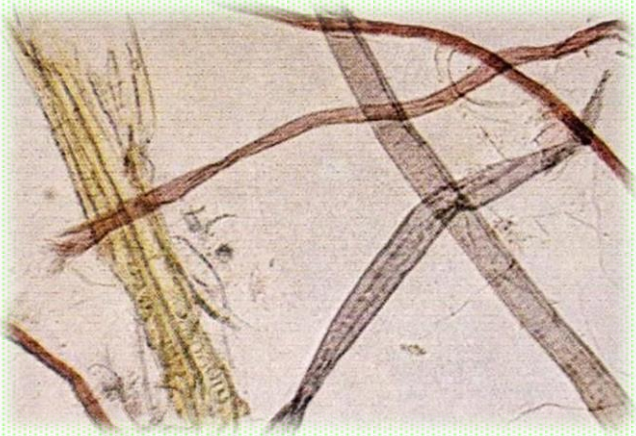
celulose presente em maior proporção na camada S2 da parede celular;

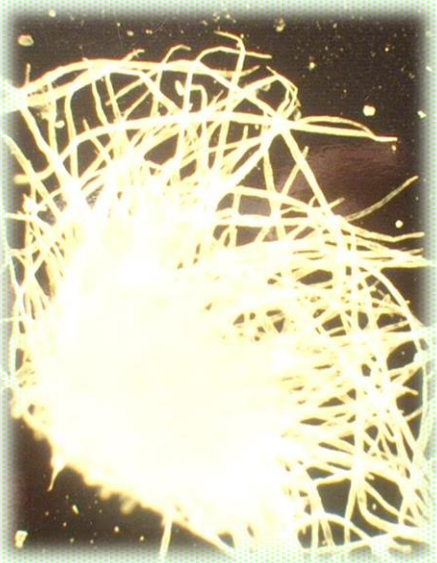
- ◊ Coarseness da polpa é também fator fundamental, pois se correlaciona à espessura da parede celular, densidade básica da madeira e população fibrosa da polpa produzida;
- ◊ Teores de elementos de vasos e finos celulósicos (em especial células de parênquima) são problemáticos, pois podem estar associados a maiores teores de extrativos que estarão afetando a qualidade das polpas.

Em resumo, qualidade das madeiras é tão fundamental quanto o bom desempenho operacional das tecnologias disponíveis para a fabricação. Caso a fábrica opere com campanhas alternadas de polpas tipo papel e solúvel, o mais indicado é utilizar as madeiras problemáticas em misturas controladas nas campanhas de polpa papel, já que esse tipo de produção tem maior facilidade de absorver diferenças qualitativas em termos de densidade da madeira, madeira deteriorada, madeira demasiadamente seca, teor de casca, etc.

Caso não se disponha dessa alternativa, o melhor é usar a madeira problemática como bioenergia. Mas se não houver essa possibilidade, então direcionar a mesma à produção dos tipos menos exigentes de polpas solúveis.

Enfim amigos, o mundo das polpas solúveis pelo processo PHKP é bastante cheio de desafios, o que é um fator sempre motivador para aqueles que têm seus caminhos associados a ele.





Imagens: Acervo Celso Foelkel

Shives e nódulos de fibras:
Dois venenos a administrar na produção de polpas solúveis

4. Minhas vivências no segmento brasileiro de polpas solúveis

Um caminho percorrido e vivido intensamente pelo autor em relação às polpas solúveis ao mesmo tempo em que ele percorria uma rota paralela com as polpas para papéis

Ou seja – entendendo as diferenças, virtudes, problemas e vantagens das duas rotas para maximização dos resultados integrados e de ganhos em novos conhecimentos para o setor

Da pasta para papel aos derivados da celulose

Por Luiz de Seabra
Professor de Tecnologia Florestal do I. S. A.

Nos últimos 50 anos a indústria química orgânica sofreu uma evolução notável seguindo duas directrizes principais. Por um lado a química dos produtos derivados da hulha ou seja a química do acetileno, foi objecto, sobretudo na Alemanha, de um grande desenvolvimento. Por outro lado, nos Estados Unidos, Inglaterra e França, a química do petróleo fez prosperar um número incalculável de novas indústrias.

Se tivermos em conta a origem vegetal do petróleo e do carvão, fàcilmente se justifica todo o interesse dedicado nos nossos dias à química da madeira, para a qual se adivinha um futuro dos mais prometedores.

A análise do lenho mostra-nos ser o seu componente principal um polímero da glucose, a *celulose*, cujo peso molecular depende da sua natureza ou seja, da espécie, da idade da árvore e também da forma como esta substância foi isolada. A celulose é portanto a matéria predominante da parede celular, variando o seu teor, nos casos correntes, entre 40 e 65%, relativamente ao peso total da madeira.

O segundo constituinte é a lenhina, composto solúvel na soda e nas soluções bissulfíticas, operações em que se baseia o fabrico da pasta química para papel. A madeira seca contém 15 a 30% de lenhina, o equivalente, em média, a metade do teor em celulose.

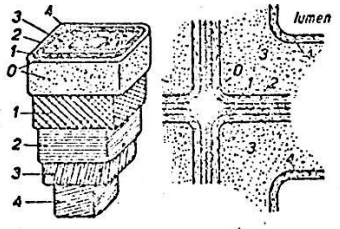
Um terceiro grupo de componentes da parede celular é o das hemiceluloses, substâncias mal definidas, compreendendo pentosanas e hexosanas (com 5 ou 6 carbonos) solúveis em soluções alcalinas fracas. Estes hidratos de carbono entram na composição da madeira numa proporção de 15 a 20%.

Acessòriamente, consoante as essências de que provêm, podem existir nas madeiras, sob a forma de substâncias intercelulares, extratáveis por dissolventes neutros, vários compostos como: taninos, óleo-resinas, matérias corantes, hidratos de carbono simples, polialcoóis, lípidos, esteróis, etc. Alguns destes produtos têm grande valor tecnológico e são objecto de explorações industriais que fazem a sua extracção quer em vida da árvore quer depois do abate. Desdobradas e refinadas, estas substâncias são depois utilizadas no fabrico e preparação de diversos produtos de consumo corrente.

De uma maneira geral, na pasta para papel, existem contudo sempre resíduos mais ou menos importantes dos constituintes não celulósicos, que não influem significativamente nas qualidades do papel.

Após uma série de pesquisas e observações efectuadas pelos raios X e ultramicroscópio, verificou-se

ESTRUTURA SUBMICROSCÓPICA DA FIBRA



0 — Lamela média: Lenhina ≈ 70 %; Pectina; Hemiceluloses; Celulose < 4 %
1 — Parede primária (0,5 μ — Lenhina ≈ 50 %)
2-3-4 — Parede secundária (Celulose ≈ 90 %)
4 — Camada interna (Fibrilas a 80°)
3 — Camada média (Fibrilas a 10-30°)
2 — Camada externa (Fibrilas a 90 %)

AGROS 48 (3-4): 103-118, Maio/Ag.° 1965

Imagem: *Página de rosto de artigo*
Revista Agros 48(3): 103
Autor: Luiz de Seabra

4.1. Anos iniciais - "*Early years*" do Celso Foelkel com as polpas solúveis – entre 1964 a maio de 1981

imagens: Logos ESALQ/USP e SUNY/ESF

Minhas primeiras impressões e obtenção de conhecimentos sobre as polpas solúveis aconteceram em 1964, quando eu ainda cursava o colegial no Instituto de Educação Experimental de Jundiaí, em Jundiaí/SP. Durante as aulas de Química Orgânica, o professor João Alberto Copelli sempre buscava associar a teoria com aplicações práticas da Química. Em uma dessas aulas, nosso colega de classe, Vasco Picchi, apresentou uma palestra sobre uma sua visita à Fiação Brasileira de Rayon Fibra, do Grupo Snia Viscosi. Em uma fábrica integrada na cidade de Americana/SP, a empresa utilizava as fibras do algodão para produção de polpa solúvel e a partir dela fabricava viscose e fibras têxteis de *rayon*. Na época não me entusiasmei muito por esse tipo de fabricação química e que resultava em poluentes aéreos e hídricos, conforme nos explicou o colega Vasco. Como eu era mais focado na área biológica e objetivava ser agrônomo, usei a palestra para motivar-me a procurar entender mais sobre os recursos fibrosos da madeira e de outros materiais e os seus produtos derivados.

Em 1967, no segundo ano como estudante de Engenharia Agronômica na ESALQ – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" em Piracicaba/SP, comecei um estágio no Departamento de Silvicultura, na Seção de Química, Celulose e Papel (SQCP), tendo como mestre e orientador o professor Dr. Luiz Ernesto George Barrichelo, grande amigo que conservo como mestre até os dias presentes. Durante esse período, tivemos uma aproximação muito interessante com os pesquisadores do Setor de Plantas Fibrosas do IAC – Instituto Agronômico de Campinas. Com as pesquisas dos amigos do IAC: Dirceu Ciaramello, Anísio Azzini e Antônio Luiz Salgado, nós da ESALQ aprendíamos muito sobre plantas fibrosas para fabricação de celulose e papel, tais como bambu, crotalária e também o algodão. Sobre o algodão, algumas pesquisas também foram realizadas pelo antigo CTCP – Centro Técnico de Celulose e Papel do IPT/SP, que durante certo tempo desenvolveu um projeto técnico para estudar o potencial de fibras de plantas fibrosas anuais.

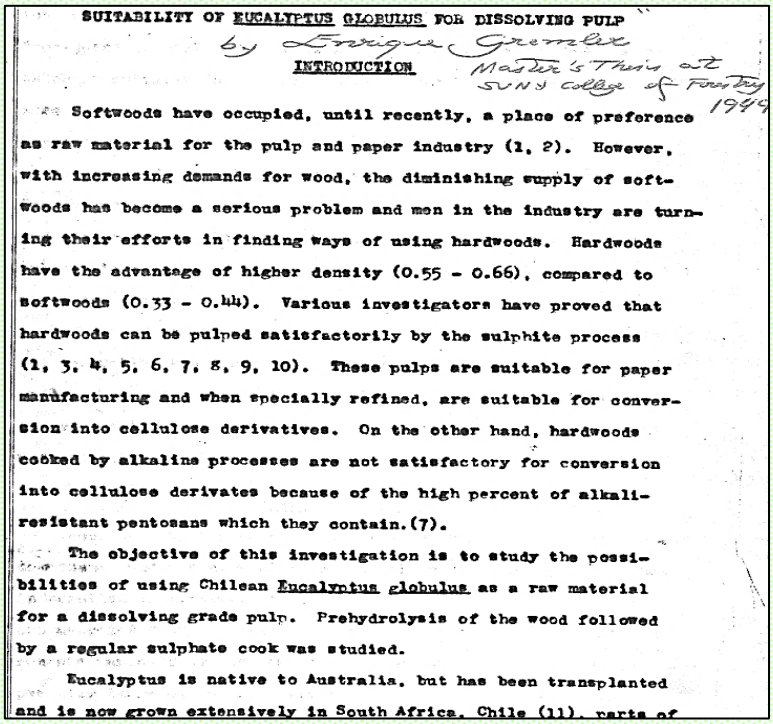
Na ESALQ, onde estagiei e estudei até 1971, nossos estudos eram totalmente concentrados em polpações químicas pelo processo kraft a partir de espécies lenhosas dos gêneros *Eucalyptus*, *Pinus*, *Araucaria*, e também nos aventurávamos com *Bambusa*, bagaço de cana e madeiras nativas brasileiras. Nem se pensava, ou pouco se conhecia em nosso grupo, acerca da produção de polpas solúveis. Somente breves menções surgiram quando do desenvolvimento da tese de doutorado de professor Barrichelo, que estudou a polpação bissulfito a base de magnésio a partir de madeiras de *Eucalyptus saligna*. Nas leituras sobre o processo sulfito, sempre se encontravam menções sobre as potencialidades de se produzir polpas com alto teor de alfa-celulose a partir das polpas branqueadas que tivessem sido obtidas pelos processos sulfito ácido ou bissulfito.

Quando de meus estudos de mestrado em 1972/1973 no College of Environmental Science and Forestry, na State University of New York, em Syracuse/NY, eu tive fantásticos mestres na área de química da madeira e das fibras obtidas pelos processos de individualização das mesmas a partir de madeiras e outros recursos fibrosos naturais. Dentre eles, destaco as competências do Dr. Carl Henri de Zeeuw, Dr. Tore E. Timell, Dr. Richard Mark e Dr. Serge Gorbatsevich, além dos magníficos livros escritos pelo Dr. Wilfred A. Coté, Jr. Os aprendizados a partir desses mestres, somados com os ensinamentos do professor Barrichelo e dos estudos em livros e revistas do setor, conduziram meus caminhos no setor de celulose e papel, sempre buscando entender os fenômenos de polpação e fabricação do papel e derivados de celulose a partir de uma visão anatômica, morfológica e topoquímica da madeira e de seus constituintes.

Em Syracuse, principalmente nas aulas dos professores Timell e Gorbatsevich, eu pude entender o papel das hemiceluloses e os fenômenos que elas criavam, favoráveis nas fabricações de polpas para papel e desfavoráveis nas produções de polpas solúveis. Esses aprendizados tinham como complemento muitas leituras no fantástico livro de 1966 e de título "*Pulping Processes*" escrito pelo Dr. Sven Axel Rydholm, onde aprendi muito sobre os processos sulfito, kraft e pré-hidrólise kraft, bem como sobre a reprecipitação de hemiceluloses no final do cozimento kraft, quando o pH do licor baixava para valor menor que 10. Algo bom para polpas tipo papel e um desastre para polpas solúveis.

Dentre os estudos dos eucaliptos para produção de polpa solúvel pelo processo pré-hidrólise kraft, o material mais antigo que eu consegui obter em minhas buscas didáticas foi durante os estudos em Syracuse. Na biblioteca da universidade, consegui gerar uma cópia da tese de mestrado do engenheiro Enrique Gremler, que foi desenvolvida nessa instituição de ensino e publicada em 1949, valendo-se de madeira chilena de eucalipto e de título: "*Suitability of Eucalyptus globulus for dissolving*

pulp". Infelizmente, não consegui encontrar o documento em formato digital para compartilhar com vocês, mas disponho o trabalho em formato papel, caso haja algum interesse histórico de algum dos leitores.



SUITABILITY OF EUCALYPTUS GLOBULUS FOR DISSOLVING PULP

by Enrique Gremler

Master's Thesis at SUNY College of Forestry 1949

INTRODUCTION

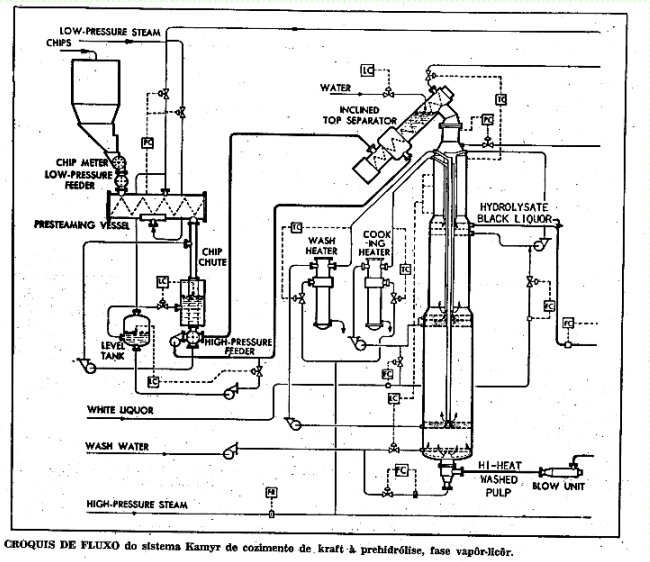
Softwoods have occupied, until recently, a place of preference as raw material for the pulp and paper industry (1, 2). However, with increasing demands for wood, the diminishing supply of softwoods has become a serious problem and men in the industry are turning their efforts in finding ways of using hardwoods. Hardwoods have the advantage of higher density (0.55 - 0.66), compared to softwoods (0.33 - 0.44). Various investigators have proved that hardwoods can be pulped satisfactorily by the sulphite process (1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10). These pulps are suitable for paper manufacturing and when specially refined, are suitable for conversion into cellulose derivatives. On the other hand, hardwoods cooked by alkaline processes are not satisfactory for conversion into cellulose derivates because of the high percent of alkali-resistant pentosans which they contain.(7).

The objective of this investigation is to study the possibilities of using Chilean Eucalyptus globulus as a raw material for a dissolving grade pulp. Prehydrolysis of the wood followed by a regular sulphate cook was studied.

Eucalyptus is native to Australia, but has been transplanted and is now grown extensively in South Africa, Chile (11), parts of

Página inicial do texto da tese de mestrado de Enrique Gremler

As próximas aventuras dos eucaliptos no campo de polpa solúvel das quais eu tomei conhecimento lendo sobre isso surgiram para meus estudos com algumas publicações da empresa sueca Billeruds na década de 1960's. A empresa e sócios locais construíram em Portugal, na região de Figueira da Foz, uma fábrica para utilização da madeira do *Eucalyptus globulus* para produção de celulose solúvel em digestor contínuo Kamyr.



CROQUIS DE FLUXO do sistema Kamyr de cozimento de kraft à prehidrólise, fase vapôr-líquôr.

Digestor contínuo Kamyr para produção de polpa solúvel na CELBI em Portugal

Fonte da Imagem:
https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1969-01_Billerud.pdf

Foi uma aventura notável e engenhosa, mas que infelizmente não perdurou por muito tempo, pois a CELBI – Celulose Beira Industrial aproveitou o seu digestor e demais instalações para produção exclusiva de polpa branqueada para papel nessa fábrica, o que lhe oferecia uma maior produção diária e menores consumos específicos de madeira em relação à polpa solúvel.

Esses meus relatos poderiam se orientar para outros países como África do Sul, Espanha e outros, onde os eucaliptos foram ganhando expressão para produzir polpas solúveis, mas meu objetivo é contar as minhas rotas em relação às polpas solúveis e ir fazendo isso na forma de um histórico próprio e vivenciado.

Dentro desses conceitos, a próxima e importante parte da minha história se refere à vinda da Borregaard ao Brasil, o que se iniciou com o projeto e construção da fábrica no final da década dos anos 1960's.

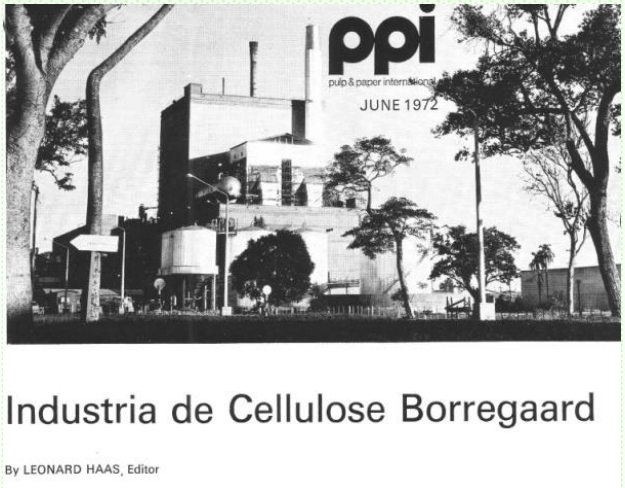


Imagem: Revista PPI já citada

Na final dessa década, a empresa norueguesa Borregaard A.S. optou por instalar na cidade de Guaíba uma fábrica para produção de celulose não branqueada de eucalipto e acácia negra no estado do Rio Grande do Sul. Na verdade, os noruegueses queriam comprar inicialmente apenas a madeira, pois tinham escassez dessa matéria-prima na Escandinávia e, portanto, preços exagerados das madeiras na Noruega. Os governos brasileiros (federal e estadual) não concordaram com a venda apenas de madeira e exigiram que alguma industrialização fosse realizada no Brasil.

A decisão então foi para a implantação de uma operação casada entre o Brasil e a Noruega. A fábrica brasileira de celulose fabricaria polpas não-branqueadas de fibra curta de eucalipto em misturas com madeira de acácia negra para dois tipos de produtos (polpa para papel e

polpa solúvel para derivados de celulose, essa última produzida pelo processo pré-hidrólise kraft). Ambas usando um mesmo digestor. O restante das operações aconteceria na Noruega, inclusive a comercialização seria controlada pela Borregaard norueguesa. Isso permitiria uma revitalização da fábrica da Borregaard em Sarpsborg.

Durante os primeiros dois anos da década de 1970's, houve uma preocupação em formar uma equipe de técnicos brasileiros para operar a fábrica que estava sendo construída em Guaíba, tendo para isso o envolvimento em treinamento pelos noruegueses e a participação de estágios junto a outras fábricas nacionais e internacionais. Nessa época, iniciou-se como um dos comandantes da Borregaard brasileira o saudoso amigo e ex-chefe Dr. Aldo Sani, que teve papel fundamental para o desenvolvimento tecnológico dessa empresa e do Brasil.

Em dezembro de 1971 (inauguração oficial em 16.03.1972), foi iniciada a produção da fábrica no Brasil, para uma vida repleta de desafios, conquistas e decepções. Nessa operação dividida entre dois países, as polpas celulósicas não-branqueadas produzidas no Brasil eram secadas em secadores "*flash dryers*" e embarcadas para a Noruega em um navio especificamente destinado a esse transporte (Borg). As polpas eram transferidas para Sarpsborg na Noruega e ali eram reidratadas, depuradas e branqueadas aos níveis de polpas comerciais de mercado. Assim, a parte inicial da industrialização ficava no Brasil (Guaíba/RS) e a parte final na Europa (Sarpsborg/Noruega).

As polpas branqueadas na Noruega também eram secadas em sistema "*flash drying*". A polpa para papel era comercializada pela Borregaard norueguesa com o nome de Unicel, tendo se constituído na primeira celulose de fibras curtas de eucalipto/acácia que provinha do Brasil e era comercializada no continente europeu em quantidades expressivas. A polpa solúvel branqueada Solvincell, em quantidades entre 30.000 a 40.000 toneladas anuais, era mais para a fabricação de viscose/celofane, sendo que a quase totalidade da mesma fazia viagem de retorno no Borg para comercialização no Brasil. Dizia-se na Riocell que era a única polpa do mundo que cruzava a linha do Equador duas vezes. Essa polpa solúvel obtida de madeiras de folhosas foi a primeira das polpas solúveis produzidas no Brasil a partir de madeiras e mais especificamente de madeiras de eucaliptos e/ou acácia negra. Antes disso, as polpas solúveis consumidas no Brasil ou eram polpas de línter de algodão, ou polpas importadas de outros países produtores, como já visto anteriormente, podendo ser ou não obtidas a partir das madeiras pelos processos sulfito, bissulfito ou pré-hidrólise kraft.

Durante o período do controle norueguês, a avaliação do desempenho das polpas papel e solúvel, que eram produzidas de forma híbrida entre Brasil/Noruega, era também realizada pela equipe da

empresa norueguesa junto aos clientes, principalmente para a polpa Unicel. A Indústria de Celulose Borregaard de Guaíba mantinha conversas técnicas e trocas constantes de relatórios com a Borregaard norueguesa quanto às especificações, atendimento aos clientes e formas de produção das polpas não-branqueadas, bem como para visitas a clientes europeus para entender as problemáticas que estariam sendo resolvidas e as novas necessidades tecnológicas para que as polpas pudessem desempenhar melhor nos clientes finais. Também durante a fase norueguesa da empresa, diversos técnicos noruegueses permaneceram no Brasil para colaborar no projeto, implantação e arranque/operações da fábrica. Em relação às polpas solúveis comercializadas no Brasil, as equipes das áreas comercial e de controle técnico de Guaíba faziam a intermediação com os clientes brasileiros e se valiam das facilidades e conhecimentos do pessoal da Noruega para melhor assistência a consumidores das polpas.

Com a nacionalização da Borregaard brasileira em 1975, poucos anos depois da inauguração, a empresa se tornou uma espécie de organização semi-estatal, em função da troca de acionistas para bancos e fundos de investimentos públicos. A razão social mudou para Riocell - Rio Grande Companhia de Celulose do Sul, depois Riocell S.A., Klabin Riocell e com as mudanças de controle acionário posteriores passou a Aracruz e atualmente, ampliada e modificada pertence ao grupo chileno CMPC.

Em meados dos anos 1970's, o Dr. Aldo Sani se transferiu para a CENIBRA para ajudar na construção da fábrica de celulose branqueada de eucalipto que entrou em operações em 1977 na cidade de Belo Oriente/MG. Voltaremos a essa história mais adiante.

Entre 1975 a 1983, o cordão umbilical entre as fábricas da Riocell em Guaíba/Brasil e Borregaard em Sarpsborg/Noruega foi mantido, pois mesmo nacionalizada e tendo controle acionário de brasileiros, a fábrica gaúcha não possuía a etapa de branqueamento para transformar a polpa que saia do digestor em polpa branqueada comercializável e com alta agregação de valor. A Riocell conseguia até mesmo vender pequena proporção da polpa tipo papel não branqueada para algumas finalidades no Brasil: papel carbono, papel base para impregnação com resinas para utilização em fórmicas, papéis de embalagem, etc. O pior para a empresa brasileira é que, sem opções para o branqueamento das polpas no Brasil, a Riocell acabava assinando contratos de branqueamento com a Borregaard norueguesa que eram muitíssimo favoráveis aos noruegueses. Assim, a maior parte da polpa continuava a transitar da mesma forma que acontecia antes da nacionalização. A alternativa encontrada para o saneamento tecnológico e financeiro da Riocell foi a criação de um projeto para instalação de um branqueamento e complementação de outros itens tecnológicos (centro de P&D, tratamento de poluentes, mudança na

forma de secagem das polpas, etc.) na fábrica brasileira, o que viria a entrar completamente em operações em março de 1983.

Durante esse período inicial da fábrica brasileira, entre 1971 a 1983, as atividades de desenvolvimento técnico se concentraram em estudos sobre reduções dos impactos ambientais da fábrica, pois houve uma forte rejeição das populações vizinhas ao odor de uma fábrica com tecnologias dos anos 1970's. Também se estudavam as matérias-primas (madeiras de diferentes espécies e idades de florestas de *Eucalyptus* e de *Acacia mearnsii*, em proporções que variavam entre 100% a 0% de uma e de outra, conforme as disponibilidades de madeira e objetivos das campanhas produtivas, sendo a mais usual a proporção de 70% de madeira de eucalipto e 30% de acácia, base peso).

Entre 1971 a maio de 1981, como não existia ainda na fábrica um laboratório bem equipado para ensaios em planta piloto e bancada, estudava-se muito a polpação no próprio digestor contínuo Kamyr e a diferenciação de lotes de polpas conforme algumas poucas características de qualidade, que eram mais indicadores de controle operacional do que relacionadas às necessidades dos clientes finais, já que o branqueamento e a finalização das polpas ainda ocorriam na Noruega. Dentre esses indicadores de qualidade se tinham: teor de rejeitos/sujeira, número kappa, viscosidade intrínseca, solubilidade da polpa em solução de soda cáustica a 5% e a frio (S5), teor de feixes ("*shives*") e de fibras enoveladas ("*fish eyes*") nas polpas secadas nos "*flash dryers*". Muito pouco para se aventurar em tentar diferenciar produtos dentro de cada tipo de polpa, fossem em polpas para papel ou polpas para dissolução. Até mesmo porque, a logística complexa não permitia se separar lotes distintos de polpas para enviar para a Noruega, pois as viagens de ida e vinda do navio Borg tomavam muito tempo e as polpas se misturavam sem se ter condições de atuar adequadamente em separações diferenciadas. Algumas vezes se testavam lotes produzidos com madeiras diferenciadas, mas isso não era frequente nessa época inicial com celulose apenas não-branqueada. Só se atuava então como uma empresa produtora de *commodities*, uma polpa *commodity* tipo papel e uma polpa *commodity* tipo solúvel.

O maior diferencial entre as polpas branqueadas tipo papel da Riocell em relação às outras polpas de mercado era a dupla secagem em secadores "*flash*" (primeiro da polpa não-branqueada no Brasil e depois da polpa branqueada na Noruega). Isso conferia às polpas uma fantástica capacidade de serem resistentes ao colapsamento no refino e davam origem a papéis volumosos, porosos, com fibras encurvadas e dobradas, características especialmente desejadas para fabricações de papéis decorativos e sanitários.

Outro diferencial na fábrica da Riocell foi o seu digestor contínuo Kamyr, mesmo depois do branqueamento ser iniciado em 1983. O digestor possuía uma seção a mais do que os digestores tradicionais: era uma seção na parte superior do mesmo para a realização da fase de pré-hidrólise ácida, em dimensão quase similar à seção seguinte de polpação kraft. Para construção desse digestor, que era especial para produção alternada entre polpas para papel e polpas solúveis, a Kamyr se apoiou nas descobertas que tinha conquistado para a construção do digestor da fábrica de polpa solúvel na CELBI. A Kamyr também construiu um protótipo relativamente grande para testar o digestor para a Riocell, já que o digestor possuía a seção de pré-hidrólise em aço inoxidável para resistir às condições de acidez da hidrólise. Esse digestor experimental foi depois modernizado e ampliado pela Kamyr e vendido para a empresa uruguaia FANAPEL, que conseguia obter na fábrica de Juan Lacaze produções próximas e até superiores a 100 toneladas por dia em operações sem pré-hidrólise, ocupando todo o digestor para o processamento kraft.

Voltarei mais adiante a contar alguns grandes sucessos obtidos com o incrível digestor da Riocell.

Depois desse breve preâmbulo sobre a Borregaard/Riocell, pois assim foi o sequencial da história da polpa solúvel no Brasil, volto a relatar sobre onde, como e quando eu fui tendo minha vida profissional associada à rota das polpas solúveis no Brasil.

Fábrica da CENIBRA em 1977

Fonte da Imagem:
https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/news46_CENIBRA.pdf

***Imagem*:** UFV – Universidade Federal de Viçosa - Foto por Celso Foelkel

Antes de eu começar a trabalhar como funcionário da Riocell, o que se iniciou em agosto de 1979 e terminou em 31 de maio de 1998, eu trabalhei por pouco mais de três anos na CENIBRA – Celulose Nipo Brasileira, entre 01 de abril de 1976 a 31 de julho de 1979. Nessa época, atuava como diretor superintendente da CENIBRA o Dr. Aldo Sani, que me convidara a me transferir da ESALQ (onde eu era professor contratado) para a fábrica da CENIBRA em Belo Oriente/MG. Ali me ofereceram muita flexibilidade de trabalho e um incentivo constante para estudar os eucaliptos, suas madeiras, polpas e processos de fabricação. Fazíamos isso tanto nos laboratórios e nas áreas industriais da CENIBRA, bem como nos laboratórios do Departamento de Engenharia Florestal da UFV – Universidade Federal de Viçosa, local onde havíamos criado em 1977 um curso de pós-graduação em tecnologia de celulose e papel para desenvolvimento de recursos humanos para o setor brasileiro desse segmento industrial (http://celso-foelkel.com.br/relatos.html).

Mesmo distantes da Riocell em termos geográficos, o pessoal da CENIBRA sempre estava atento aos desempenhos da fábrica da Riocell em Guaíba. A principal razão era que tanto o diretor superintendente como muitos das chefias técnicas como dos engenheiros de processo tinham sido profissionais da Borregaard/Riocell em Guaíba, sendo alguns deles gaúchos de coração ou de opção, antes de virem para Minas Gerais. Por isso, eram frequentes as conversas onde se mencionavam sobre as polpas solúveis sendo fabricadas na Riocell.

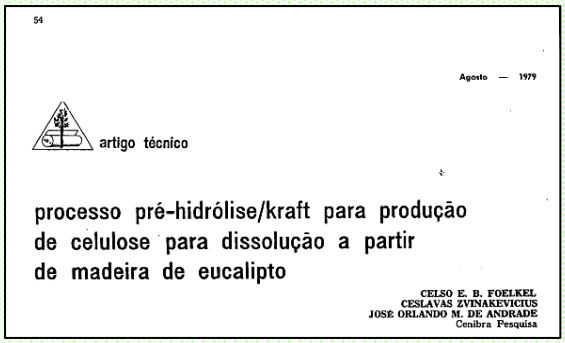
Infelizmente, a antiga Borregaard e a própria Riocell, que a sucedeu em razão social, não tinham na época (1971 a 1979) a cultura de publicar artigos ou de palestrar na ABTCP sobre temas de seu processo industrial e produtos. Havia ocorrido naquela empresa algumas iniciativas de publicar artigos na ABTCP, mas eram mais de temas

florestais ou ambientais. Nem mesmo as empresas fabricantes de equipamentos tão sofisticados como foi o digestor contínuo Kamyr desenho exclusivo para a Borregaard/Riocell se aventuravam a publicar algo sobre a produção de polpas solúveis no Brasil a partir das madeiras de folhosas. Por essa razão, quase nada havia disponível na literatura brasileira sobre as polpas solúveis de eucalipto, obtidas pelo processo pré-hidrólise kraft. Quando lá fui trabalhar algum tempo depois, descobri que a realidade era bem outra. A então Riocell dispunha de dezenas de estudos sobre produção de polpa solúvel de eucalipto e de acácia negra, todos na forma de relatórios de estudos realizados: na Borregaard norueguesa, pela Kamyr em seus experimentos para projeto do digestor e nas próprias instalações industriais da Riocell em Guaíba. Mas tudo era mantido internamente, nada sigiloso, mas sem a cultura de divulgar via publicações ou palestras em eventos.

Na CENIBRA, mais por curiosidade tecnológica do que uma necessidade da empresa, decidimos colocar a alternativa de produção de polpa solúvel a partir do eucalipto como uma das pesquisas no laboratório. Também conseguimos algumas amostras de polpas solúveis internacionais para avaliação de suas qualidades para comparação com o que obtivemos para a polpa de eucalipto. Isso seria de muita valia para me ajudar com as aulas do curso de pós-graduação em Viçosa.

Surgiu assim uma pesquisa interessante para nossa talentosa e laborosa equipe de pesquisas da CENIBRA e com a participação do saudoso e grande amigo Ceslavas Zvinakevicius e do engenheiro José Orlando Mendonça de Andrade. Dessa pesquisa resultou um artigo publicado mais tarde na Revista O Papel com o titulo: "*Processo pré-hidrólise kraft para produção de celulose para dissolução a partir de madeira de eucalipto*", colocado para acesso público mais adiante nesse documento. Essa não foi nossa única incursão sobre polpas solúveis na CENIBRA, pois também aproveitamos para testar nesse tipo de polpa uma etapa de deslignificação com oxigênio, antecedendo ao branqueamento – publicação que foi lançada em 1980.

Nosso artigo inicial, produzido em 1979, que foi publicado na revista O Papel da ABTCP, ganhou popularidade, pois poucos do nosso setor no Brasil conheciam alguma coisa sobre polpas solúveis a partir dos eucaliptos, exceção talvez do pessoal da Borregaard e os clientes brasileiros da polpa Solvincell. E para nós, técnicos da CENIBRA e para o grupo de alunos da UFV, os artigos foram oportunidades de antecipar o sucesso que os eucaliptos poderiam atingir com esse tipo de fabricação.

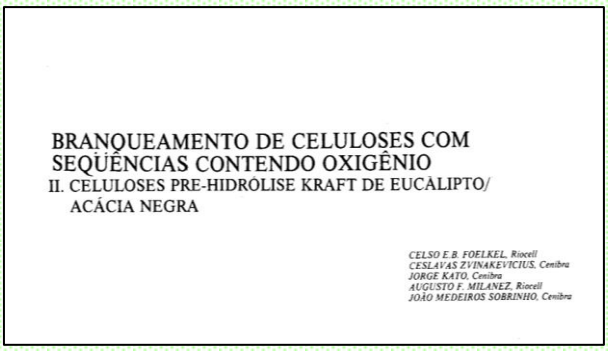

54

Agosto — 1979

artigo técnico

processo pré-hidrólise/kraft para produção de celulose para dissolução a partir de madeira de eucalipto

CELSO E. B. FOELKEL
CESLAVAS ZVINAKEVICIUS
JOSÉ ORLANDO M. DE ANDRADE
Cenibra Pesquisa

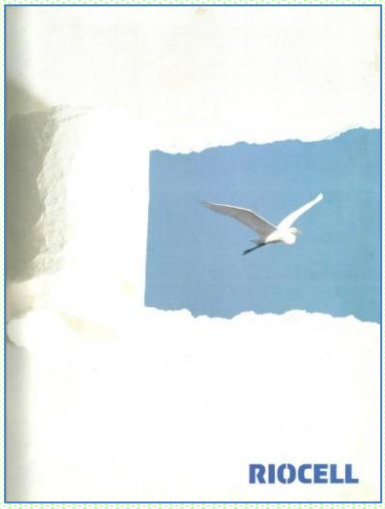

BRANQUEAMENTO DE CELULOSES COM SEQUÊNCIAS CONTENDO OXIGÊNIO
II. CELULOSES PRE-HIDRÓLISE KRAFT DE EUCALIPTO/ ACÁCIA NEGRA

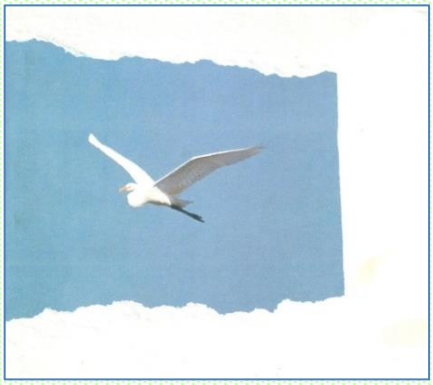
CELSO E.B. FOELKEL, Riocell
CESLAVAS ZVINAKEVICIUS, Cenibra
JORGE KATO, Cenibra
AUGUSTO F. MILANEZ, Riocell
JOÃO MEDEIROS SOBRINHO, Cenibra

Imagens: Publicações da ABTCP

E: https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/1979_Pre_hidrolise_kraft.pdf

D: https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1980.%20Branqueamento%20oxig%EAnio%20polpas%20sol%FAveis%20ac%E1cia%20e%20eucali.pdf





Imagens: Catálogo promocional da Riocell – Anos 1990's

Algum tempo depois do término daquela pesquisa na CENIBRA, ainda em 1979, exatamente no dia 07 de agosto, fui contratado para trabalhar na Riocell - Rio Grande Companhia de Celulose do Sul, mais uma vez pelo convite do Dr. Aldo San, que havia se transferido para lá em 1978. Dentre as diversas atribuições que eu teria na Riocell, listarei apenas quatro delas, relacionadas fortemente às polpas solúveis:

1. Desenvolver e aperfeiçoar tecnologias e aumentar o nível de conhecimentos sobre a produção e qualidades das celuloses dos tipos para papel e para dissolução (polpa solúvel) a partir de madeiras de eucalipto e acácia negra;
2. Colaborar para atendimento das demandas técnicas para a modernização e complementação da fábrica ("Projeto de Branqueamento");

3. Dar suporte técnico para a área comercial para colaborar na aceitação e crescimento do mercado das celuloses de fibra curta dos tipos papel e solúvel obtidas de eucaliptos;
4. Colaborar no desenho do projeto, implantação, posta-em-marcha e obtenção de recursos públicos subsidiados (FINEP e fundos setoriais de apoio à inovação) para a construção e operação de um dos mais bem equipados Centros Tecnológicos do setor de celulose e papel tanto do Brasil como internacionalmente. Conseguimos um excelente financiamento (carência de 7 anos e correção monetária bem baixa) correspondente a mais de um milhão de dólares junto à FINEP com intermediação do BRDE – Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. A Riocell colocou mais um milhão de dólares e passamos a ter um centro tecnológico ímpar e admirado globalmente.

A liberdade de ação e de compartilhamento dos conhecimentos com a sociedade e mais o entusiasmo foram forças motrizes poderosas para que as coisas acontecessem, mesmo com as dificuldades financeiras que a empresa enfrentou entre 1980 a 1983, período do "projeto do branqueamento" e complementação tecnológica da antiga fábrica da Borregaard.

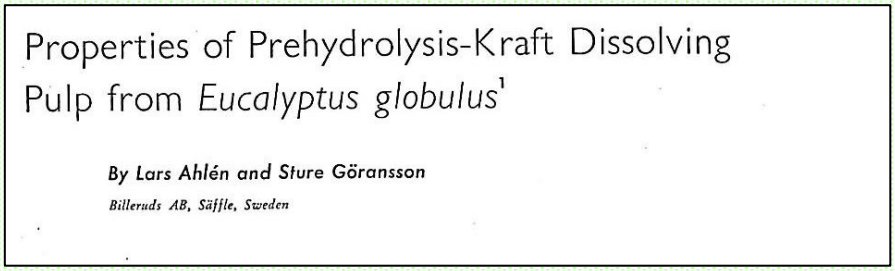
Enquanto corriam as obras para a construção do Centro Tecnológico e a complementação da fábrica, nossa equipe da área tecnológica se dedicou, dentre outros objetivos, a estudar as diferentes campanhas de produção, conforme se variavam as condições de hidrólise, polpação e composição de madeiras. Também nos dedicamos a entender outros indicadores de qualidade de polpas solúveis e sua aplicabilidade no controle de qualidade. Eram pesquisas simples, pois não se tinham ferramentais ainda para maiores profundidades nos estudos, mas que elucidaram muitas de nossas necessidades. Isso aconteceu principalmente para se entender melhor as polpas solúveis dos concorrentes que atuavam no Brasil, já que se dispunha apenas de um laboratório químico para avaliar a qualidade das polpas solúveis. E isso era suficiente, para separar os diferentes tipos de polpas solúveis conforme a sua qualidade química.

Também se investiu muito na qualificação das pessoas, com cursos, estágios e visitas técnicas relacionadas à área de polpas solúveis. Na pessoa do saudoso e qualificado engenheiro e amigo José Vilton Marengo e sua equipe do laboratório, fomos criando uma bagagem de conhecimentos nessa área para quando o projeto do branqueamento fosse concluído, o que aconteceu em 1983. Dentre as novas atuações para nossa equipe técnica, foi priorizado estudar os procedimentos de

avaliação das polpas solúveis, não apenas quanto às avaliações físico-químicas, mas de tentarmos ir mais adiante, produzindo o derivado de celulose e avaliando o comportamento de nossas polpas solúveis. Com isso, tentamos projetar um setor no futuro Centro Tecnológico para avaliações mais sofisticadas de nossas polpas solúveis. Até mesmo um microscópio eletrônico de varredura foi comprado e uma mini-planta piloto para produção e avaliação da filtrabilidade da viscose (em escala de bancada) foi estudada e posteriormente construída e colocada em operações.

Com a conclusão do Centro Tecnológico da Riocell e inauguração do mesmo em primeiro de maio de 1981, pudemos avançar na qualidade e profundidade das pesquisas, passando então a gerar um banco de dados altamente valioso e que foi útil durante todo o tempo em que a Riocell produziu polpa solúvel. Também foi muito valioso para a empresa Bacell, que sucedeu a Riocell na produção de polpa solúvel dentro do grupo Klabin a partir de 1996.

Diversas pesquisas publicadas dessa época inicial estão disponibilizadas para acesso público nas seções 6 e 7 desse Relato de Vida. Outras publicações, produzidas por outros grupos de pesquisadores e autores, inclusive internacionais, também estão relacionadas no seção 7.


Properties of Prehydrolysis-Kraft Dissolving Pulp from *Eucalyptus globulus*[1]

By Lars Ahlén and Sture Göransson

Billeruds AB, Säffle, Sweden

Origem da Imagem:

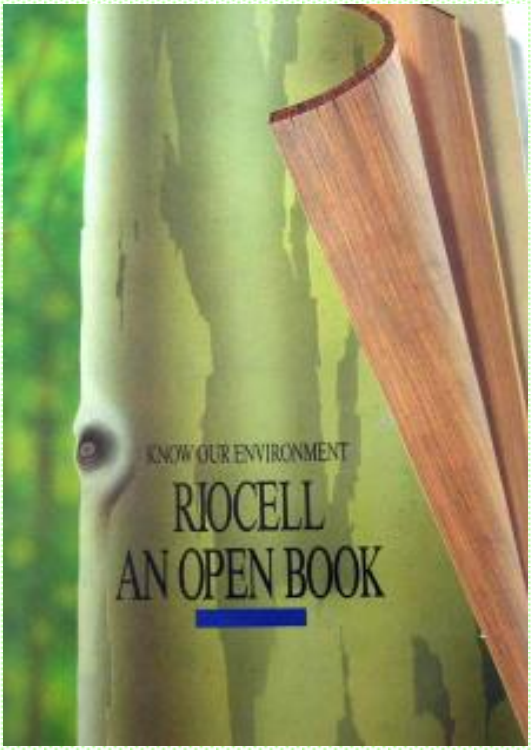
Proceedings Second International Symposium on Viscose Technical Questions
https://openlibrary.org/works/OL6740025W/Proceedings_from_second_International_Symposium_on_Viscose_Technical_Questions_2-4_October_1967_Stoc#editions-list

Pioneirismo em estudos e publicações sobre polpas solúveis no Brasil:

Celso Foelkel, Carlos Busnardo, Antônio Waldomiro Petrik e Augusto Milanez
Comemorando com a equipe Riocell uma premiação da ABCP em 1980 com um churrasco gaúcho em Guaíba

Centro Tecnológico da Riocell – Acervo Celso Foelkel

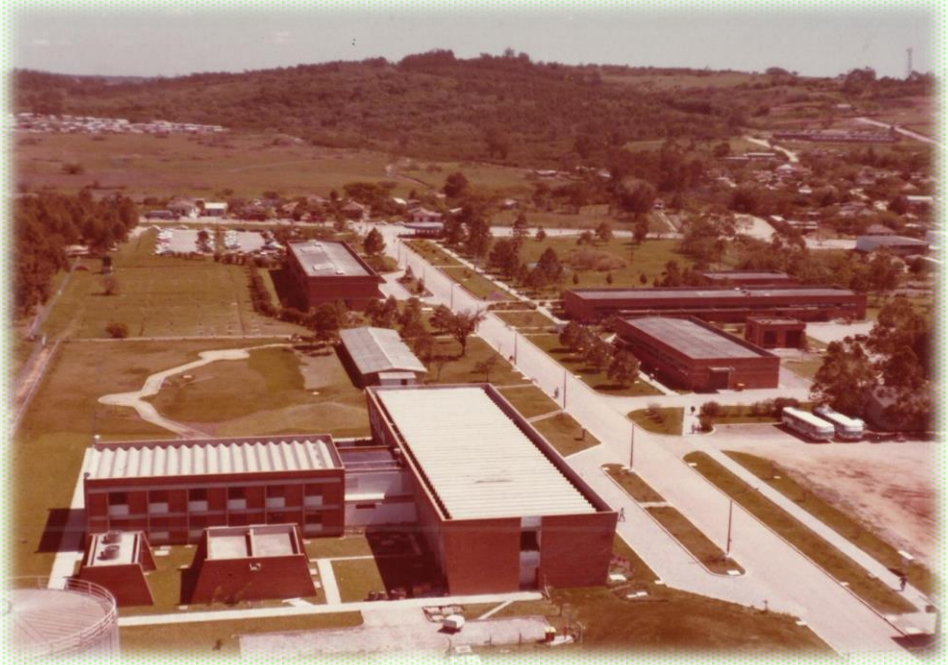
4.2. Anos de ouro – "*Golden years*" do Celso Foelkel com as polpas solúveis na Riocell – entre maio de 1981 a 1998



Imagens: *Páginas de rosto*

E: *Riocell – Catálogo promocional*

D: *Relatos de Vida por Celso Foelkel: Projeto Bacell – 1993 / 1995*



Centro Tecnológico da Riocell (Fase 1) após conclusão em maio de 1981
Alguns poucos anos mais tarde, o centro foi ampliado, tomando um formato de H e não mais de um T
Foto: Acervo Celso Foelkel

A partir de maio de 1981, com a entrada em operações do Centro Tecnológico da Riocell (mais tarde denominado de Centro Tecnológico "Aldo Sani") e seus bem-equipados e amplos laboratórios apoiados por uma maravilhosa biblioteca e uma equipe altamente qualificada, passamos a estudar com profundidade o assunto de produção e qualidade das polpas solúveis. Na biblioteca e na rede de informações criada dentro do setor, estávamos sempre "à caça" de novos conhecimentos em livros, eventos, artigos de revistas, patentes, etc. Com a integração que tínhamos com a equipe industrial, comercial e de projetos da fábrica da Riocell, passamos a nos preparar então para a entrada das novas instalações do branqueamento e da máquina de secar as folhas com adaptações para produzir folhas de baixas densidades e menos resistentes como no caso das polpas solúveis. Ou seja, uma máquina de formar e secar folhas, especialmente desenhada para a produção desse frágil tipo de folhas, as quais possuem pouco ligantes hemicelulósicos.

A polpa Solvincell, que a empresa fabricava desde 1972, passaria a ter novas roupagens e novos destinos. A Riocell estaria tendo à sua disposição não apenas um digestor especial para polpas solúveis, mas também especiais seriam as etapas de branqueamento, depuração da massa e de formação e secagem das folhas. Com isso, pretendia-se sair de uma polpa, quase que exclusivamente usada para viscose e celofane

(para clientes como Rhodia, Matarazzo, Fibra e Votocel), para encontrar outras especialidades onde se pudesse atuar (acetato, éteres e nitrocelulose). Mesmo para o segmento viscose, estabeleceram-se metas de melhorar e diversificar a qualidade para atendimento a nichos na área de viscose que não se tinham ainda tanto sucesso, como fios para pneus e de alta resistência.

Como já visto, mesmo antes do início do branqueamento em Guaíba, a fábrica produzia a celulose solúvel na forma não-branqueada em um digestor exclusivamente desenhado pela Kamyr. Esse digestor podia alternadamente produzir polpas para papel e solúvel. Graças às configurações do projeto, o digestor oferecia oportunidades únicas para as produções de polpas para papel, tais como a utilização de mais uma zona para cozimento (que nas polpas solúveis era usada para a pré-hidrólise) e a distribuição fracionada do álcali para cozimento, o que podia se fazer repartindo a carga total entre o topo e as outras duas zonas de cozimento, além de se dispor ainda de uma zona de lavagem Hi-Heat.

As vantagens oferecidas por essas configurações motivavam estudos de distribuição de carga alcalina e inclusive de realizações de cozimentos em situações de movimentação interna em contracorrente (cavacos caminhando em um sentido e licor de cozimento em outro) e concorrente (cavacos e licor movimentando-se no mesmo sentido). Isso podia ser feito para todo o digestor, ou em algumas das suas zonas.

Em função dessas oportunidades, foram testadas diversas alternativas de tipos cozimentos e com misturas de diferentes espécies de madeiras para polpas para papel e polpas solúveis (variando entre 100% de eucalipto até 100% de acácia negra). Para os eucaliptos foram testados individualmente e em misturas: *Eucalyptus saligna, E. grandis, E. tereticornis* e anos mais tarde *Eucalyptus globulus var. maidenii*), além de híbridos e de outras espécies em testes industriais.

Dessa forma, a Riocell acabou sendo uma das fábricas pioneiras no mundo em utilizar o conceito de cozimento com distribuição do álcali ativo através do que se denominou de "polpação kraft modificada", o que levou à geração de um conceito que permanece até os dias de hoje. Tamanho foi o sucesso dessa prática, que poucos anos mais tarde, a Riocell recebeu a visita dos idealizadores dessas tecnologias de polpação modificada, os doutores Nils Hartler e Ants Teder. Eles vieram para confirmar a importante inovação da equipe operacional da Riocell, que estava em consonância às descobertas deles. Já mencionamos que ao se cozinhar no final do cozimento em processo contracorrente, com injeção do licor no final do cozimento não se permite a reprecipitação de lignina e nem de hemiceluloses na polpa sendo finalizada no digestor, o que é uma vantagem na produção de polpa solúvel e para alguns tipos de papéis.

Conheçam essa incrível façanha através do artigo de 1983:

Polpeamento contínuo em contracorrente. A.W. Petrik; L.A.O. Coimbra; M.R. Roza; A.F. Milanez; J.V. Marengo. III Congresso Latino-Americano de Celulose e Papel. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 09 pp. (1983)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/01%20%20Petrik%20e%20coworkers.pdf

Entre 1981 e 1982, preparando-se para a complementação da fábrica e "start-up" do branqueamento, o que aconteceria em março de 1983, procurou-se melhorar o nível de qualificação da equipe do centro tecnológico em relação aos usos e qualidades das polpas solúveis. O objetivo era ampliar e melhorar as formas de avaliação de polpas solúveis tanto na própria produção da fábrica, como no desempenho delas nas fábricas dos clientes.

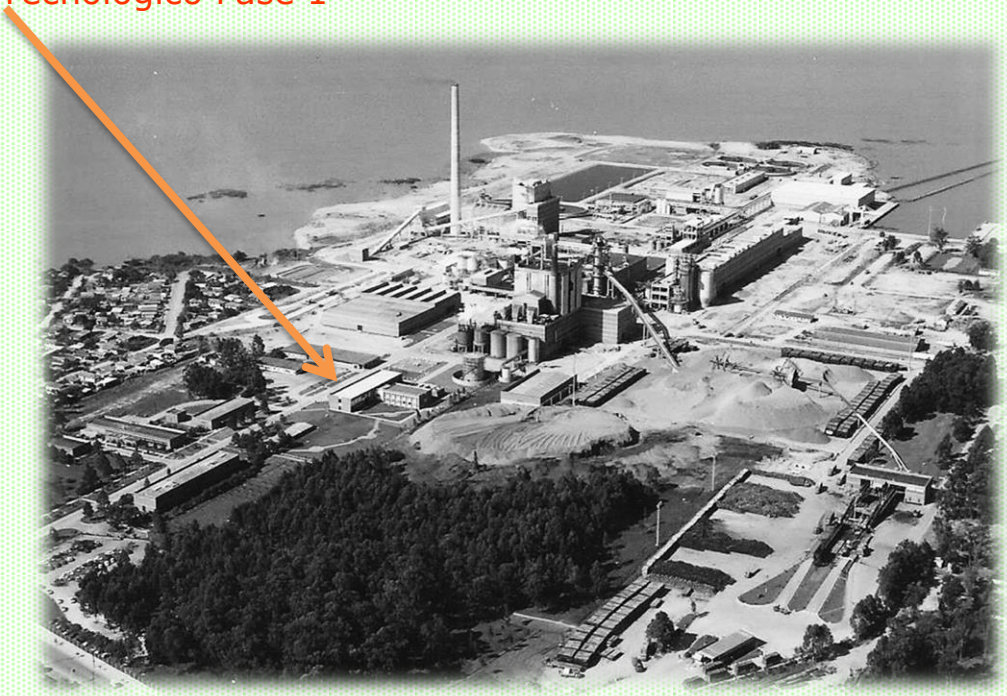
Para isso, foram colocados focos em:

- Criar uma "planta piloto" em escala de bancada para produzir e testar a filtrabilidade (teste Kf) da viscose com a finalidade de entender os problemas causados por inadequações nos processos de fabricação, nas matérias-primas florestais e nas polpas;
- Desenvolver especializações internas e em parcerias para ensaios de acetilação e nitração das polpas solúveis produzidas na fábrica e em laboratório;
- Criar condições laboratoriais e de qualificação dos técnicos para ampliar ações tecnológicas no processo de produção de polpa solúvel;
- Manter integração exemplar com clientes, com o pessoal da fábrica e com a área comercial da própria Riocell.

Muitas dessas ações foram coordenadas e implementadas pelo nosso saudoso engenheiro José Vilton Marengo, que recebeu treinamentos e estagiou na própria Borregaard na Noruega, visitou instalações desses tipos de produções em escala piloto na Noruega e Finlândia e procurou liderar parcerias com universidades e institutos de pesquisas no Brasil (UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul e CTCP – Centro Técnico em Celulose e Papel do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo) e internacionais (Shirley Institute do Reino Unido - https://en.wikipedia.org/wiki/Shirley_Institute). Após a entrada em operações do branqueamento, também mantivemos parcerias tecnológicas com a Lenzing da Áustria, com a Rhodia Brasil e Rhone

Poulenc (França), com a Imbel e Nitro Química (Brasil) e mais as parcerias com praticamente todos os clientes de polpas solúveis.

Centro Tecnológico Fase 1



Riocell após inauguração do "projeto de branqueamento" em 1983
Foto: Acervo Celso Foelkel

Finalmente, em março de 1983, entraria em operação a fábrica completa e assim se libertava a empresa Riocell da dependência em relação à Borregaard norueguesa. Não que essa dependência fosse nefasta ou parasitária, era uma consequência do processo e das opções disponíveis a cada fase da criação e evolução da empresa Riocell, outrora a brasileira Borregaard, dentro desse segmento industrial. As grandes vantagens do "projeto de branqueamento" foi dar a desejada autonomia à Riocell, que não mais dependeria de ter que enviar suas polpas para branquear na Noruega e também poderia tratar das suas necessidades tecnológicas em Guaíba, dispondo de uma equipe e de um centro tecnológico ao nível dos melhores disponíveis na época para empresas similares.

Depois que o branqueamento das polpas se iniciou e a fase inicial de aprendizado técnico e operacional se findaram com a estabilização da produção, a diretoria da empresa em consonância com o conselho de administração fez a opção de que a empresa trabalharia com especialidades, polpas que fossem únicas e desejadas pelas suas virtudes diferenciadas em relação aos mercados tipicamente de "commodities". Essa opção se aplicaria tanto para as polpas para fabricação de papel

como para as polpas solúveis. As razões para isso eram evidentes: a empresa dispunha de tecnologias para tentar esse tipo de aproximação mercadológica, mas a principal razão era o seu pequeno "*global market share*" (fatia do mercado global), tanto no caso das polpas para papel como no das polpas solúveis. Para atingimento dessa filosofia e prática comercial havia uma expectativa de um posicionamento diferenciado, o qual se poderia conseguir com a atuação da equipe do centro tecnológico, tanto no apoio das operações fabris, aperfeiçoamento das tecnologias e atendimento/integração com clientes de ambos os tipos de polpas, também acompanhando a equipe da área comercial.

Em função dessa opção por diferenciação, a empresa passou a atuar no aperfeiçoamento e nos mercados para os seguintes tipos de polpas de mercado:

- Polpa para papel branqueada em fardos constituídos por folhas de fibras e com as tradicionais utilizações desse tipo de polpa de eucalipto;

- Polpa para papel não-branqueada (em fardos) secada por sistema "flash drying" em blocos de fibras, orientada para papéis de impregnação fenólica, papéis de embalagem, papel carbono, etc.;

- Polpa para papel branqueada semi-refinada antes da secagem das folhas (Polpa Refincell);

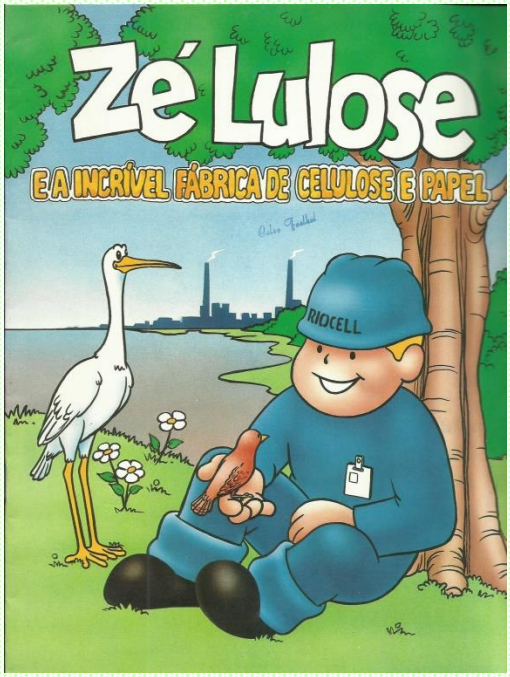
- Polpa para papel branqueada com alta alvura e limpeza (Polpa para papel fotográfico);

- Polpa para papel branqueada (em fardos) secada por sistema "flash drying" em blocos de fibras, orientada para papéis "tissue", decorativos, filtros industriais, etc.;

- Polpa "filler" não branqueada, uma espécie de pasta semi-química produzida pelo desfibramento dos nós e rejeitos da depuração da massa não-branqueada e secada em fardos (blocos de fibras) pelo sistema "flash drying". Era utilizada em compósitos de fibrocimento e papéis de embalagem.

Paralelamente à produção de polpas para comercialização destinada aos fabricantes de papel, a Riocell também utilizava parte de

sua produção dessa celulose para a produção de seus próprios papéis (impressão e escrita, envelopes, etc.). Durante certo tempo, produziu em escala pequena, inclusive um maravilhoso papel para impressão denominado "Ecograph", fabricado com celulose deslignificada ao oxigênio.



Imagens: Obtidas de livreto infantil para distribuição pública pela Riocell

Na área de produção de polpas solúveis foi realizado um enorme esforço envolvendo três setores da empresa (fabricação de celulose, comercial e centro tecnológico) com dois objetivos principais: 1- Encontrar clientes potenciais para se integrar no desenvolvimento de produtos especiais; 2- Trabalhar conjuntamente com eles para diferenciar produtos para atndimento a mercados distintos e selecionados no Brasil e internacionalmente (França, Inglaterra, Argentina, Alemanha, Espanha, Itália, etc.). Houve um momento na história da empresa que mais de 80% das 40.000 toneladas de polpa solúvel eram orientadas para a exportação.

Para os mercados relacionados às polpas solúveis, foram definidas metas para o desenvolvimento e garantia de qualidades competitivas para os seguintes tipos de produtos:

- Polpas de transição entre as campanhas de polpa papel e solúvel, o que acontecia nos dois sentidos de trocas de campanhas. As polpas de transição acontecem porque nos digestores contínuos fica difícil

evitar a contaminação de um tipo de fibra com o outro em trocas de campanhas. Para esses dois tipos de polpas (papel e solúvel), a contaminação mais grave é a da polpa tipo solúvel sendo contaminada por fibras de polpa para papel. No caso de contaminações de polpas para papel com fibras de polpa solúvel, até que se cria um produto interessante para os fabricantes de papéis filtros, "*tissue*" e decorativos.

- Polpas para fios de tecido viscose e para papel celofane;
- Polpas para fios de alta tenacidade e resistência produzidas pelo processo de xantação;
- Polpas para *lyocell* e *modal* (parceria com a Lenzing)
- Polpas para acetilação (polpas tipo Acetato);
- Polpas para nitração (polpas tipo Nitrocelulose);
- Polpas para eterificação e produção de hidróxietil e hidróximetil celulose (Polpas tipo Éter)

Dessa forma, a Riocell acabou sendo uma das primeiras empresas de celulose de mercado com diversificação de seus produtos em especialidades, dispondo na verdade de diferentes e variados tipos de polpas celulósicas, tendo como matérias-primas fibrosas as madeiras de espécies de *Eucalyptus* e da *Acacia mearnsii*. Toda essa evolução foi criada e produzida pela intima relação entre as áreas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico da empresa, as áreas comerciais e de produção fabril. Uma interação notável, conquistada graças à credibilidade, qualificação e esforço das pessoas e ao processo de desenvolvimento gerado nos laboratórios, plantas pilotos e ensaios industriais na própria fábrica.

Por essa razão, entre 1981 até 1998, considero que vivemos anos dourados na Riocell em função também dos desenvolvimentos dedicados às polpas solúveis. Pode-se afirmar que o envolvimento de nossa equipe tecnológica nesse processo de desenvolvimento de mercados e de especificações para esses tipos de celulose solúvel foi marcante, bem sucedido e trabalhoso, tendo se iniciado já na primeira campanha de polpa solúvel totalmente branqueada na Riocell (que aconteceu em junho de 1983) e se prolongou até a última campanha de polpa solúvel na

empresa, no primeiro semestre de 1998. A destacar as atuações exemplares inicialmente do engenheiro José Vilton Marengo e posteriormente dos engenheiros químicos Alberto Ferreira Lima e Marco Aurélio Luiz Martins. Também credito muito desse sucesso às pessoas da área industrial (Antônio Waldomiro Petrik, Luiz Antônio de Oliveira Coimbra, Romeu Antônio Zanchin, Paulo Ricardo Pereira da Silveira e André Turquetti), da área comercial (Carlos Gallo Neto, Raul Francisco Comerlato e Sérgio Nicolau Kilpp) e do próprio centro tecnológico (Clóvis Zimmer, Edvins Ratnieks, Vera Sacon, Jorge Herrera, Moacyr Sauer, Carlos Busnardo, Patrícia de Oliveira, dentre outros) Outros dedicados colaboradores na Riocell para essa temática estão citados na seção 10 desse documento.

É importante mencionar que esse desenvolvimento tecnológico em polpas solúveis focou em três tipos de atuação vital para a empresa:

- Área florestal e geração de matérias-primas orientadas aos processos e produtos da empresa (gêneros *Eucalyptus* e *Acacia*);

- Área ambiental tanto florestal, industrial, gestão e respectivas certificações;

- Área industrial e de produção de celulose e papel: onde podem ser destacadas inúmeras atividades de desenvolvimento de processos e produtos celulósicos para dissolução, como a seguir relacionadas:
  - ♣ Desenvolvimento e otimização de estudos de polpação pelos processos kraft, kraft/antraquinona e pré-hidrólise kraft (polpa solúvel) a partir de diversas espécies e clones de eucaliptos e de madeira de acácia negra;
  - ♣ Branqueamento pioneiro com pré-etapa de deslignificação com oxigênio;
  - ♣ Branqueamento com etapa ácida inicial para redução do número kappa, destruição de ácidos hexenurônicos e economia de cloro ativo no branqueamento subsequente;
  - ♣ Branqueamentos com sequências ECF (*Elemental Chlorine Free*) e TCF (*Total Chlorine Free*): otimização de estágios, redução geral de organoclorados, etc., etc.
  - ♣ Branqueamento em poucos estágios e com tempos de retenção mais curtos;
  - ♣ Redução do conteúdo de extrativos causadores de "pitch" nas celuloses branqueadas;

♣ Otimização da pré-hidrólise e da polpação kraft através do controle das variáveis operacionais dessas etapas e da distribuição mais adequada dos licores e filtrados ao longo do digestor contínuo;

♣ Polpação em digestor contínuo com aplicação pioneira da antraquinona em pó como agente facilitador da remoção de lignina e aumento do rendimento da polpação;

♣ Otimizações estatísticas e por modelagem em base a balanços de energia e massa de diversas unidades do processo produtivo: digestor contínuo, secagem "flash", etc.

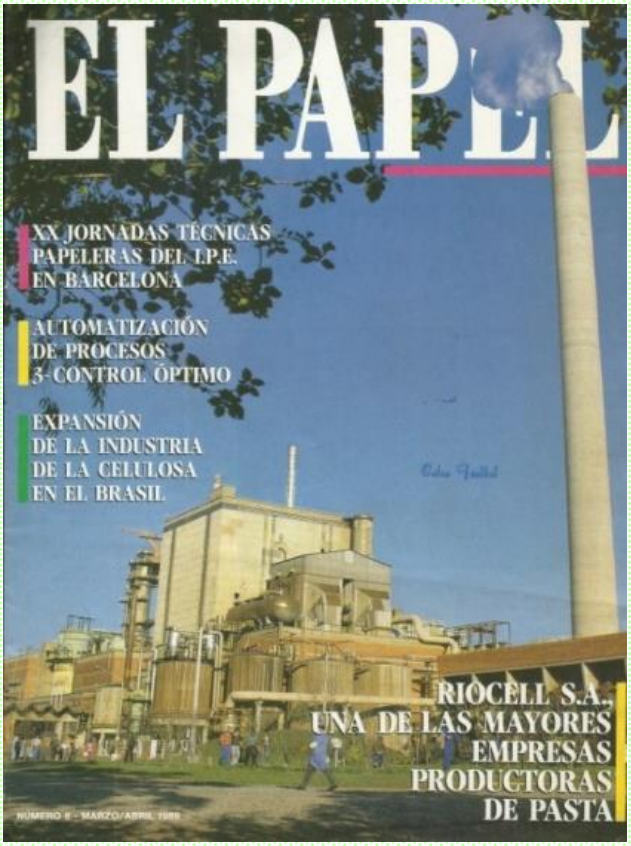


Imagem: Capa da Revista El Papel, com destaque à Riocell

A principal das regras para que todos sejam felizes nesse negócio é que as polpas solúveis sejam uniformes: que cada uma das propriedades vitais esteja em faixas estreitas de variação.

Algumas verdades sobre as especificações das polpas solúveis foram facilmente identificadas. Dentre elas, algumas eram facilmente atingidas pelas tecnologias disponíveis na Riocell. Por exemplo, a maioria dos clientes exige valores baixos para nível de contaminantes

(sujeiras, sílica, "pitch", carvõezinhos, carepas metálicas, fibras de polpas papel), teor de extrativos e umidade da folha.

Ninguém quer comprar polpas solúveis sujas e contaminadas, com muitos extrativos e umidade maior que 12%. São muito sensíveis a isso, consideram obrigação do produtor da celulose lhes oferecer essas condições mínimas.

A partir daí, as exigências crescem e se modificam conforme o tipo de derivado sendo fabricado. O derivado menos sensível e mais flexível quanto às especificações é o celofane ou papel transparente e os mais exigentes são o acetato e a nitrocelulose para fins bélicos.

Ordem aproximada de exigências crescentes nas especificações:

Celofane → Fibrane ou fio *rayon* cortado → "tyre cords" ou fios para pneus → *Lyocell e Modal* → Nitrocelulose para tintas/solventes → Éteres → Acetato fios → Acetato plásticos e nitrocelulose bélica

Dentre as demais especificações, além das obrigatórias (limpeza, umidade e extrativos) e que variam conforme o tipo de derivado se encontram as seguintes e a ordem de importância depende também do derivado:

Alvura % IS0

Viscosidade intrínseca e Grau de Polimerização (boa correlação entre ambas)

Densidade da folha de celulose

Teor de Alfa-Celulose e análise do R_{18} (boa correlação entre ambas)

Reatividade da polpa em relação à derivação

Teor de cinzas e de alguns íons minerais (ferro, cálcio, manganês, etc.)

Cristalinidade da celulose

Rendimentos nas operações de derivação

De maneira geral, para o atingimento das especificações das polpas solúveis para suprimento da fabricação de derivados mais valorizados, exigem-se maiores níveis de pureza química em alfa-celulose e menores teores de contaminantes como cinzas e extrativos. Também a forma de se colocar as fibras no formato de folhas pode variar: há casos onde as folhas devem ter baixas densidades e outros em que as folhas precisam ser disponibilizadas em formato de rolos e não de fardos.

O grande cuidado ao se tentar produzir esses tipos de polpas para "produtos mais nobres" é se perder rendimentos em fabricação e até mesmo produtividade nas fábricas de polpas solúveis. Por essa razão, é fundamental que se estudem não apenas os processos químicos de purificações das polpas, mas também se façam balanços técnicos, ambientais e econômicos para se averiguar se esse tipo de opção traz vantagens à empresa. Por razões ambientais, entenda-se que quando se purificam as polpas solúveis há necessidade de se dar destinos aos líquidos de purificação contendo hemiceluloses e demais contaminantes removidos. Nem sempre os sistemas de proteção ambiental e de tratamento de efluentes estão adequados para essas finalidades. O ideal é que existam condições de reuso das soluções purificadoras, que podem conter altas alcalinidades e conteúdo de matéria orgânica dissolvida.

Dentro do já falado conceito que cada caso é um caso, existem alguns pontos que podem ser mais generalizados, os quais foram sendo descobertos através de adequações a cada campanha, em função do desempenho das polpas nos clientes. Por isso, vou simplificar nossa discussão trazendo a vocês um pouco da minha experiência adquirida em função de tantos diálogos com todas as pessoas envolvidas nesses aperfeiçoamentos. É o que se poderia definir como uma necessidade voltada para o aprendizado recíproco o qual todos ganham a cada dia e que isso só se consegue com a boa vontade e determinação das partes envolvidas.

Polpas para xantação (celofane, fios cortados de viscose, lyocell, modal, "tyre cords" e fios de rayon de alta tenacidade)

Embora as exigências de qualidade cresçam nessa sequência acima apresentada, as polpas para xantação não são tão exigidas em relação à alvura, teor de alfa-celulose e densidade da folha. Aceitam-se polpas com amplas faixas de viscosidades intrínsecas (entre 350 a 650 cm^3/g), alvuras mínimas a partir de 88% IS0, e valores de R_{18} entre 2 a 4%. Os teores de R_{18} devem ser baixos porque existe uma etapa antes da polpa sofrer a xantação onde ela é modificada pela ação de soda cáustica. O que se dissolver na soda será considerado resíduo e perda de rendimento no processo.

A solução encontrada para oferecer polpas de acordo com as demandas dos diferentes clientes desse segmento foi a separação dos fardos sendo produzidos em faixas estreitas de viscosidade intrínseca.

Exemplo: 400 ± 25 cm^3/g ; 450 ± 25 cm^3/g ;500 ± 25 cm^3/g ; 550 ± 25 cm^3/g ; 600 ± 25 cm^3/g .

A vantagem que a Riocell possuía para aperfeiçoamento e adequação de suas polpas para xantação era a conversão de amostras das mesmas em viscose e testando a sua filtrabilidade em uma pequena planta piloto de bancada laboratorial. Com isso, se conseguiam informações relevantes sobre efeitos de matérias-primas e de condições de processo sobre o desempenho das suas polpas solúveis, inclusive comparativamente às polpas concorrentes nos mercados onde atuava.

Para as polpas destinadas a fios de *rayon* de alta tenacidade, buscava-se selecionar as polpas com maiores valores de R_{10}, R_{18}, Alfa-Celulose, viscosidade intrínseca e grau de polimerização. Tudo dentro de faixas de variação mínimas, para tornar o lote mais uniforme em seu desempenho futuro.

Os principais clientes desses tipos de polpas da Riocell no Brasil foram: Rhodia São José dos Campos, Votocel, Celosul Matarazzo, Fiação Brasileira de Rayon Fibra. Os diálogos eram frequentes e extremamente produtivos. Havia também clientes internacionais para esses produtos, mas o diálogo era um pouco mais lento e não tão pessoal.

Polpas para acetilação (acetato para filtros de cigarro)

A partir da segunda campanha de polpa solúvel em setembro de 1983 já se iniciaram os desenvolvimentos para polpas tipo acetato junto à empresa Rhodia, unidade de Santo André.

As polpas tipo acetato eram um desafio, pois se exigiam:

Alvuras maiores que 90% IS0

Densidade da folha de celulose próxima a 0,5 g/cm^3

Teores de umidade da folha entre 8 a 10%

Viscosidades intrínsecas entre 600 a 700 cm^3/g

Teores de Alfa-Celulose próximos a 98&

R_{18} entre 98 a 98,5%

Grau de cristalinidade entre 75 a 78%

Baixos teores de S_5 entre 1,5 a 2,5%

Valores de (R_{10} – R_{18}) inferiores a 2%

Teores de cinzas inferiores a 0,15%

Teores de extrativos em diclorometano inferiores a 0,15%

Teores de sujeira inferiores a 3 mm^2/kg

Baixos teores de sílica, cálcio, magnésio, ferro, manganês e alumínio.

Mesmo com atingimento de todas essas especificações, muitas vezes a conversão era dificultada pela pior reatividade das polpas no processo de acetilação. Em resumo, deveriam existir outros indicadores a serem monitorados no controle de qualidade de polpas para essa destinação. As polpas precisavam se apresentar em folhas fofas, macias, com capacidade de absorção e receptivas às soluções de reação.

Em função disso, foi gerada uma parceria com o Centro Tecnológico da Rhodia em Paulínia/SP para auxiliar nos desenvolvimentos, do que resultaram avanços em algumas propriedades e recomendações para alguns processos na fábrica. Por exemplo: uso de amaciantes e surfactantes no processo de fabricação da polpa durante a sua fabricação. Também se elencaram polpas internacionais usadas para acetilação para fins de avaliações comparativas: Acetanier, Placetate, Temacet e International Paper, dentre outras.

Pelas dificuldades encontradas nesse desenvolvimento, a Riocell buscou auxílio universitário, com a criação de um projeto conjunto de pesquisas com o Instituto de Química da UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Pela Riocell participavam José Vilton Marengo, Celso Foelkel e Moacyr Sauer. Pela UFRGS participaram os professores e acadêmicos: Marco Aurélio de Araújo, Ricardo Baumhardt, José Luiz Ribeiro, Cinara Jung e João Carlos Soprana.

Os objetivos desses estudos foram aqueles para avaliar as influências e desenvolver metodologias relacionadas à acetilação da polpa da Riocell, estudando-se:

Cristalinidade da celulose
Grau de polimerização e viscosidade intrínseca
Reatividade e acetilação das polpas
Filtrabilidade do derivado
Cor, limpidez e turbidez do derivado
Formação de géis
Causas para a presença de fibras não acetiladas
Estudos sobre contaminantes das polpas

Enfim, foram pesquisas caras, demoradas e que acabaram por nos fornecer ou reforçar o que sabíamos sobre indicadores de controle de processo para melhorias de desempenho das polpas. Muitas dessas descobertas estavam associadas a produção de polpas mais puras, com maiores níveis de cristalinidade, menores teores de hemiceluloses e maiores valores de alfa-celulose.

Polpas para nitração (fins bélicos e tintas e vernizes)

Os estudos se concentravam no desenvolvimento de polpas com maiores viscosidades intrínsecas (entre 750 a 850 cm^3/g) e maiores teores de alfa-celulose (acima de 98%), do que resultavam baixos valores de R_{10} e R_{18} e altos valores de grau de polimerização.
Valores mais comumente trabalhados:
(R_{18} - R_{10}) = 1,0 a 1,2%
Grau de polimerização acima de 1100

Apesar dos esforços com Nitro Química (nitrato de celulose para tintas e vernizes) e Imbel (nitrocelulose para propelentes bélicos), os estudos para esses derivados foram preliminares e resultaram em necessidade de continuações de investigações. A perda com o falecimento do engenheiro Marengo, que liderava nossas pesquisas com esses derivados, acabou impactando e atrasando esses desenvolvimentos.

Em relação aos processos para melhoria da pureza em alfa-celulose para finalidades de nitrocelulose para fins bélicos, foi contratada uma pesquisa com o CTCP – Centro Técnico em Celulose e Papel do IPT/SP, que teve a coordenação da Dra. Silávia Bergman. Foram testados tratamentos a quente e a frio para remoção adicional de hemiceluloses com a finalidade de levar a polpa a valores bastante elevados de alfa-celulose. Infelizmente, esses tipos de pesquisas não tiveram seguimento durante minha época na empresa.

O Projeto Bacell resultado da associação Klabin/Lenzing

Outro fator de impacto positivo ao nosso grupo tecnológico nos desenvolvimentos com polpas solúveis a partir de 1993 foi a decisão da Klabin de se parcerizar com a empresa austríaca Lenzing para a modernização e reconstrução da antiga fábrica da CCB - Companhia de Celulose da Bahia, que a Klabin havia adquirido e que se localizava no polo petroquímico industrial de Camaçari/Bahia. A nova e moderna fábrica de polpas solúveis seria denominada de Bacell.

O centro tecnológico da Riocell na época trabalhava também como setor de apoio tecnológico para outras empresas do grupo Klabin. Além disso, a Riocell mantinha relações tecnológicas e comerciais saudáveis com a empresa Lenzing, Isso porque a Lenzing buscara a Riocell para uma eventual parceria na produção de polpas solúveis. Entretanto, a Klabin, que controlava a Riocell, optou por motivar a Lenzing para a associação no projeto de uma fábrica de polpa solúvel que se sucederia à CCB. O que acabou conseguindo e acontecendo.

Entre os anos 1993 a 1995, estivemos altamente envolvidos em pesquisas para a engenharia básica dos processos e nas avaliações das opções tecnológicas e de processos/produtos para a nova fábrica de Camaçari, que seria denominada Bacell. Foi talvez nossa maior aventura e das mais felizes e emocionantes que tivemos na área de polpas solúveis no quase final de minhas vivências na Riocell.

O objetivo era desenvolver o projeto tecnológico básico e a seleção de equipamentos fundamentais para produção de celulose solúvel pelo processo pré-hidrólise kraft em digestores a batelada e branqueamento TCF (*Total Chlorine Free*) para a Bacell. Esse estudo envolveu uma equipe interdisciplinar com pessoal da Riocell, Klabin, Lenzing e diversos fornecedores de tecnologias (Kvarner, IMPCO, Voest-Alpine, GLV e Union Camp). Maiores informações sobre como esse projeto foi desenvolvido e o que resultou estão em outro de meus Relatos de Vida, que pode ser obtido através da citação bibliográfica a seguir:

Relatos de Vida: **Projeto Bacell - 1993 /1995 - Fabricação de celulose solúvel branqueada de mercado**. C. Foelkel. *In*: Eucalyptus Newsletter nº 47. 16 pp. (2015)
https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/News47_Relatos_Projeto_Bacell.pdf

A Bacell, poucos anos mais tarde, foi integralmente adquirida pela Klabin, passando a se denominar Klabin Bacell. Anos depois, a Klabin optou por sair do negócio de polpas de mercado e se concentrar apenas na fabricação e comercialização de papéis de embalagens, vendendo a empresa que passou a se denominar Bahia Pulp. Outras mudanças de controle se seguiram e a empresa foi sendo modernizada e mudando de razão social: BSC – Bahia Specialty Cellulose e depois Bracell.

Trabalhei por um período bastante longo na Riocell (praticamente 19 anos, desde 1979 a 1998), que também foi dos mais produtivos e relevantes em minha carreira. Mas não foi só na Riocell que minhas vivências com as polpas solúveis aconteceram. Outras aventuras e desafios surgiriam mais tarde, como veremos em próximas etapas desse documento.

Imagem: Polpa solúvel branqueada da Cambará Produtos Florestais

4.3. Atuações com universidades (UFSM e UFV) na orientação e co-orientação de alunos de pós-graduação em pesquisas relacionadas às polpas solúveis – entre 1994 a 1999

Poucos anos antes do término de produção de polpas solúveis na Riocell e durante o período de estudos para o desenvolvimento desse tipo de polpas para a nova fábrica da Bacell em Camaçari/Bahia, resultado da "joint-venture" entre Klabin e Lenzing, conseguimos dois motivados e talentosos alunos de pós-graduação para desenvolver seus estudos de dissertação de mestrado nesse setor de polpas solúveis. Ambos realizaram excelentes estudos sobre o processo pré-hidrólise kraft para produção de polpas de eucaliptos: um deles na UFSM – Universidade Federal de Santa Maria e outro na UFV – Universidade Federal de Viçosa. As publicações relativas a essas pesquisas aconteceram durante e após a entrada em operações da Bacell, tendo os estudos sido de muita utilidade para os aperfeiçoamentos tecnológicos daquele projeto industrial.

O engenheiro químico Luciano Xavier Mezzomo estudou pela UFSM a potencialidade de diversas espécies de *Eucalyptus* presentes na região onde se estava instalando o projeto Bacell com a finalidade de entender as conversões de madeiras dos mesmos através do processo pré-hidrólise kraft. Seu orientador e também professor do curso de pós-graduação em tecnologia de celulose e papel da UFSM foi a engenheiro químico e mestre em tecnologia de celulose e papel Marco Aurélio Luiz Martins, que cuidava da assistência técnica de produtos da Riocell e tinha excelente bagagem técnica no setor de polpas solúveis.

Já o engenheiro florestal Marcelo Moreira da Costa, que já tinha uma boa vivência no setor de celulose e papel, estudou na UFV os efeitos de extrativos e mais tarde, em outro projeto, a branqueabilidade através sequência totalmente isenta de cloro de polpas solúveis obtidas de eucaliptos pelo processo pré-hidrólise kraft. Seu orientador na tese de mestrado foi o professor Dr. Jorge Luiz Colodette, um dos mais renomados cientistas do setor global de celulose e papel.

Em ambos os casos acima, atuei como facilitador e co-orientador, tendo participado como avaliador em ambas as bancas de defesa das dissertações. As pesquisas foram realizadas simultaneamente nos laboratórios das universidades e do centro tecnológico da Riocell.

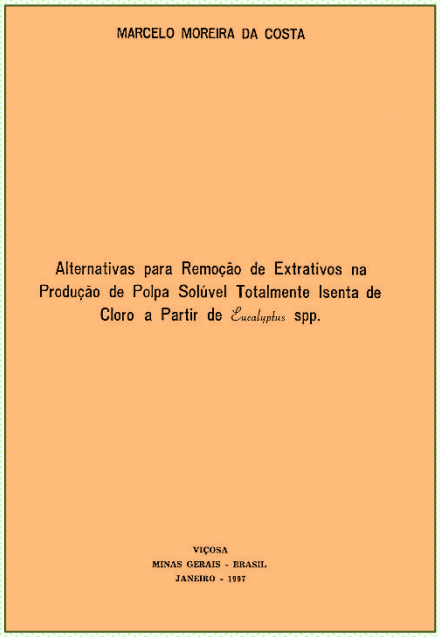
Pouco tempo mais tarde, ainda durante a minha participação como professor da UFSM no curso de pós-graduação em tecnologia de celulose e papel, atuei como professor e orientador do engenheiro mecânico Afonso de Moraes Moura, que além de trabalhar na Riocell, também

cursava o mestrado na UFSM. O desafio, que escolhemos juntos como tema da dissertação de mestrado do Afonso, foi pesquisar a geração de compostos reduzidos de enxofre pelos processos de produção kraft e pré-hidrólise kraft usando dois tipos de madeiras: eucalipto e acácia negra. Uma experiência muito rica e que foi importante para o entendimento da geração de odor por esses processos e influências das respectivas matérias-primas fibrosas.

Diversos trabalhos técnicos resultaram dessas dissertações e foram publicados em revistas especializadas do setor e em congressos internacionais. As publicações resultantes desses estudos estão relacionadas na seção 6 desse nosso relato de vida e com possibilidades de acesso de seus arquivos digitais.

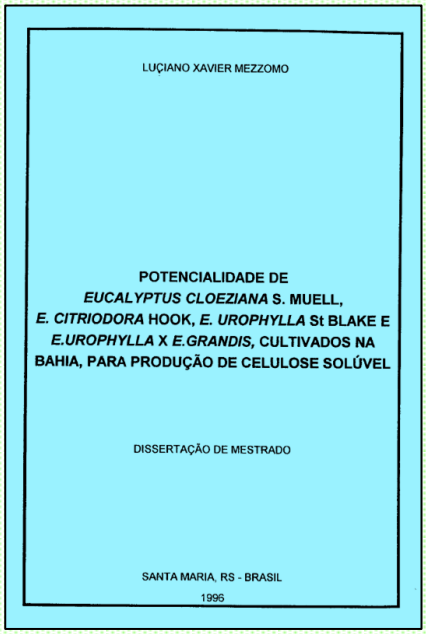
Apesar da excelência desses estudos, as carreiras desses nossos três alunos não andaram pelas rotas das polpas solúveis, por opção dos mesmos e também por faltas de oportunidades na época para os profissionais nesse setor, pois eram poucas as alternativas de empresas produtoras de polpas solúveis no Brasil.

Entretanto, suas produções científicas foram notáveis e ajudaram a enriquecer o banco de conhecimentos sobre o processo pré-hidrólise kraft para produção de polpas solúveis de espécies de *Eucalyptus* e *Acacia mearnsii*.


MARCELO MOREIRA DA COSTA

Alternativas para Remoção de Extrativos na Produção de Polpa Solúvel Totalmente Isenta de Cloro a Partir de *Eucalyptus* spp.

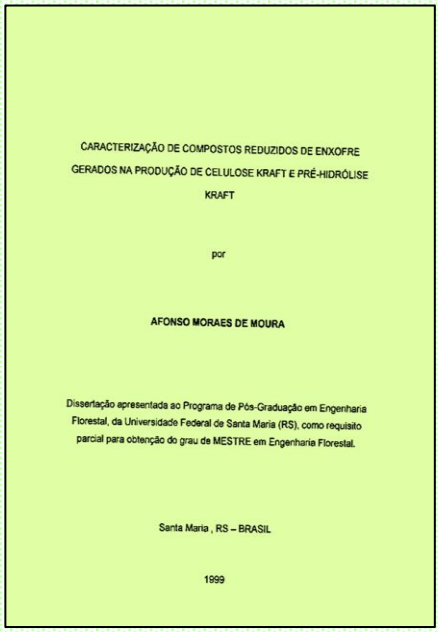
VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
JANEIRO - 1997


LUÇIANO XAVIER MEZZOMO

POTENCIALIDADE DE *EUCALYPTUS CLOEZIANA* S. MUELL, *E. CITRIODORA* HOOK, *E. UROPHYLLA* St BLAKE E *E.UROPHYLLA* X *E.GRANDIS*, CULTIVADOS NA BAHIA, PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE SOLÚVEL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

SANTA MARIA, RS - BRASIL
1996


CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTOS REDUZIDOS DE ENXOFRE GERADOS NA PRODUÇÃO DE CELULOSE KRAFT E PRÉ-HIDRÓLISE KRAFT

por

AFONSO MORAES DE MOURA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (RS), como requisito parcial para obtenção do grau de MESTRE em Engenharia Florestal.

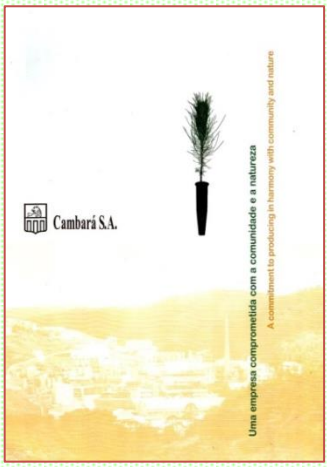
Santa Maria , RS – BRASIL

1999

Imagens: Capas de teses/dissertações acadêmicas sobre polpas solúveis

4.4. Celulose Cambará e Bahia Specialty Cellulose: Novas aventuras em polpa solúvel entre 2009 e 2010

Fábrica da Cambará Produtos Florestais na primeira década dos anos 2000's



Imagens: Acervo Celso Foelkel

A empresa Cambará S.A. Produtos Florestais, durante muitos anos conhecida como Celulose Cambará, localizada no Rio Grande do Sul, é uma das empresas fundadas no Brasil durante o período da grande guerra mundial para produzir celulose para abastecer os mercados nacionais. Na época, era comum surgimento de empresas baseadas no processo sulfito de polpação e a Cambará foi mais um desses casos, como também o foram Melhoramentos, Klabin e Irani.

A matéria-prima da Cambará era constituída de madeiras de coníferas, dentre elas as de *Araucaria angustifolia* e principalmente de *Pinus taeda*, que se tornou a principal delas tendo como fonte os reflorestamentos da empresa na Região dos Campos de Cima da Serra.

Como a produção da fábrica não era competitiva em relação às grandes empresas de polpas de mercado do Paraná e São Paulo, a empresa passou a produzir celulose "*fluff*", ou polpa fofa, para ser utilizada na fabricação de fraldas e absorventes femininos. Conseguiu

assim manter posição competitiva nos mercados, pois era a única fabricante desse tipo de polpa no Brasil. A polpa fofa fabricada pelo processo sulfito com madeira de *Pinus* como fonte fibrosa tinha alguns inconvenientes, principalmente o teor de resinas e as pintas, que se traduziam em dificuldades a vencer no uso para produtos higiênicos.

Como a polpa fofa era um produto valioso dentro do Brasil, isso despertou o interesse de outras empresas para também a produzirem para o mercado nacional, tais como Alto Paraná (Argentina) e Lwarcell (Brasil). Essas novas competições, com produtos em base de polpa kraft branqueada a melhores níveis de alvura e limpeza, impactaram a competitividade da Celulose Cambará. A partir de 2008, a empresa passou a buscar por alternativas de produção, como papéis "*tissue*" e polpas para dissolução.

Durante a década de 1980's, a Cambará já tinha tentado se aventurar na fabricação de polpas solúveis, mas sem grandes sucessos, devido à entrada em operação da unidade de branqueamento da Riocell que ofertava uma polpa solúvel de muito boa qualidade no Brasil: a polpa Solvincell, como visto anteriormente. Na época, atuou como consultor para esses desenvolvimentos na Cambará, o engenheiro Antônio Waldomiro Petrik, um renomado especialista em polpas solúveis que se desligara da Riocell. A passagem do engenheiro Petrik pela Cambará deixou raízes tecnológicas, assim o desejo de voltar a tentar fabricar polpas solúveis retornou em 2008, quando a polpa "*fluff*" foi perdendo mercados e preços.

Eu já tinha tido um longo período atuando como consultor na Cambará, entre 2001 a 2006, quando trabalhei na implantação de programas de ecoeficiência na empresa. Em função dessa amizade e proximidade, eu acabei retornando às minhas consultorias para auxiliar no desenvolvimento das polpas solúveis na empresa. Meu papel, entre 2009 e 2010, foi atuar tanto no processo de purificação da polpa sulfito branqueada e obtida de fibras longas de *Pinus*, como fazer a intermediação com os potenciais clientes dessa polpa solúvel em desenvolvimento: Nitro Química (para nitração e produção de nitrocelulose para tintas e vernizes) e Vicunha (para xantação e produção de *rayon*). Havia um forte interesse da empresa Nitro Química para se encontrar no Brasil uma empresa que pudesse fazer a purificação alcalina de uma polpa papel (kraft ou sulfito) e a Cambará acabou aceitando o desafio.

Quando me iniciei nesses desenvolvimentos com a empresa Cambará, já existia uma proposta de engenharia de processo oferecida pelo engenheiro Aurélio Wackslavowski e que estava sendo avaliada, adaptada e implementada pela batalhadora equipe da Cambará, em parceria com a Nitro Química.

Em função das disponibilidades de equipamentos e aspectos técnicos e ambientais, a opção para a purificação das polpas foi a de utilizar de duas etapas de refinação/purificação alcalina a quente, uma acontecendo no reator de deslignificação com oxigênio e outra em uma torre de extração alcalina no branqueamento. Com isso, a empresa conseguiu um interessante produto com cerca de 93,5 a 95% de alfa-celulose e adequados níveis de limpeza (extrativos e pintas) e grau de polimerização (entre 700 a 850) para atrair interessados e conseguir sucesso na venda de polpas solúveis entre 2009 a 2012. Importante ressaltar a excelente integração ocorrida entre com os potenciais clientes, principalmente no caso da Nitro Química. Outras vantagens da polpa solúvel da Cambará eram: densidade da folha de celulose entre 0,5 a 0,55 g/cm³, disponibilização em rolos, alvura entre 88 a 89% IS0 e teor de umidade entre 8 a 10%.

Mas nem só alegrias esse tipo de processamento oferecia. Um dos grandes problemas era a alta necessidade de soda cáustica para remoção de hemiceluloses e extrativos, o que gerava um filtrado bastante alcalino e rico em material orgânico. Como a fábrica trabalhava com um processo ácido de polpação, não havia espaço no sistema para retornar esse filtrado; assim sendo, ele acabava sendo neutralizado e oferecido ao tratamento biológico do setor de tratamento de efluentes. Eram custos elevados. Além disso, a perda de peso da celulose, que originalmente era sulfito branqueada tipo papel, pela remoção desses constituintes indesejáveis era alta (ao redor de 8 a 9%), o que aumentava bastante o consumo especifico de madeira por tonelada de celulose.

CCB – Bacell – Klabin Bacell – Bahia Pulp - Bahia Specialty Cellulose - Bracell

Em 2010, eu tive uma rápída passagem como consultor na Bahia Specialty Cellulose na fábrica de Camaçari/Bahia. O objetivo foi participar de uma reunião para definição de parâmetros a controlar em *Eucalyptus* para o melhoramento genético da madeira das espécies e híbridos disponíveis desse gênero ou a serem utilizados no futuro pela empresa na produção de suas polpas solúveis. A BSC reuniu um grupo bastante competente e qualificado para debater as alternativas. Esse tipo de know-how eu condensei na forma de uma palestra ali apresentada, qual pode ser encontrada em:

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/Palestras/Polpas%20papel%20e%20sol%FAvel.pdf

5. Avaliando a qualidade de polpas solúveis ou para dissolução

O objetivo dessa seção é trazer alguns dados comparativos de polpas solúveis para fins de melhor entendimento sobre as qualidades atingidas conforme as matérias-primas, processos e destinações. Não se trata de uma comparação ampla, são apenas pinceladas para que se possa ter uma melhor ideia sobre o que se encontram relativamente às qualidades desses produtos conforme o uso a que se destinam.

Tabela – Algumas comparações entre polpas solúveis de mercado para alguns derivados e obtidas de diferentes matérias-primas

Tipo de Matéria-Prima	Euca	Euca	Euca	Euca	Conífera	Línter	Línter
Processo	Sulfito	PHKP	PHKP	PHKP	Sulfito	Soda	Soda
País de produção	África Sul	Brasil	Brasil	Brasil	Noruega	Brasil	USA
Fabricante	SAPPI	Riocell	Bacell	BSC	Borregaard	Celosul	Buckeye
Brand	**Saiccor**	**Solvincell**	**Solucell**	**ACE**	**VS**	**Viscose**	**ACE**
Destinação	V/R/C/L*	V/R/C/L*	V/R/C/L*	A**	V/R/C/L*	V/R/C/L*	A**
Alvura - % ISO	92	90	90	92	94	86	90
Número Cor Posterior	0,35	0,3	0,27	0,2	0,33		0,13
Densidade da folha – g/cm³	0,75	0,5 - 0,7***	0,6	0,49	0,58	0,4	
Gramatura - g/m²	770	720	700	800	730		
Consistência da folha - %	92,5	92	93	93	93	93	93
Viscosidade Intrínseca - cm³/g	530	400-700***	450	700	510	580	1200
Sujeira - mm²/kg	2	2	3	2	2		
Alfa-celulose - %	90	95,5 – 97,5	96		91,5	93	99
S_5 - %	3	1,3 - 2,5	2	1,9	3,6	0,6	0,7
S_{10} - %	10	3,6- 4,6	7,4	3,6	11,7	4,7	1,2
S_{18} - %	5,2	2,5 - 2,9	1,2	2	6,8	0,4	0,4
R_{10} - %	90	95,4 - 96,4	92,6	96,4	88,3	95,3	98,8
R_{18} - %	94,8	97,1 - 97,5	98,8	98	93,2	99,6	99,6
(R_{18} - R_{10}) - %	4,8	1,1	6,2	1,6	4,9	4,3	0,8
Extrativos DCM - %	0,15	0,1	0,1	0,1	0,2	0,05	0,03
Cinzas - %	0,17	0,12	0,05	0,08	0,07	0,11	0,07
Si - ppm SiO_2	50	60	50	40			80
Mg - ppm	2	0,6	12				
Fe - ppm	6	7	5	4	16	27	4
Mn - ppm	0,4	0,7	0,2			7	
Ca - ppm	110	50	20	40	100	230	50
pH	6	7	5,5			6,9	
Coarseness - mg/100m	6,5	5,6	5				
População fibrosa - Milhões/g	27,5	28	32				
Comprimento Fibra - mm	0,55	0,64	0,58			2,9	

V/R/C/L* **Viscose / *Rayon* / Celofane / *Lyocell***

A** **Acetato**

*** **Atendimento de clientes em faixas de variação conforme demanda**

Obviamente, existem muitas outras utilizações, além das mostradas nessa tabela anterior, para as polpas solúveis e algumas dezenas de fornecedores desses produtos.

Também é verdade que cada usuário de polpas solúveis tem suas limitações em tecnologias (idade tecnológica e gargalos de processo) ou em exigências para uso do derivado de celulose sendo produzido. Disso resulta que algumas propriedades sejam mais desejadas e exigidas para um ou outro consumidor em função disso. Por exemplo, algumas empresas usuárias necessitam que a polpa solúvel seja vendida em rolos e não em fardos e que a densidade da folha seja menor que 0,55 g/cm³. Outras demandam valores altos de alfa-celulose e mínimos teores de cinzas e sujeiras, pois fabricam fios de alta tenacidade. Se a polpa contiver sujeiras ou contaminações, isso pode eventualmente afetar seu processo de filtração e/ou fiação. Também são comuns as exigências quanto às capas dos fardos ou bobinas de polpa solúvel. Há os que não desejam que sejam embaladas com folhas de papel, pois se houver alguma contaminação com folhas de papel ao processo terão grandes prejuízos operacionais. Outras sequer desejam capas a embalar os fardos/bobinas, preferindo receber o máximo possível em folhas de polpa solúvel. Também existem os que querem as capas de embalagem do mesmo tipo de celulose que está sendo por elas embalada.

As alterações na densidade da folha podem trazer vantagens nos desempenhos na derivação, mas possuem impactos na logística. Fardinhos com densidade de folha 0,75 g/cm³ podem ser produzidos com 250 kg, mas com densidade 0,5 g/cm³ esses valores se reduzem para 170 kg manter as mesmas alturas para as movimentações e transportes.

Enfim, por essas e outras razões, a integração entre o fabricante de polpa solúvel com os clientes é fundamental. Temos que estar atentos às limitações dos clientes e o que devemos fornecer a eles para que possam ter qualidades, desempenhos e rendimentos atingidos conforme utilizarem nossos produtos.

Em tempo, é importante relembrar que: por parte dos grandes produtores de celulose solúvel, em fábricas de última geração e com altíssimas produções diárias, muitas vezes fica difícil orientar mudanças de qualidade apenas para fornecimento a um cliente que consome baixas toneladas mensalmente. Por isso, torna-se mais importante ainda o diálogo e a criatividade para poder encontrar formas de atender às necessidades desse tipo de cliente, pois o sucesso com um cliente pequeno e os aprendizados resultantes dessa relação pode nos levar a ampliar a oferta para nichos diferenciados de novos consumidores.

Algumas sugestões e regras interessantes sobre qualidades requeridas estão a seguir apresentadas e foram resultantes de nossas muitas atuações junto aos mercados diferenciados de polpas solúveis, podendo de alguma maneira serem úteis para as novas gerações ingressantes nesse segmento do setor de celulose e papel:

- As polpas solúveis mais fáceis de serem produzidas são exatamente as que constituem a maior parte do mercado global, ou seja, o de polpas para produção de fibras e filmes de viscose, *rayon*, *modal* e *lyocell*. Mesmo sendo os processos dos usuários menos demandantes em especificações, também é possível aqui se separar nas produções industriais de polpas solúveis as qualidades que sejam mais orientadas para cada tipo de cliente. Essa separação pode ser pela faixa de viscosidade, pelo teor de alfa-celulose, pela densidade da folha, pela alvura e pelo teor de umidade das folhas.

- As polpas para especialidades requerem em geral polpas muito mais purificadas e limpas, mas não são essas todas as exigências. Algumas exigências são adicionais às altas purezas, limpeza e alvura das polpas, pois dizem respeito às tecnologias utilizadas pelo consumidor em seus processos e em sua logística.

- Em fábricas que produzem alternadamente polpas solúveis e polpas para papéis, é muito importante que se separem as polpas de transição entre os dois tipos de campanhas, evitando, de forma absolutamente exemplar, que as polpas solúveis venham a conter fibras, folhas ou fardos de polpas para papel. Em geral, existem mercados interessantes para essas polpas de transição, que podem ser os fabricantes de papéis "tissue", fraldas de papel e até mesmo papéis decorativos, filtros industriais e papéis para impregnação. Isso porque essas polpas de transição mostram fibras rígidas e pouco colapsáveis, formam folhas volumosas e porosas. Além disso, apresentam rápida drenagem nas máquinas formadoras, embora as folhas apresentem baixa resistência. Mesmo assim, podem ser comercializadas para misturas a polpas papel em quantidades que favoreçam essas propriedades pelos clientes, sem que se percam resistências em níveis de causarem problemas operacionais. Também podem ser repolpeadas em campanhas de polpa para papel em proporções adequadas para diferenciar as mesmas e se conseguir assim um diferencial de preços. A menos indicada das alternativas é tentar misturar a esmo essas polpas de transição aos fardos de polpas para papel, repolpeando-as ou não. Causa distorções nas qualidades das polpas papel e serão vendidas a

preços de polpa papel, mesmo sendo mais onerosas na produção. Pior ainda serão as possíveis reclamações que poderão vir dos clientes que comprarem esses fardos "contaminados" com polpas de transição.

Em função dessas realidades, tomo a liberdade de sugerir algumas poucas regras vitais para os produtores de celulose solúvel:

- *Regra muito importante nº 1*: Na fábrica de polpa solúvel é vital que exista uma enorme integração entre as áreas comerciais, de atendimento técnico a clientes, de produção, pesquisa e controle de qualidade.

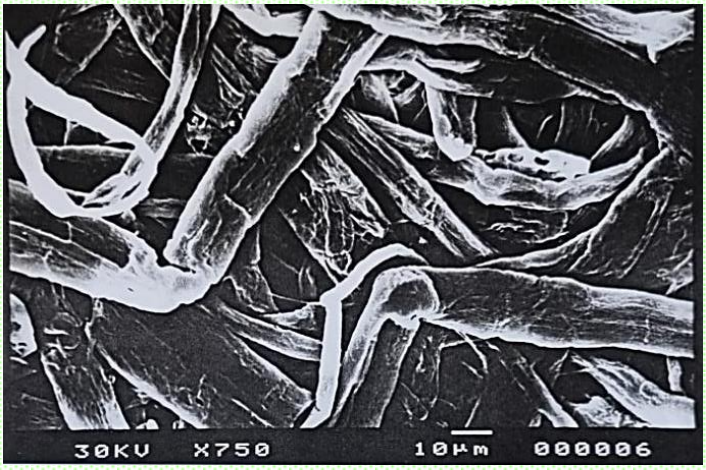
- *Regra muito importante nº 2*: É fundamental que essas áreas integradas gerem um banco de dados de fácil acesso sobre a qualidade e desempenho das polpas fabricadas, em comparação com os comentários e desejos dos diferentes consumidores das mesmas e com as demais polpas concorrentes nos mercados.

- *Regra muito importante nº 3*: O fabricante de polpa solúvel não deve se contentar em tão somente avaliar o desempenho potencial de seus produtos, baseando-se apenas nas avaliações físico-químicas das polpas, como mostradas na tabela anteriormente apresentada. Considero essencial que a área de controle de qualidade da empresa fabricante de polpa solúvel seja qualificada e apta a realizar estudos de derivação de suas polpas, produzindo e avaliando a qualidade de derivados como xantato de celulose/viscose, acetato de celulose, nitrato de celulose, fibras *lyocell*, etc. Existem pequenas plantas pilotos laboratoriais, inclusive em nível de bancada, onde se pode produzir e testar as qualidades dos derivados, chegando inclusive em avaliações de filtrabilidade e produção de fios. Com isso, é possível realizar predições do comportamento das polpas produzidas e entender o efeito de variáveis do processo de produção e da qualidade das matérias-primas sobre o desempenho posterior dessas polpas na casa dos usuários.

- *Regra muito importante nº 4*: Não adianta se produzir a melhor polpa solúvel em termos de especificações de suas qualidades intrínsecas e depois estragar os fardos na logística de entrega e armazenamento.

- *Regra muito importante nº 5*: É essencial que os envolvidos na produção e controle da qualidade de polpas solúveis estejam bem informados e atualizados sobre os mercados e as exigências em qualidade e competitividade dos produtos de seus clientes. A perda de mercado de quaisquer dos produtos dos clientes ou a migração geográfica dos mesmos pode afetar significativamente o sucesso do negócio do produtor de celulose solúvel.

- *Regra muito importante nº 6*: Credibilidade (em todos os sentidos) é a palavra chave nas relações com os clientes.



Polpas solúveis fabricadas com madeira de eucalipto
Imagens ao microscópio eletrônico

Para finalizar essa seção, deixarei sugestões sobre onde se podem encontrar metodologias padronizadas e aceitas internacionalmente para as avaliações das polpas solúveis. Existem organizações internacionais e nacionais que oferecem normas padronizadas para o setor de celulose e papel, desde as referentes às qualidades das madeiras e fibras, como das celuloses e papéis. Basta ir às páginas dessas entidades e tentar

encontrar as metodologias que se desejar adquirir. Elas não são gratuitas, embora umas ou outras possam ser encontradas na web.

Para facilitar existe uma tabela de métodos equivalentes entre as metodologias TAPPI, ISO e ASTM em:

https://www.tappi.org/globalassets/documents/standards/related_methods_chart.pdf

Verifiquem e naveguem em:

- **ISO – International Organization for Standardization**

https://www.iso.org/ics/85.040/x/

- **TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry**

https://www.tappi.org/content/pdf/standards/subject_index_tms.pdf

- **ASTM – American Society of Testing and Materials**

https://www.astm.org/d3376-18.html

- **ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas**

https://www.normas.com.br/produto/normas-brasileiras-e-mercosul/pesquisar/cb-029/celulose-e-papel/1

Algumas determinações e ensaios para polpas solúveis ainda não estão disponíveis nessas entidades normalizadoras, mas podem ser obtidas em livros textos de química da celulose ou em teses acadêmicas.

Sugiro navegação nos websites que encontrei com duas pesquisas simples através do Google:

"Methods in Wood Chemistry":

https://www.google.com/search?q=methods+in+wood+chemistry&sxsrf=

"Methods in Cellulose Chemistry":

https://www.google.com/search?q=methods+%22cellulose+chemistry%22&sxsrf=

Diversas das referências bibliográficas relacionadas na seção 7 desse nosso Relato de Vida trazem informações sobre metodologias aplicadas em pesquisas para produzir ou testar viscose, acetato de

celulose, nitrocelulose, etc. Basta localizarem na seção e acessarem os documentos que tiverem interesse em conhecer.

Além dessas fontes de fornecedores de metodologias padronizadas, também estou colocando algumas sugestões de leitura ou para acesso de metodologias ainda não normalizadas, tais como:

- ***Cristalinidade da Celulose***

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2013_Analytical+Tools+Cellulose+Ultrastructure.pdf (Artigo)

https://biotechnologyforbiofuels.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1754-6834-3-10.pdf (Artigo)

https://www.tsijournals.com/articles/physicochemical-methods-for-determination-of-cellulose-crystallinity.pdf (Artigo)

- ***Grau de Polimerização da Celulose***

https://www.aiche.org/academy/videos/conference-presentations/determination-cellulose-degree-polymerization-lignocellulosic-biomass#:~:text= (Artigo)

https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46135/tde-15092016-113953/publico/Naiara_Torres_Ruiz_Mestrado.pdf (Dissertação de Mestrado)

- ***Testes para fibras de viscose, lyocell, etc.***

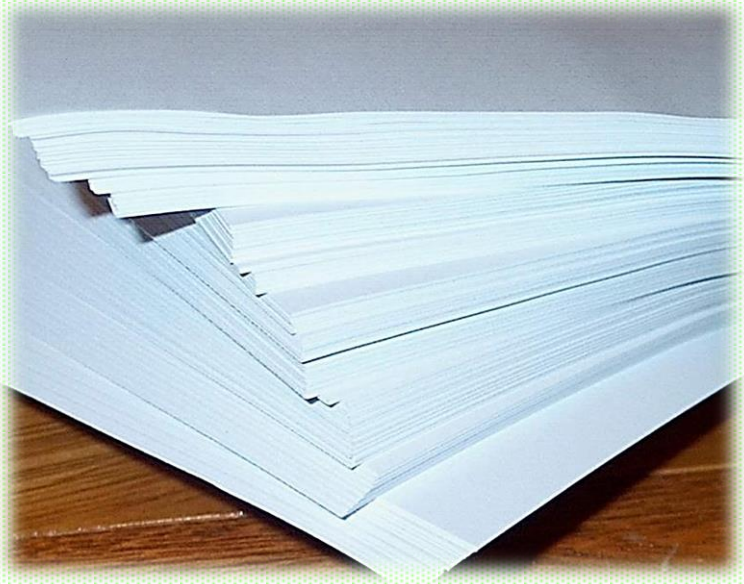
https://www.bisfa.org/wp-content/uploads/2015/12/viscose-fibres-and-tows.pdf [Testing methods for viscose, *modal*, *lyocell* and acetate staple fibres and tows. BISFA – The International Bureau for Standardization of Man-made Fibres – Resumo e conteúdo do livro. 08 pp. (2004)]

- ***Instrumentos da Lenzing para produção e testes de fibras e filamentos***

https://lenzing-instruments.com/products/

- ***Planta piloto de viscose RISE***

https://www.ri.se/en/what-we-do/test-demo/viscose-plant-development-of-dissolving-cellulose



As polpas ou celuloses solúveis ou para dissolução se apresentam como qualquer outro tipo de celulose de mercado – em folhas secas a aproximadamente 10% de umidade – Foto Celso Foelkel

Apesar dos seus nomes, elas não estão de maneira alguma dissolvidas na forma de um líquido, nem tampouco se apresentam como um xarope viscoso

Podem ser disponibilizadas em fardos ou rolos cortados em dimensões pré-estabelecidas

Eventualmente podem estar na forma de fibras secas e prensadas em fardos tipo "flash-dryed"

Imagem: Acervo Celso Foelkel

6. Publicações de Celso Foelkel com coautores e com alunos orientados ou co-orientados em temas relacionados às polpas para dissolução

Embora muitos conhecimentos tecnológicos e mercadológicos tenham sido produzidos junto às equipes da Riocell, Cambará Produtos Florestais e com inúmeros estagiários acadêmicos, a nossa produção em publicações é proporcionalmente pequena em relação às centenas de relatórios e estudos técnicos internos gerados em minha carreira. A razão para não termos publicado tanto em épocas passadas sobre essa temática era o quase desconhecimento e até desinteresse pelos demais técnicos brasileiros do setor na época em que tanto estudamos a aptidão das madeiras para produção de variados tipos de polpas para dissolução. Na época, a produção no Brasil desse tipo de polpas era restrita a uns poucos fabricantes pequenos que utilizavam fibras de línter e da Riocell, que produzia polpa solúvel a partir da madeira. Também a produção da Celulose Cambará em anos mais tarde era marginal em quantidades disponibilizadas nos mercados.

Mesmo assim, conseguimos reunir uma seleção de muita utilidade, como apresentada mais a seguir. Nela se somam os trabalhos produzidos com a equipe da CENIBRA e da Riocell e publicados principalmente em veículos da ABTCP e aqueles produzidos com acadêmicos (professores e alunos) de algumas das universidades onde atuei como professor e orientador (UFV – Universidade Federal de Viçosa e UFSM – Universidade Federal de Santa Maria).

Seguem os principais estudos publicados e também de palestras em eventos, cerca de 25 produções técnicas com coautorias diversas:

Processo pré-hidrólise kraft para produção de celulose para dissolução a partir de madeira de eucalipto. C.E.B. Foelkel; C. Zvinakevicius; J.O.M. Andrade. Revista O Papel (Agosto): 54 - 62. (1979)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/1979_Pre_hidrolise_kraft.pdf

Branqueamento de celuloses com sequências contendo oxigênio. II – Celuloses pré-hidrólise kraft de eucalipto e acácia negra. C.E.B. Foelkel; C. Zvinakevicius; J. Kato; A.F. Milanez; J. Medeiros Sobrinho. 13º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 10 pp. (1980)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1980.%20Branqueamento%20oxig%eanio%20polpas%20sol%faveis%20ac%e1cia%20e%20eucali.pdf

Acerca da solubilidade em álcalis de materiais celulósicos. I – Madeiras de eucaliptos e da acácia negra e polpas comerciais de fibras curtas. C.E.B. Foelkel; J.V. Marengo; C.A.A. Mendonça; C.A. Braga; F.R.B. Dilélio. 13º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 11 pp. (1980)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1980.%20Acerca%20solubilidade%20%E1lcalis%20I.pdf

Acerca da solubilidade em álcalis de materiais celulósicos. II – Estudos para otimizar a remoção de hemiceluloses em polpas branqueadas. J.V. Marengo; M.J. Sauer; C.E.B. Foelkel; N.S. Butture. 13º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 11 pp. (1980)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1980.%20Acerca%20solubilidade%20%E1lcalis%20II.pdf

Acerca da solubilidade em álcalis de materiais celulósicos. III. Efeito de soluções alcalinas diversas sobre a madeira do eucalipto. C.E.B. Foelkel; R.M. Lobato; A.C.A. Cabrera; J.V. Marengo. 14º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 22 pp. (1981)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1981.%20Acerca%20solubilidade%20%E1lcalis%20III.pdf

Refinação alcalina de polpa solúvel não branqueada. I. Influência da temperatura e do tempo de tratamento. J.V. Marengo; M.J. Sauer; E. Borges; C.N. Lopes; A.W. Petrik; C.E.B. Foelkel. 13º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 12 pp. (1980)

https://celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1980.%20Refina%E7%E3o%20alcalina%20I.pdf

Refinação alcalina de polpa solúvel não branqueada. II. Influência geral da consistência e da concentração da solução extratora. M.J. Sauer; J.V. Marengo; C.E.B. Foelkel; J.E.C. Schinoff; E. Benitez. 14º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 40 pp. (1981)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1981.%20Refina%E7%E3o%20alcalina%20II.pdf

Refinação alcalina de polpa solúvel de madeira no estágio E1 de branqueamento. J.V. Marengo; V.M. Sacon; C.E.B. Foelkel. V Congresso Brasileiro de Engenharia Química. 10 pp. (1981)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1981_Refinacao+alcalina+estagio+E1.pdf

Um esquema de metodologia de otimização por modelagem matemática de um digestor contínuo Kamyr. M.A.L. Martins; C.E.B. Foelkel. 14º Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 35 pp. (1981)

https://celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1981.%20digestor%20por%20marco%20aur%E9lio.pdf

Aspectos da utilização de antraquinona na produção de polpa solúvel. N.S. Butture; M.R.R. Pinho; J.V. Marengo; G.M. Borges; S. Bugajer; C.E.B. Foelkel. 3º Congresso Latino-Americano de Celulose e Papel. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 06 pp. (1983)

https://celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1983_Polpa_Soluvel_Antraquinona.pdf

Avaliação da potencialidade de quatro espécies de *Eucalyptus* na produção de celulose solúvel. L.X. Mezzomo. Orientação: M.A.L. Martins. Coorientação: C.E.B. Foelkel. Dissertação de Mestrado. UFSM – Universidade Federal de Santa Maria. 99 pp. (1996)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ufsm/Luciano%20Xavier%20Mezzomo.pdf

Potencialidade de quatro espécies de *Eucalyptus* na produção de celulose solúvel. L.X. Mezzomo; M.A.L. Martins; C.E.B. Foelkel; V. Sacon. 29º Congresso Anual. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 14 pp. (1996)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1996.%20Eucaliptos%20Bahia%20para%20polpa%20sol%FAvel.%20Mezzomo.pdf

Alternativas para a remoção de extrativos na produção de polpa solúvel totalmente isenta de cloro a partir de *Eucalyptus* spp. M.M. Costa. Orientação: J.L. Colodette. Avaliador na banca de defesa: C.E.B. Foelkel. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 111 pp. (1997)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ufv/Producao%20de%20Polpa%20Soluvel.pdf

Alternatives for removing extractives in the manufacture of total chlorine free pre-hydrolysis dissolving pulp from *Eucalyptus* spp. M.M. Costa; J.L. Colodette; C.E.B. Foelkel; J.L. Gomide. 5th Brazilian Symposium on the Chemistry of Lignin and Other Wood Components. Anais: 34 - 43. (1997)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1997_Dissolving_Pulps_Eucalyptus.pdf

Produção de polpa solúvel totalmente isenta de cloro a partir de *Eucalyptus* spp. M.M. Costa; J.L. Colodette; J.L. Gomide; C.E.B. Foelkel. 30º Congresso Anual de Celulose e Papel. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 11 pp. (1997)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/1997.%20Polpa%20sol%FAvel%20TCF%20de%20eucalipto.pdf

Avaliação preliminar do potencial de quatro madeiras de eucalipto na produção de polpa solúvel branqueada pela sequência OA(ZQ)P. M.M. Costa; J.L. Colodette; J.L. Gomide; C.E.B. Foelkel. Revista Árvore 21(3): 385 – 392. (1997)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1997_Polpa_Soluvel_4_Especies_Euca.pdf

Aspectos básicos da produção de polpa solúvel. I: O efeito dos extrativos da madeira - Uma revisão. M.M. Costa; J.L. Colodette; C.E.B. Foelkel. Revista O Papel (Agosto): 60 – 65. (1998)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/Polpa%20soluvel%20I%20%20marcelo%20costa.pdf

Aspectos básicos da produção de polpa solúvel. II: Uma revisão. M.M. Costa; J.L. Colodette; C.E.B. Foelkel. Revista O Papel (Setembro): 66 – 73. (1998)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ABTCP/Polpa%20soluvel%20II%20-%20marcelo%20costa.pdf

Caracterização de compostos reduzidos de enxofre gerados na produção de celulose kraft e pré-hidrólise kraft. A.M. Moura. Dissertação de Mestrado. Orientação: C.E.B. Foelkel. UFSM – Universidade Federal de Santa Maria. 130 pp. (1999)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ufsm/Afonso%20Moura.pdf

Caracterização de compostos reduzidos de enxofre gerados na produção de celulose kraft e pré-hidrólise kraft. A.M. Moura; C.E.B. Foelkel; S.M.B. Frizzo. Ciência Florestal 12(01): 49-58. (2002)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/ciencia_florestal/compostos%20reduzidos%20de%20enxofre%202002.pdf

Dr. Herbert Sixta. Os amigos do *Eucalyptus*. C. Foelkel. Eucalyptus Newsletter nº 8. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/newspt_mar07.html#seis

Celuloses de eucalipto para fabricação de papel e de derivados de celulose. C. Foelkel. Website www.celso-foelkel.com.br Apresentação em PowerPoint: 37 slides. (2010)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/Palestras/Polpas%20papel%20e%20sol%FAvel.pdf

Os amigos do *Eucalyptus*. Engenheiro químico Alberto Ferreira Lima. C. Foelkel. *In:* Eucalyptus Newsletter nº 47. 18 pp. (2015)

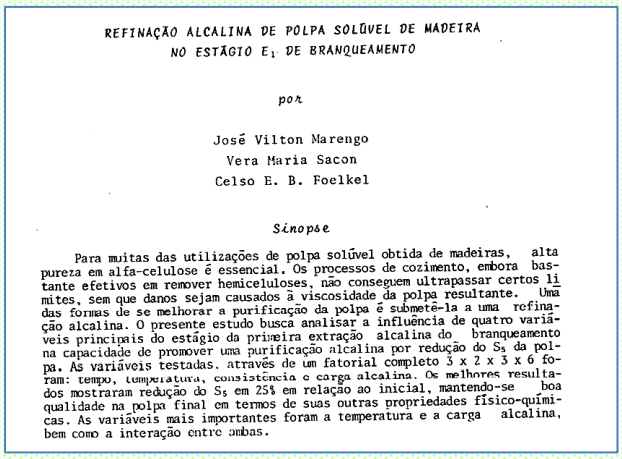
https://www.eucalyptus.com.br/news/03_news47_Alberto_Lima_Biografia.pdf

Relatos de Vida: **Projeto Bacell - 1993 /1995 - Fabricação de celulose solúvel branqueada de mercado**. C. Foelkel. *In*: Eucalyptus Newsletter nº 47. 16 pp. (2015)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/News47_Relatos_Projeto_Bacell.pdf

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



REFINAÇÃO ALCALINA DE POLPA SOLÚVEL DE MADEIRA NO ESTÁGIO E_1 DE BRANQUEAMENTO

por

José Vilton Marengo
Vera Maria Sacon
Celso E. B. Foelkel

Sinopse

Para muitas das utilizações de polpa solúvel obtida de madeiras, alta pureza em alfa-celulose é essencial. Os processos de cozimento, embora bastante efetivos em remover hemiceluloses, não conseguem ultrapassar certos limites, sem que danos sejam causados à viscosidade da polpa resultante. Uma das formas de se melhorar a purificação da polpa é submetê-la a uma refinação alcalina. O presente estudo busca analisar a influência de quatro variáveis principais do estágio da primeira extração alcalina do branqueamento na capacidade de promover uma purificação alcalina por redução do S_5 da polpa. As variáveis testadas, através de um fatorial completo 3 x 2 x 3 x 6 foram: tempo, temperatura, consistência e carga alcalina. Os melhores resultados mostraram redução do S_5 em 25% em relação ao inicial, mantendo-se boa qualidade na polpa final em termos de suas outras propriedades físico-químicas. As variáveis mais importantes foram a temperatura e a carga alcalina, bem como a interação entre ambas.

Imagens:

Páginas de rosto

Artigo e Palestra

por Celso Foelkel

7. Publicações selecionadas de outros autores em temas relacionados às polpas solúveis ou para dissolução

A seguir, estão relacionadas para acesso público, diversas publicações sobre a produção, usos, mercados e derivados de polpas solúveis ou para dissolução. Essa listagem de artigos, teses, relatórios, websites e palestras não teve o objetivo de ser exaustiva. Foram referenciados materiais selecionados e que pudessem agregar conhecimentos e que estivessem associados aos propósitos desse Relato de Vida do professor Celso Foelkel. São aproximadamente 125 produções técnicas selecionadas e relacionadas para acesso, todas nesse momento disponíveis na web para serem consultadas na maioria dos casos, gratuitamente. Tenho certeza que muito da história e da evolução tecnológica está sendo resgatada por esses trabalhos técnicos, por isso, sugiro aos interessados que naveguem com atenção para extrair uma boa dose de conhecimentos úteis daquilo que os autores dos mesmos nos ofereceram.

Seguem nossas indicações para leitura de uma seleção de materiais publicados por autores nacionais e internacionais:

Eucalypt pulps from water prehydrolysis and sulphate pulping. The process and resultant pulp properties. A. Meller. Tappi Journal 33(05): 248 – 253. (1950)

https://eurekamag.com/research/013/703/013703150.php

Recent developments and present trends in sulphite pulping. L. Stockman. Pure and Applied Chemistry. (1962)

https://www.degruyter.com/document/doi/10.1351/pac196205010165/pdf

Pulping processes. S. Rydholm. Interscience Publishers. 1269 pp. (1966)

https://www.amazon.com/Pulping-Processes-Sven-Rydholm/dp/0471747939

Sobre a acetilização fibrosa da celulose. Acetilização de fibras de algodão. Revista O Papel Ano XXIX (Agosto): 19 – 30. (1968)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1968_Acetilando+Polpa.pdf

Billerud, pioneira da fabricação de celulose kraft à pré-hidrólise. Revista O Papel (Janeiro): 41 – 50. (1969)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1969-01_Billerud.pdf

Continuous prehydrolysis-kraft cooking. S. Rydholm. Lecture 08. *In*: Continuous Pulping Processes. TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. p.: 105 – 120. (1970)

https://digitalcollections.qut.edu.au/1659/1/Continuous_Pulping_Processes.pdf

Continuous modified kraft cooking. S. Rydholm. Lecture 09. *In*: Continuous Pulping Processes. TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. p.: 121 - 159. (1970)

https://digitalcollections.qut.edu.au/1659/1/Continuous_Pulping_Processes.pdf

O uso da madeira de *Eucalyptus saligna* na obtenção de celulose pelo processo bissulfito base magnésio. L.E.G. Barrichelo. Tese de Doutorado. USP – Universidade de São Paulo. 89 pp. (1971)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/O%20uso%20da%20madeira%20de%20Eucalyptus%20saligna%20Smith.pdf

Borregaard: Meta é exportar. Revista O Papel (Outubro): 43 – 44. (1973)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1973_10_Borregaard.pdf

Degradação de carbohidratos em cavacos de eucalipto. *I - Cinética da hidrólise aquosa*. A.F. Lima; D.T.B. Gama. IX Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 06 pp. (1976)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1976_Cinetica_hidrolise_aquosa.pdf

"Línters" de algodão: Um produto secundário de recuperação de algodão com propriedades valiosas para a indústria de celulose e papel. Lurgi. Revista O Papel (Abril): 51 – 57. (1977)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1977_04_Linters.pdf

Sistema e método de condução técnica utilizado pela Riocell para o digestor contínuo. E.D. Krummenauer; V. Oliveira; R.A. Zanchin; V.R. Menegotto; L.A. Coimbra. X Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 04 pp. (1977)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1977_Conduzindo+digestor+Kamyr.pdf

Some aspects in the manufacture and use of dissolving pulps. P.R. Ramaswamy. IPPTA Souvenir. 06 pp. (1978)

https://ippta.co/wp-content/uploads/2021/01/IPPTA-Souvenir-1978-73-78-Some-Aspects-in-the.pdf

Estudo da pré-hidrólise de madeira: Influência de algumas variáveis e cinética química. A.F. Lima. Dissertação de Mestrado. Orientação: R.M.V. Assumpção. Universidade de São Paulo. 143 pp. (1981)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1981_Estudo_pre_hidrolise_Tese.pdf

Fator de pré-hidrólise na produção de pasta celulósica para dissolução. A.F. Lima; R.M.V. Assumpção. XIV Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 12 pp. (1981)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1981_Fator_pro_hidrolise.pdf

Pré-hidrólise da madeira - Influência de algumas variáveis. A.F. Lima; R.M.V. Assumpção. XIV Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 29 pp. (1981)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1981_Variaveis_pre_hidrolise.pdf

Produção de celulose solúvel em digestor contínuo pelo processo sulfato com pré-hidrólise. A.W. Petrik; L.A.O. Coimbra; R.A. Zanchin; E.D. Krummenauer. XIV Congresso Anual. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 24 pp. (1981)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1981_Polpa+soluvel+PHKP+digestor+continuo.pdf

Pré-hidrólise de madeira: Influência de algumas variáveis. A.F. Lima; R.M.V. Assumpção. O Papel (Março): 39 – 50. (1982)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1982_Pre_hidrolise_madeira.pdf

Polpeamento contínuo em contracorrente. A.W. Petrik; L.A.O. Coimbra; M.R. Roza; A.F. Milanez; J.V. Marengo. III Congresso Latino-Americano de Celulose e Papel. ABCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. 09 pp. (1983)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/01%20%20Petrik%20e%20coworkers.pdf

Operational experience in dissolving pulp production from eucalyptus with a Kamyr digester at Riocell. A.W. Petrik; L.A.O. Coimbra; R.A. Zanchin. Kamyr Symposium. 25 pp. (1984)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1984_Kamyr+Digester+Riocell.pdf

Adaptação de celulose kraft branca para a produção de *rayon*. J.C.Y. Rivera-Contreras; R. Melo-Sanhueza. Revista O Papel (Julho): 64 – 67. (1985)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1985_07_Dissolving.pdf

Dissolving pulp industry: Market trends. I. Durbak. Technical Report FPL-GTR-77. Forest Products Laboratory. 22 pp. (1993)

https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fplgtr77.pdf

Towards effluent-free TCF-bleaching of *Eucalyptus* prehydrolysis kraft pulp. H. Sixta; J. Schuster; C. Mayrhofer; A.W. Krotscheck; W. Rückl. Non-Chlorine Bleaching Conference. 24 pp. (1994)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1994_Towards_Effluent_free_TCF_bleaching.pdf

Completely countercurrent cook continuous digester. J.R. Prough; C. B. Stromberg ; R.O. Laakso; B. S. Marcoccia. Kamyr A.B. US Patent # 5401361. (1995)

https://patents.justia.com/patent/5401361

Preparação e caracterização de polpas para dissolução obtidas a partir de bagaço de cana-de-açúcar. J.C. Caraschi; S.P. Campana Filho; A.A.S. Curvelo. Revista Polímeros: Ciência e Tecnologia 6(3): 24 – 29. (1996)

https://revistapolimeros.org.br/article/5883713e7f8c9d0a0c8b47d6/pdf/polimeros-6-3-24.pdf

Production of prehydrolyzed pulp. P. Tikka; K. Kovasin. Sunds Defibrator. US Patent # 5.589.033. (1996)

https://patents.justia.com/patent/5589033

A celulose como insumo para a fabricação de embutidos. Revista O Papel (Janeiro): 22. (1996)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1996-Celulose+Embalagem+Embutidos.pdf

Bacell's Solucell – A new dissolving pulp for high quality requirements. W. Peter; A. Lima. Lenzinger Berichte 78: 28 – 32. (1998)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/1998_Bacells_Solucell.pdf

Market pulp: A finished product. D. Hillman. TAPPI Pulping Conference. 14 pp. (1999)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Market%20Pulp_Dave_Hillman.pdf (Uma cortesia de Dave Hillman e da TAPPI)

Comparative evaluation of TCF bleached hardwood dissolving pulps. H. Sixta. Lenzinger Berichte nº 79. 10 pp. (2000)

https://silo.tips/download/comparative-evaluation-of-tcf-bleached-hardwood-dissol-t-ing-pulps

Klabin Bacell: Planos de crescimento têm base na maior rentabilidade. Entrevista com José Oscival dos Santos. Revista O Papel (Novembro): 46 – 48. (2001)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2001_Klabin+Bacell.pdf

Solucell: A special dissolving pulp from *Eucalyptus*. G.F. Manhães; A.F. Lima. 7th Brazilian Symposium on the Chemistry of Lignins and Other Wood Components. 05 pp. (2001)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2001_Solucell_dissolving_pulp_Eucalyptus.pdf

Lyocell rayon. J. Chen. *In*: Textiles and Fashion. Springer. (2002)

https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/lyocell-fiber

Developing the *Eucalyptus* wood quality for dissolving pulp using tree breeding. A.F. Lima; T.F. Assis; M.A. Martins; P. Stumpf. Klabin Bacell. AKZO Viscose Seminar. 11 pp. (2003)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2003_Developing_Eucalyptus_dissolving_pulp.pdf

Derivatização de celulose sob condições homogêneas de reação. N.T. Ruiz. Dissertação de Mestrado. USP – Universidade de São Paulo. 121 pp. (2004)

https://teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46135/tde-15092016-113953/publico/Naiara_Torres_Ruiz_Mestrado.pdf

Dissolving pulp – Multivariate characterization and analysis of reactivity and spectroscopic properties. K.E. Christoffersson. Projeto de Dissertação. Umeå University. 60 pp. (2005)

http://umu.diva-portal.org/smash/get/diva2:143367/FULLTEXT01.pdf

A study of cellulose based biodegradable foams and sponges. R. Coda. Dissertação de Mestrado. Georgia Institute of Technology. 72 pp. (2005)

https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.525.2423&rep=rep1&type=pdf

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

Aldo Sani. Memórias de uma vida dedicada ao setor. L. Perecin. Coluna "Perfil Profissional". Revista O Papel (Fevereiro): 26 - 27. (2006)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2006_%20Aldo_Sani.pdf

Influência do estágio CCE na estrutura cristalina de celulose. L.A. Ramos; E.C. Tonelli; A. Lima. XXXIX Congresso e Exposição Internacional de Celulose e Papel. ABTCP-TAPPI. Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 09 pp. (2006)

httpS://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2006_Influencia_estagio_CCE_estrutura_celulose.pdf

Métodos alternativos para aproveitamento das hemiceluloses da madeira de eucalipto na indústria de celulose kraft. D. Longue Júnior. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 128 pp. (2007)

https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/3224/1/texto%20completo.pdf

Efeito das condições do estágio de purificação CCE sobre as características químicas e supramoleculares da polpa solúvel. L.A. Ramos; E.C. Tonelli; A. Lima. 3rd ICEP – International Colloquium of *Eucalyptus* Pulp. 07 pp. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2007_Efeito_estagio_CCE_celulose_soluvel.pdf

Bahia Pulp: Investindo em um futuro promissor. R. Moraes. Revista O Papel (Abril): 39 – 43. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2007_Bahia+Pulp+Futuro+Promissor.pdf

Da celulose pura para CMC e viscose: Alguns aspectos mecanísticos e de processo. *(From pure cellulose to CMC and viscose: Some process and mechanistic aspects).* U. Germgard. Revista O Papel (Setembro): 68 – 88. (2007)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2007_CMC+Viscose.pdf

Activation of dissolving pulps prior to viscose preparation. N. Kvarnlöf. Dissertação Acadêmica. Faculty of Technology and Science. Karlstad University. 92 pp. (2007)

http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:5128/FULLTEXT01.pdf

Fibras têxteis. A. Kuasne. Curso Têxtil em Malharia e Confecção. CEFET/SC – Unidade Araranguá. 90 pp. (2008)

https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/8/88/Apostila_fibras.pdf

A new generation kraft process. H. Sixta; G. Schild. Lenzinger Berichte 87: 26 – 37. (2009)

https://www.lenzing.com/?type=88245&tx_filedownloads_file%5bfileName%5d=fileadmin/content/PDF/03_Forschung_u_Entwicklung/Lenzinger_Berichte_87_2009.pdf

Detailed mass balances of the autohydrolysis of *Eucalyptus globulus* at 170°C. M. Leschinsky; H. Sixta; R. Patt. BioResources 4(2): 687 – 703. (2009)

https://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/download/BioRes_04_2_0687_Leschinsky_SP_Detailed_Mass_Bal_Hydrol/371

Polpação kraft e kraft/AQ da madeira de híbrido de *Eucalyptus urograndis* destinada à produção de polpa para dissolução. J.A. Mello Júnior. Dissertação de Mestrado. UNESP – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". 106 pp. (2010)

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/94448/mellojunior_ja_me_guara.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Extraction of hemicelluloses prior to kraft cooking: A step for an integrated biorefinery in the pulp mill. C.V.T. Mendes; J.M.S. Rocha; G.D.A. Sousa; M.G.V.S. Carvalho. XXI TECNICELPA Conference. 08 pp. (2010)

https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/10_Extraction%20of%20hemicelluloses.pdf

Estudo comparativo de produção de polpa solúvel a partir de bambu e eucalipto. L.A.R. Batalha. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 82 pp. (2011)

https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/2114/1/texto%20completo.pdf

Remoção de hemiceluloses da madeira por tratamento de auto-hidrólise. D. Longue Jr.; J.L. Colodette. Ciência Florestal 21(3): 541-550. (2011)

https://www.scielo.br/j/cflo/a/6MjLwGbCjb89BCWsHxpxKjr/abstract/?lang=pt

Dissolving pulp gold rush in high gear. K. Patrick. Paper 360º 6(05): 08 – 12. (2011)

http://pages.nxtbook.com/nxtbooks/naylor/PPIS0511/offline/naylor_PPIS0511.pdf

Produção de polpa solúvel a partir de *Eucalyptus urograndis*. R. dos Santos. Trabalho de Conclusão de Curso. UNESP – Universidade Estadual Paulista – Itapeva. 72 pp. (2011)

https://livrozilla.com/doc/1413476/rafael-dos-santos-produ%C3%A7%C3%A3o-de-polpa-sol%C3%BAvel-a

Dissolving pulp. P. Flickinger; L. Lammi; B. Ernerfeldt. TAPPI PEERS - Pulping, Engineering, Environmental, Recycling and Sustainability Conference. Apresentação em PowerPoint: 38 slides. (2011)

https://www.tappi.org/content/events/11diss/flickinger.pdf

Elasticidade de substituição: Contribuição à análise de competitividade da indústria brasileira de celulose. G.F. Manhães. Tese de Doutorado. USP – Universidade de São Paulo. 160 pp. (2011)

https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3137/tde-01062011-130256/en.php

Diferentes processos de branqueamento da celulose e seus efeitos nas propriedades físicas e cristalinidade. M.A.B. Azevedo. Tese de Doutorado. UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais. 181 pp. (2011)

https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/SFSA-95JVPB/1/tese_marco_vs_final.pdf

Method and system for high alpha dissolving pulp production. M.M. Leite. Bahia Specialty Cellulose. Patente WO2011138634A1. 76 pp. (2011)

https://patentimages.storage.googleapis.com/19/f4/4a/fcd77e47886f30/WO2011138634A1.pdf

Aperfeiçoamento de processos de produção de polpas de eucalipto para dissolução e papel *tissue*. V.J. Gomes. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 147 pp. (2011)

https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/2123/1/texto%20completo.pdf

Estudo da deslignificação e hidrólise de cavacos de madeira de eucalipto. B.S. Bellini; F. Okada; J.B.C. Colivati; R.C. Fagá. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Universitário da FEI – Faculdade de Engenharia Industrial. 117 pp. (2011)

https://www.academia.edu/28667604/Desliginifica%C3%A7%C3%A3o_e_Hidrolise_de_cavacos_de_madeira_de_eucalipto

Preparation of bamboo dissolving pulp for textile production. *Part 1. Study on prehydrolysis of green bamboo for producing dissolving pulp.* X.J. Ma; L.L. Huang; Y.X. Chen; S.L. Cao; L.H. Chen BioResources 6(2): 1428 - 1439. (2011)

https://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes_06_2_1428_Ma_HCC_Prep_Bamboo_Dissolving_Pulp_Pt1/933

Preparation of dissolving pulp from bamboo for textile applications. *Part 2. Optimization of pulping conditions of hydrolyzed bamboo and its kinetics*. X. Ma; L. Huang; S. Cao; Y. Chen; X. Luo; L. Chen. BioResources. 7(2): 1866 - 1875. (2012)

https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/preparation-of-dissolving-pulp-from-bamboo-for-textile-applications-part-2-optimization-of-pulping-conditions-of-hydrolyzed-bamboo-and-its-kinetics/

Dissolving pulp production from bamboo. L.A.R. Batalha; J.L. Colodette; J.L. Gomide; L.C.A. Barbosa; C.R.A. Maltha; F.J.B. Gomes. BioResources 7(1): 640 – 651. (2012)

https://bioresources.cnr.ncsu.edu/wp-content/uploads/2016/06/BioRes_07_1_0640_Batalha_CGBMG_Dissolving_Pulp_Prod_Bamboo_1649.pdf

Viscose production. S. Hellström. Degree Project in Engineering Chemistry. Umeå University. 52 pp. (2012)

https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:525277/FULLTEXT01.pdf

Some aspects of the reactivity of pulp intended for high-viscosity viscose. L. Östberg; H. Håkansson; U. Germgård. BioResources 7(1): 743 – 755. (2012)

https://bioresources.cnr.ncsu.edu/wp-content/uploads/2016/06/BioRes_07_1_0743_Ostberg_HG_Aspects_Reactivity_Pulp_Viscose_Gamma_No_2172.pdf

Characterization of cellulose pulps and the influence of their properties on the process and production of viscose and cellulose ethers. P. Strunk. Tese Acadêmica. Umea University. 82 pp. (2012)

http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:514909/attachment01.pdf

A brief history of regenerated cellulosic fibres. International Nonwoven and Fibre Industries. (2012)

https://web.archive.org/web/20150722145210/http://www.nonwoven.co.uk/2012/09/a-brief-history-of-regenerated.html

O renascimento de um mercado: O setor de celulose solúvel. A.C.F. Vidal. Biblioteca Digital BNDES. BNDES Setorial 38. 52 pp. (2013)

https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2181/1/BS%2038_O%20renanscimento%20de%20um%20mercado_P.pdf

Alta competência. Bahia Specialty Cellulose (BSC) garante fatia significativa do mercado mundial de celuloses especiais pelo uso de tecnologia exclusiva e base florestal de alta produtividade. T. Santi. Revista O Papel (Julho): 48 - 50. (2013)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2013_BSC+Profile.pdf

Cellulose acetate production from *Acacia mangium* pulp. M.S. Gilbert; I. Palle. 4th International Conference on Biology, Environment and Chemistry. 05 pp. (2013)

http://www.ipcbee.com/vol58/023-ICBEC2013-H3014.pdf

1993 – Nils Hartler and Ants Teder, Sweden. MWP - The Marcus Wallenberg Prize and Seminar. (2013)

https://www.mwp.org/1993-nils-hartler-and-ants-teder/

e

https://www.mwp.org/symposium/symposium-1993/ (Seminar)

Novel concepts of dissolving pulp production. H. Sixta; M. Iakovlev; L. Testova; A. Roselli; M. Hummel; M. Borrega; A. van Heiningen; C. Froschauer; H. Schottenberger. Cellulose 20(4): 1547 – 1561. (2013)

https://www.researchgate.net/publication/257546374_Novel_concepts_of_dissolving_pulp_production

Aperfeiçoamento da deslignificação com oxigênio e do branqueamento de polpa celulósica kraft de eucalipto para dissolução. J.M. Lino. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 72 pp. (2013)

https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/5938/1/texto%20completo.pdf

Avaliação do estágio ácido a alta temperatura no branqueamento de polpa kraft pré-hidrolisada. R. Santos; J.C. Caraschi; G. Ventorim. XLVI Congresso e Exposição Internacional de Celulose e Papel. ABTCP-TAPPI. Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 06 pp. (2013)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2013_Avaliando+Estagio+CCE.pdf

Manufacturing of dissolving pulp with continuous cooking and novel fiberline technology - Laboratory results and a comparison to mill results. H. Råmark; J. Vehmaa. Revista O Papel (Maio): 59 – 65. (2014)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2014_Manufacturing_Dissolving+Pulps.pdf

Desenvolvimento e caracterização de solventes aquosos para a dissolução de celulose: Reologia e comportamento de fase. H.M.M. Duarte. Dissertação de Mestrado. UAlg - Universidade do Algarve. 98 pp. (2014)

https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/7056/1/tese%20celulose%20%28FINAL%29.pdf

Utilização do estágio de extração alcalina a frio (CCE) para conversão de polpa papel em solúvel, com reaproveitamento do filtrado CCE. J.O. Resende. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 75 pp. (2014)

https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/7646/1/texto%20completo.pdf

Estudo da hidrólise ácida com ácido clorídrico em água e etanol na qualidade da polpa de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. para aplicação na produção de papel de impressão e carbóximetilcelulose (CMC). M.J.O. Fonseca. Dissertação de Mestrado. UNILESTE - Centro Universitário do Leste de Minas Gerais. 131 pp. (2014)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2014_Maria_Jose_Cenibra.pdf

Caracterização e utilização do bagaço de cana-de-açúcar e capim-elefante para produção de polpa solúvel e papel de impressão e escrita. M.F. Andrade. Tese de Doutorado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 130 pp. (2014)

https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/601/1/texto%20completo.pdf

Uso do ozônio no branqueamento de polpa de eucalipto para dissolução. F.R. Vieira. Dissertação de Mestrado Profissional. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 163 pp. (2015)

https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/18609/1/texto%20completo.pdf

Comparison of acid sulfite (AS) and prehydrolysis kraft (PHK)-based dissolving pulps. C. Duan; J. Li ; X. Ma; C. Chen; Y. Liu; J. Stavik; Y. Ni. Cellulose 22(6): 4017 – 4026. (2015)

https://www.proquest.com/openview/33e62bf9f41a513daaa3cb3119274f32/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2043866

Chapter 4 - Synthetic Textile Fibers: Regenerated cellulose fibers. J. Chen. *In*: Textiles and Fashion. p.: 79 – 95. (2015)

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845699314000040

Celulose solúvel: Utilização, competitividade & tendências de mercado. A.F. Lima. *In*: Eucalyptus Newsletter nº 47. 11 pp. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/news/07_news47_Com_a_palavra_Alberto_Lima.pdf

New developments in pulping technology. O. Pikka; M.A. Andrade. 7th ICEP - International Colloquium on *Eucalyptus* Pulp. (2015)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/11.1.Olavi+Pikka.SLIDES.pdf (Apresentação de slides – 61 slides)

e https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/11.1.Olavi+Pikka.MANUSCRIPT.pdf (Texto manuscrito – 13 páginas)

Produção de polpa para dissolução de eucalipto e bagaço de cana-de-açúcar pelos processos organossolve e pré-hidrólise kraft. D.C. Martino. Tese de Doutorado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 80 pp. (2015)

https://poscienciaflorestal.ufv.br/wp-content/uploads/2020/07/Daniela-Correia-Martino.pdf

Tratamento por processo biológico e ultrafiltração do licor da pré-hidrólise de fábricas de polpa solúvel. T.A.C. Castro. Dissertação de Mestrado. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 65 pp. (2015)

https://poscienciaflorestal.ufv.br/wp-content/uploads/2020/07/Tatiana-Aurora-Condezo-Castro.pdf

Cellulose (dissolving pulp) manufacturing processes and properties: A mini-review. C. Chen; C. Duan; J. Li; Y. Liu; X. Ma; L. Zheng; J. Stavik; Y. Ni. BioResources 11(2): 5553 - 5564. (2016)

https://bioresources.cnr.ncsu.edu/BioRes_11/BioRes_11_2_5553_Review_Chen_DLLMZSN_Cellulose_Dissolving%20Pulp_Manufacturing_Properties_8444.pdf

Estudo da potencialidade do línter de algodão para a produção de celulose solúvel. C.H.F. Rodrigues; V.J.C. Souza; J.C. Caraschi. XXVIII Congresso de Iniciação Científica da UNESP. 01 pp. (2016)

http://prope.unesp.br/cic/admin/ver_resumo.php?area=100088&subarea=27153&congresso=38&CPF=42303980852.

Estudo dos processos de extração alcalina e hidrólise enzimática para produção de polpa solúvel grau acetato. P.S. Ávila. Dissertação de Mestrado Profissional. UFV – Universidade Federal de Viçosa. 51 pp. (2016)

https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/9520/1/texto%20completo.pdf

Polpação kraft e kraft/AQ da madeira pré-hidrolisada de híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *grandis.* R. Santos; J.A. Mello Júnior; J.C. Caraschi; G. Ventorim; F.A. Pereira. Ciência Florestal 26(04): 1281 – 1290. (2016)

https://www.scielo.br/j/cflo/a/8vvKs4xkX4qvL6rY8cjHL3D/?format=pdf&lang=pt

Utilização do filtrado CCE na deslignificação com oxigênio e seus efeitos na branqueabilidade, refinabilidade e propriedades da polpa kraft branqueada. J.O. Resende; J.L. Colodette. XLIX Congresso e Exposição Internacional de Celulose e Papel. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 14 pp. (2016)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2016_Refinabilidade+Polpa.pdf

Conheça alguns tecidos sustentáveis feitos de fibra de madeira. R. Cunha. Blog Stylo Urbano. (2017)

https://www.stylourbano.com.br/conheca-alguns-tecidos-sustentaveis-feitos-de-fibra-de-madeira/

Integration of hemicellulose recovery and cold caustic extraction in upgrading a paper-grade bleached kraft pulp to a dissolving grade. C. Gonga; Y. Shi; J.-P. Ni; X.-B. Yang; Y.-Z. Liu;, C. Tian. Journal of Bioresources and Bioproducts 2(1): 20 – 23. (2017)

http://jbb.xml-journal.net/en/article/doi/10.21967/jbb.v2i1.103

Recent trends and developments in dissolving pulp production and application. H. Kumar; L.P. Christopher. Cellulose 24(06): 2347 – 2365. (2017)

https://www.researchgate.net/publication/316173706_Recent_trends_and_developments_in_dissolving_pulp_production_and_application

Global trends in dissolving pulps. R.L. Young. Spectrum 36(2): 52 – 53. Andritz Group. (2017)

https://www.andritz.com/resource/blob/252268/c64a0d79062815a0d77cfe7c7cbfb9b5/spectrum36-markettrends-dissolvingpulp-en-data.pdf

Caracterização química e estudo dos efeitos das variáveis de polpação kraft e soda do *línter* de algodão. C.H.F. Rodrigues. Trabalho de Conclusão de Curso. UNESP – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". 54 pp. (2017)

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/203711/000919630.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Dissolving pulp and its properties. V. Dyunyasheva. Trabalho de Conclusão de Curso. Tampere University of Applied Sciences. 36 pp. (2017)

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/132429/Dyunyasheva_Venera.pdf?sequence=1

From seedlings to specialty cellulose: How *Eucalyptus* is produced & processed. BRACELL/RGE – Vídeos YouTube. Canal Inside RGE. (2017)

https://www.youtube.com/watch?v=5cwy5Fq0ITk&t=55s

A celulose de polpa solúvel. L. Oliveira. Linkedin. (2018)

https://www.linkedin.com/pulse/mini-artigo-celulose-de-polpa-sol%C3%BAvel-luciano-oliveira/?originalSubdomain=pt

SAPPI Roadbook. SAPPI. Apresentação em PowerPoint: 78 slides. (2018)

https://cdn-s3.sappi.com/s3fs-public/Post%20Q1%20FY18%20Roadbook.pdf

Ésteres mistos de celulose: Síntese em meios homogêneos, caracterização e moldagem. D.C. Ferreira. Tese de Doutoramento. USP – Universidade de São Paulo. 263 pp. (2018)

https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46136/tde-24082018-113636/publico/TeseDefendidaDanielaColevatiFerreira.pdf

Alternativas de tratamento para o licor da pré-hidrólise de fábricas de polpa solúvel. T.A.C. Castro; C.M. Silva; J.L. Colodette; A.H. Mounteer. LII Congresso e Exposição Internacional de Celulose e Papel. ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 08 pp. (2019)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_Licor+Prehidrolise.pdf

Estudo de localização da extração alcalina a frio (CCE) numa sequência de branqueamento de polpa solúvel de eucalipto. J.O. Resende; J.L. Colodette; M.F. Andrade. *Scientia Forestalis* 47(122): 326 – 335. (2019)

https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr122/cap15.pdf

Global fibre markets. R. Wright. 34th FAPPI Conference. Apresentação em PowerPoint: 23 slides. (2019)

https://vppa.vn/wp-content/uploads/2019/11/11.-Special-Report-of-Hawkins-Wright.pdf

Preparation of dissolving pulp by totally chlorine-free bleaching. A. Salagui. Tese de Doutorado. University of Tsukuba. 125 pp. (2019)

https://tsukuba.repo.nii.ac.jp/record/50930/files/DA09064.pdf

Understanding the effect of severity factor of prehydrolysis on dissolving pulp production using prehydrolysis kraft pulping and elemental chlorine-free bleaching sequence. W. Wei; Z. Tian; X. Ji; Q. Wang; J. Chen; G. Zhang; L.A. Lucia. BioResorces 15(2): 4323 - 4336. (2020)

https://bioresources.cnr.ncsu.edu/wp-content/uploads/2020/04/BioRes_15_2_4323_Wei_TJWCZL_Factor_Dissolving_Pulp_Prehydrolys_Kraft_Pulping_Bleach_16825-1.pdf

Modelling of Lyocell fibre production and technical analysis of solvent recovery concepts. A. Reipsar. Dissertação de Mestrado. Abo Akademi University. 104 pp. (2020)

https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/178314/reipsar_andreas.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Cellulose fibers: Back in the spotlight. G. Twedlle. Fisher International. (2020)

https://www.fisheri.com/blog/cellulose-fibers-back-in-the-spotlight

Projeto de construção da LD celulose avança e tem *startup* previsto para o início de 2022. C. Martin. Revista O Papel (Agosto): 64 – 71. (2020)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2020_LD_Celulose.pdf

Estudio y mejora de la reactividad de la pasta *dissolving* orientado a la producción de fibra de viscosa. C.A. Gutiérrez. Tese de Doutorado. Universidad de Cantabria. 113 pp. (2020)

https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/20875/Tesis%20CAG.pdf?sequence=4&isAllowed=y

BRACELL: A fábrica de celulose de nova geração. BRACELL/RGE – Vídeos YouTube. Canal Inside RGE. (2021)

https://www.youtube.com/watch?v=3paB6-5Xm8U

BRACELL inicia operações de fábrica com tecnologias inovadoras para produção flexível de celulose solúvel e kraft. C. Martin. Revista O Papel (Outubro): 06 – 09. (2021)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2021_Bracell+inovando.pdf

Viscose and Lyocell fibers from bamboo dissolving pulp – A scientific review on claimed properties. G. Schild. Lenzinger Berichte 96: 06 – 18. (2021)

https://www.lenzing.com/?type=88245&tx_filedownloads_file%5bfileName%5d=fileadmin/content/PDF/03_Forschung_u_Entwicklung/Lenzinger_Berichte_96_2021_02.pdf

Línter reciclado de algodão: Alternativa sustentável para a produção de celulose e papel. F.J.B. Kumabe; C.A. Sansígolo; I. Homczinski. Revista do Instituto Florestal 33(02): 156 – 163. (2021)

https://smastr16.blob.core.windows.net/iflorestal/sites/234/2021/12/rif33-2_156-163.pdf

Industrial production of different prehydrolysis kraft dissolving pulp grades. E. Kärkkäinen. Tese de Mestrado. Orientação: H. Sixta. Aalto University. 118 pp. (2021)

https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/107589/master_K%C3%A4rkk%C3%A4inen_Emma_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Assessing industrial production of different prehydrolysis kraft dissolving pulp grades. E. Kärkkäinen; J. Peltonen. Afry Poyry. (2021)

https://afry.com/en/insight/assessing-industrial-production-different-prehydrolysis-kraft-dissolving-pulp-grades

Effect of pre-hydrolysis reaction conditions on xylooligosaccharides extraction in *Eucalyptus globulus.* A.E.P. Cunha; R.M.S. Simões. First International FibEnTech Congress (FibEnTech21). 07 pp. (2022)

https://knepublishing.com/index.php/KnE-Materials/article/view/11603/18786

Reactivity increasement of prehydrolysis kraft pulp from *Acacia crassicarpa* and *Eucalyptus* hybrids. E. Tandy. Tese de Mestrado. The Royal Institute of Technology. 44 pp. (2022)

http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1642247/FULLTEXT02.pdf

BRACELL: melhores resultados com processos diferenciados. T. Santi. Revista O Papel (Abril). 06 pp. (2022)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2022_Bracell.pdf

***Rump up* da LD Celulose evolui e a empresa já direciona produção de celulose solúvel à Lenzing.** C. Martin. Revista O Papel (Agosto): 52 - 61. (2022)

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2022_LDCelulose.pdf

A revelação do eucalipto. *Poucos consumidores sabem da presença de celulose de eucalipto em sorvetes, biscoitos, hambúrgueres, queijos, ketchup e sopas.* E. Miranda. Revista A Lavoura. (2022)

https://alavoura.com.br/agro-inteligencia/a-revelacao-do-eucalipto/

Bacell – Celulose solúvel PHK-TCF. A. Lima; W. Peter; E. Manias; G. Paiva. ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 21 slides. (SD = Sem referência de data)

http://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/SD_Bacell_Celulose_PHK_TCF.pdf

Dissolving pulp: Quality and reliability are the key to profitability. Valmet. Acesso em 10.08.2022:

https://www.valmet.com/pulp/dissolving-pulping/

Dissolving pulp. Andritz. Acesso em 10.08.2022:

https://www.andritz.com/newsroom-en/search?sba=&search=dissolving

Cotton pulp making. CNBM International. Acesso em 10.08.2022:

http://www.paperpulpingmachine.com/applications/cotton-pulp-making/

Outlook for Dissolving Pulp: Supply, demand, costs and prices. A multi-client service, available now. Hawkins Wright. Folder. 08 pp. Acesso em 10.08.2022:

https://www.hawkinswright.com/docs/default-source/report-brochures/dp-prospectus.pdf

A-ConFlex™ flexible continuous kraft and dissolving pulping technology. Andritz website. Acesso em 10.08.2022:

https://www.andritz.com/products-en/group/pulp-and-paper/pulp-production/a-conflex-technology

Derivados de celulose. A.L. Ferraz. Material didático. Apresentação em PowerPoint: 27 slides. Acesso em 10.08.2022:

http://www.debiq.eel.usp.br/aferraz/Tecnologia%20de%20convers%C3%A3o%20de%20biomassa/aula%209%20derivados%20de%20celulose.pdf

Bleaching of dissolving pulps. Valmet website. Acesso em 10.08.2022:

https://www.valmet.com/pulp/cooking-and-fiberline/bleaching/bleaching-dissolving-pulp/

Descubra o tecido do futuro: *Lyocell*. Website Lyocell.Info. Acesso em 10.08.2022:

https://lyocell.info/pt/

Regenerated cellulosic fibres: Viscose, modal, lyocell, cupro, (tri)acetate. Win Win Textiles. Acesso em 10.08.2022:

https://win-win.info/index.php/sustainable-concepts/regenerated-cellulosic-fibres/

Derivados de celulose solúvel
Imagem: Acervo Celso Foelkel

8. Alguns fabricantes de polpas solúveis no Brasil e internacionalmente

REPORTAGEM ESPECIAL

Bracell: melhores resultados com processos diferenciados

Companhia investiu no estado da arte tecnológico para ganhar competitividade por meio da inovação e sustentabilidade na produção de celulose solúvel e celulose kraft

POR THAIS SANTI
Especial para O Papel

Brilho nos olhos. Esta é a expressão de quem viu passo a passo a transformação acontecer. Quem diria que a então Iwarcel se tornaria a nova gigante do setor de celulose solúvel e, por que não dizer, a maior empresa do mundo nesta especialidade? Pois esse foi o resultado da transformação dos negócios a partir da aquisição da Iwarcel pelo Grupo asiático BGE, que deu asas à inovação e à sustentabilidade na constituição da Bracell, que, há poucos meses, colocou em operação um projeto que já posiciona a empresa entre os principais *players* do mercado global.

Projeto Star foi o nome dado ao investimento na expansão da capacidade de produção de 250 mil toneladas/ano de celulose kraft para 1,5 milhão de toneladas/ano de celulose solúvel, ou até 3 milhões de toneladas/ano de celulose kraft, conforme demanda. Localizada em Lençóis Paulista, interior de São Paulo, desde o seu *startup* em setembro de 2021 até o momento, a nova fábrica vem desempenhando com 90% da capacidade média e a curva de aprendizado já está muito próxima do que foi planejado para operar à plena capacidade.

Pedro Stefanini, vice-presidente sênior da companhia, destaca que se trata de uma curva bastante arrojada, pois é como

Revista O Papel • Abril/April 2022

REVISTA SOBRE MERCADO E TECNOLOGIA PARA CELULOSE E PAPEL

O papel

ANO LXXXIII N.º 8, AGOSTO 2022 — YEAR LXXXIII, N.º 8, AUGUST 2022 — MONTHLY JOURNAL ON THE PULP AND PAPER MARKET AND TECHNOLOGIES

NASCE A LD CELULOSE EM LINHA COM A ECONOMIA CIRCULAR

Assista: Um projeto sustentável desde o início

LD CELULOSE IS BORN IN LINE WITH THE CIRCULAR ECONOMY

Fonte das Imagens: Capas de exemplares da Revista O Papel
ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

Importante ressaltar que a produção e o mercado de polpas solúveis estão em franco processo de crescimento e transformação, com novas fábricas/empresas e fusão/aquisição entre outras. Muitas empresas tradicionais do setor (Stora Enso, Tembec, Rauma Repola, dentre outras) abandonaram esse tipo de produção e suas tonelagens acabaram sendo substituídas por novas empresas na América do Sul e Ásia. Diversas e modernas instalações estão entrando em operações no Brasil tornando nosso País um dos maiores produtores desse tipo de produtos celulósicos (Bracell em Lençóis Paulista/SP, em adição à fábrica de Camaçari/BA e LD Celulose no Triângulo Mineiro/MG).

A seguir, estão citadas as principais empresas, tanto as que estejam ainda em operações nesse segmento, como outras que foram importantes, mas que encerravam atividades por razões diversas:

Alaska Pulp (empresa encerrada). Acesso em 10.08.2022:
https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fplgtr77.pdf

Arauco Valdívia. Acesso em 10.08.2022:

https://www.empresascopec.cl/en/noticia/arauco-starts-operation-of-its-dissolving-pulp-mill/

e

https://www.arauco.cl/mo/arauco-to-materialize-significant-innovation-at-its-valdivia-pulp-mill-allowing-the-company-to-enter-new-markets/#

Asia Pacific Royal. Acesso em 10.08.2022:

https://www.rgei.com/our-business/asia-pacific-rayon

AV Group NB. Acesso em 10.08.2022:

https://www.adityabirla.com/businesses/companies/av-group-nb

Borregaard. Acesso em 10.08.2022:

https://www.borregaard.com/markets/cellulose-derivatives/applications/cellulose-grades-for-other-applications/

Bracell. Acesso em 10.08.2022:

https://www.bracell.com/en/products/

https://youtu.be/tc91Im1c_bk (Vídeo)

Buckeye Cellulose (empresa encerrada). Acesso em 10.08.2022:

http://media.corporate-ir.net/media_files/NYS/BKI/reports/buckeye.pdf

CAIMA. Acesso em 10.08.2022:

https://www.caima.pt/pt/negocio/pasta-soluvel

CELBI (produção de polpa solúvel encerrada). Acesso em 10.08.2022:

https://celbi.pt/pt/celbi/historia

Chenming. Acesso em 10.08.2022:

https://lectura.press/en/article/valmet-supplies-main-equipment-to-the-pulp-mill-project-of-huanggang-chenming-pulp-paper-co-ltd-in-china/20909

Cosmo Specialty Fibers. Acesso em 10.08.2022:
https://cosmospecialtyfibers.com/products/products-sales

Courtaulds (empresa encerrada). Acesso em 10.08.2022:
https://en.wikipedia.org/wiki/Courtaulds

Domsjö Fabriker. Acesso em 10.08.2022:
https://www.adityabirla.com/businesses/companies/domsj%C3%B6-fabriker
https://www.domsjo.adityabirla.com/en/sidor/Cellulose.aspx

ENCE Navia. Acesso em 10.08.2022:
https://ence.es/wp-content/uploads/2019/09/10.19-Corporate-Presentation-ENG.pdf

Foley Cellulose – Georgia Pacific (línter pulp). Acesso em 10.08.2022:
https://www.gp.com/about-us/mill-sites/foley-cellulose-florida

Fortress Paper Global. Acesso em 10.08.2022:
https://www.fortressge.com/products/

GP Georgia Pacific. Acesso em 10.08.2022:
https://www.gp.com/product-overview/gp-cellulose

Harihar Grasim. Acesso em 10.08.2022:
https://www.grasim.com/about-us/plants/Harihar

Hunan Juntai. Acesso em 10.08.2022:
https://bbs.fobshanghai.com/company/16mo175u911h8f7.html

International Paper. Acesso em 10.08.2022:
https://www.internationalpaper.com/products/na/cellulose-fibers/product-detail/cellulose-derivatives-specialty-pulp

Jari Celulose. Acesso em 10.08.2022:
https://www.linkedin.com/company/jari-celulose/about/

Ketchikan Pulp Corp. (empresa encerrada). Acesso em 10.08.2022:
https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fplgtr77.pdf

LD Celulose. Acesso em 10.08.2022:
https://ldcelulose.com.br/nossos-produtos
https://ldcelulose.com.br/imprensa/ld-celulose-inicia-operacao

Lenzing. Acesso em 10.08.2022:
https://www.lenzing.com/

Metsä. (uso de polpa papel para fabricar fibras têxteis). Acesso em 10.08.2022:
https://www.metsagroup.com/metsafibre/news-and-publications/news-and-releases/stories/2021/textile-fibre-from-metsa-fibres-paper-pulp/
e
https://www.metsagroup.com/news-and-publications/news/2021/metsa-groups-kuura-textile-fibre-recognised-in-canopys-sustainability-ranking/?EncryptedId=CE2EC465269A0828&Title=MetsaGroupsKuuratextilefibrerecognisedinCanopyssustainabilityranking

Nippon Paper. Acesso em 10.08.2022:
https://www.nipponpapergroup.com/english/products/chemical/dissolving_pulp/

Rayonier Advanced Materials. Acesso em 10.08.2022:
https://ryamglobal.com/company/history/

SAPPI: Dissolving pulps & dissolving wood pulps. Acesso em 10.08.2022:
https://www.sappi.com/pt/dissolving-pulp
https://www.sappi.com/pt/dissolving-wood-pulp

https://www.sappi.com/pt/saiccor-mill

Sateri e suas fábricas de viscose. Acesso em 10.08.2022
https://www.sateri.com/

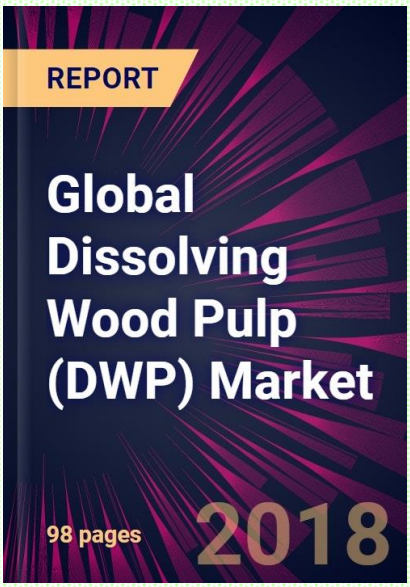
Shandong Sun Paper. Acesso em 10.08.2022
https://www.sunpapergroup.com/en/list-31-1.html

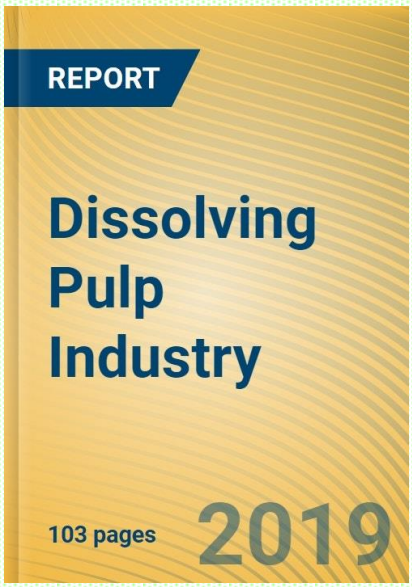
Sniace. Acesso em 10.08.2022
https://www.linkedin.com/company/sniace.group/about/

Södra Cell. Acesso em 10.08.2022:
https://www.sodra.com/en/global/pulp/dissolving-pulp/

Tembec (empresa encerrada). Acesso em 10.08.2022:
https://en.wikipedia.org/wiki/Tembec

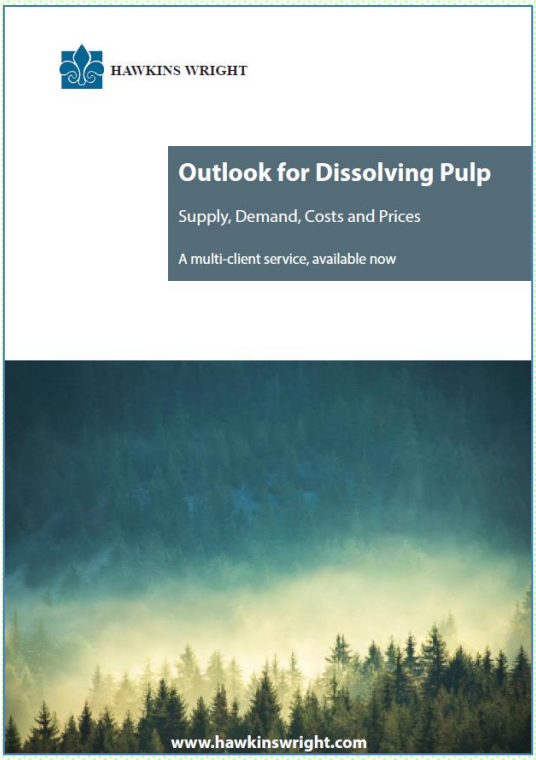
Além disso, sobre esses mercados e os principais *players* existem relatórios mais detalhados:





Fonte dos relatórios: ResearchandMarkets

https://www.researchandmarkets.com/reports/4600520/global-dissolving-wood-pulp-dwp-market-2018-2022



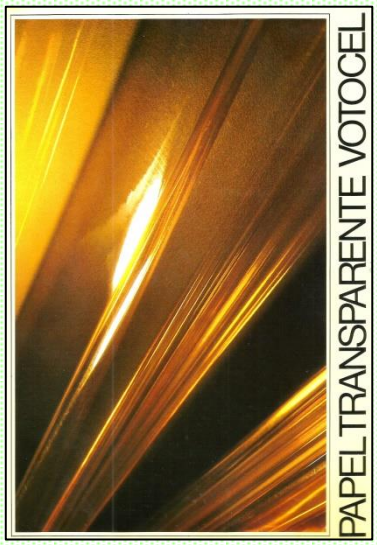
Fonte de página de rosto de relatório: Hawkins Wright

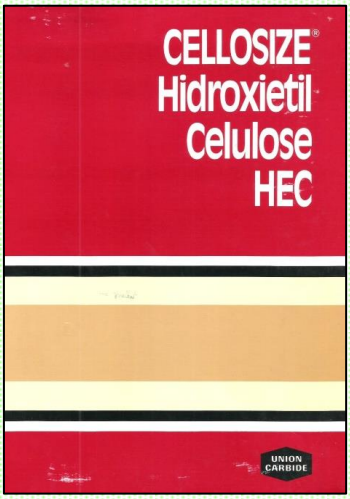
https://www.hawkinswright.com/docs/default-source/report-brochures/dp-prospectus.pdf

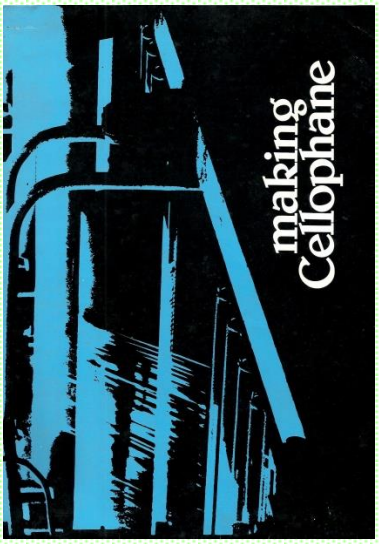
Fonte do relatório: Afry

https://afry.com/sites/default/files/2021-09/world_fibre_outlook_up_to_2035_brochure_v2.pdf

9. Polpas Solúveis: Breve apresentação de seus produtos







Imagens: Folders e catálogos comerciais

As descrições de alguns produtos desse setor de polpas solúveis, principalmente dos derivados de celulose, estão preferencialmente no idioma Inglês por terem sido as mais completas disponíveis na web e em especial na Enciclopédia Livre Wikipédia.

- **Polpas solúveis (Dissolving pulps)**

https://en.wikipedia.org/wiki/Dissolving_pulp

- **Acetato de celulose (Cellulose acetate)**

https://en.wikipedia.org/wiki/Cellulose_acetate

- **Algodão mercerizado (Mercerised cotton)**

https://en.wikipedia.org/wiki/Mercerised_cotton

- **Carbóximetilcelulose (Carboxi Methyl Cellulose)**

https://en.wikipedia.org/wiki/Carboxymethyl_cellulose

- **Celofane (Cellophane)**

https://en.wikipedia.org/wiki/Cellophane

- **Celulose (Cellulose)**

https://en.wikipedia.org/wiki/Cellulose

- **Celulose microcristalina (Microcrystaline cellulose)**

https://en.m.wikipedia.org/wiki/Microcrystalline_cellulose

https://www.ulprospector.com/pt/la/Food/Detail/12676/351135/Microcrystalline-Cellulose-MCC#:~:text=Microcrystalline%20Cellulose%20(MCC)%20is%20a,white%20to%20off%2Dwhite%20powder

- **Compósitos de celulose regenerada (Regenerated cellulose molding)**

https://patents.google.com/patent/US5968434

https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/regenerated-cellulose-fibre

- **Embalagens para produtos embutidos (Packaging for meat sausages)**

https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1996-Celulose+Embalagem+Embutidos.pdf

- **Esponjas de celulose (Cellulose sponges)**

https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.525.2423&rep=rep1&type=pdf

- **Fibras de celulose (Cellulose fibers)**

https://en.wikipedia.org/wiki/Cellulose_fiber

- **Fibras cortadas de viscose ou *rayon* (Staple fibers)**

https://en.wikipedia.org/wiki/Staple_(textiles)

- **Fibras sintéticas (Synthetic fibers)**

https://en.wikipedia.org/wiki/Synthetic_fiber

- **Filamentos de fibras (Filament fibers)**

https://en.wikipedia.org/wiki/Fiber

- **Hidróxietilcelulose (Hydroxy Ethyl Cellulose)**

https://en.wikipedia.org/wiki/Hydroxyethyl_cellulose

- **Hidróximetilcelulose (Hydroxy Methyl Cellulose)**

https://www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/hydroxymethylcellulose

- ***Lyocell*** **(Lyocell fiber)**

https://en.wikipedia.org/wiki/Lyocell

- ***Modal*** **(Modal fiber)**

https://www.textileadvisor.com/2019/11/modal-fibre-method-of-production.html#

- **Nitrocelulose (Nitrocellulose)**

https://en.wikipedia.org/wiki/Nitrocellulose

- **Polpa mercerizada (Mercerised pulp)**

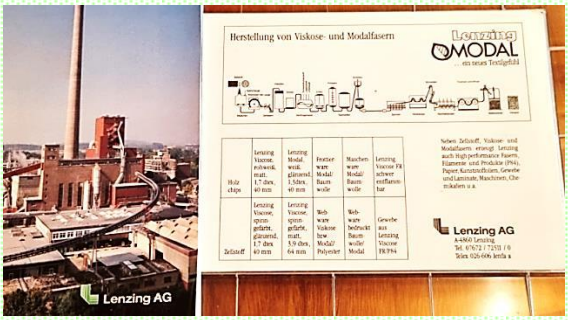
https://en.wikipedia.org/wiki/Mercerised_pulp

- **Produtos de fibras moldadas (Molded fiber products)**

https://www.fibermolding.com/molded-fiber-products.html?gclid=CjwKCAjw1ICZBhAzEiwAFfvFhIxXLFesvxHalClkQMyyyjN4IDweoISjuAfsectwF-RrwYmQjjlXSRoCOrMQAvD_BwE

- ***Rayon*** **e viscose**

https://en.wikipedia.org/wiki/Rayon

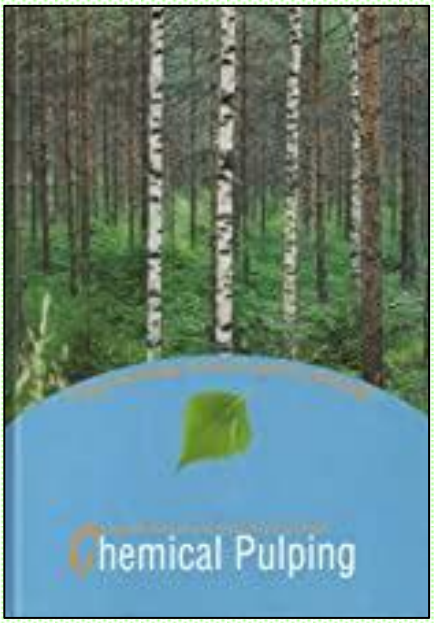


Imagens: Acervo Celso Foelkel

D: Envoltórios de embutidos: entre tripas animais e de celulose regenerada

E: Modal – Fio têxtil da empresa Lenzing

10. Grandes autores e especialistas sobre polpas solúveis



Imagens: Capas de livros setoriais

Essa seção tem a missão de lhes oferecer possibilidades de conhecerem grandes autores, estudiosos e técnicos especialistas em polpas para dissolução. Em alguns casos, e para alguns deles que tenham significativas produções bibliográficas nesse tema, estão oferecidas possibilidades de navegação na web para se conhecer algumas de suas publicações. Outros já tiveram seus estudos relacionados em seções anteriores desse nosso Relato de Vida. Por isso, ao buscar por autores referenciados sobre polpa solúvel, naveguem também nas seções 6 e 7 desse presente documento. Talvez os encontrem nas mesmas.

Também daremos destaque a estudiosos, consultores e técnicos do setor, que, embora não tenham sido autores de publicações em livros, revistas e eventos, possuem um histórico de conquistas e realizações para as polpas solúveis em nosso País.

Imagens: Acervo Celso Foelkel

Grandes autores navegados no website do Google Acadêmico e Semantic Scholar (...e que podem também serem pesquisados e encontrados em outros buscadores de autores científicos, tais como: Publons, ResearchGate, ORCID, etc.)

- **André Luiz Ferraz**

https://scholar.google.com/citations?user=pS1VcFoAAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra

e

https://www.semanticscholar.org/search?q=%22andr%C3%A9%20ferraz%22%20cellulose&sort=relevance

- **Alberto Ferreira Lima**

https://www.google.com/search?q=%22af+lima%22+dissolving&sxsrf=

e

https://www.eucalyptus.com.br/news/03_news47_Alberto_Lima_Biografia.pdf

- **Charles Frederick Cross**

https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22c.f.+cross%22+cellulose&btnG=

e

https://www.semanticscholar.org/author/C.-F.-Cross/2057622674

- **Edward John Bevan**

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

- **Gabriele Schild**

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

e

https://www.semanticscholar.org/author/G.-Schild/38595766

- **Giácoma Frasson Manhães**

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

e

https://www.semanticscholar.org/search?q=%22giacoma%20frasson%20manhaes%22&sort=relevance

- **Hannes Sihtola**

https://scholar.google.com.br/scholar?start=0&q=hannes+sihtola&hl=pt-BR&as_sdt=0,5

e

https://www.semanticscholar.org/author/H.-Sihtola/87628128

- **Herbert Sixta**

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

e

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

e

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

- **Jorge Luiz Colodette**

https://www.semanticscholar.org/search?q=%22jorge%20luiz%20colodette%22%20dissolving&sort=relevance

e

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

- **Kari Kovasin**

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

e

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

- **Marcelo Moreira da Costa**

https://www.semanticscholar.org/author/Marcelo-Moreira-da-Costa/2111019750

e
https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22m.m+costa%22+polpa+sol%C3%BAvel&btnG=

- **Nils-Erik Virkola**

https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=n.e.+virkola++cellulose&btnG=
e
https://www.semanticscholar.org/author/H.-Sihtola/87628128

- **Nils Hartler**

https://www.semanticscholar.org/author/N.-Hartler/90516677
e
https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=%22n+hartler%22+dissolving&btnG=

- **Panu Tikka**

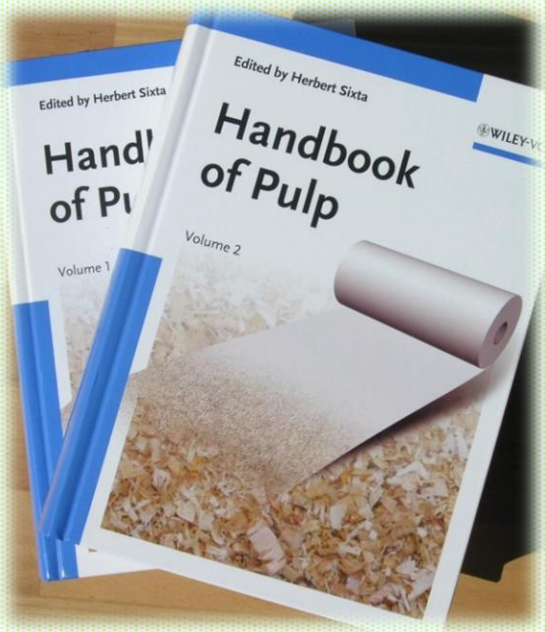
https://www.semanticscholar.org/author/Docent-Panu-Tikka/113252332
e
https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=p.tikka+dissolving+cellulose&btnG=

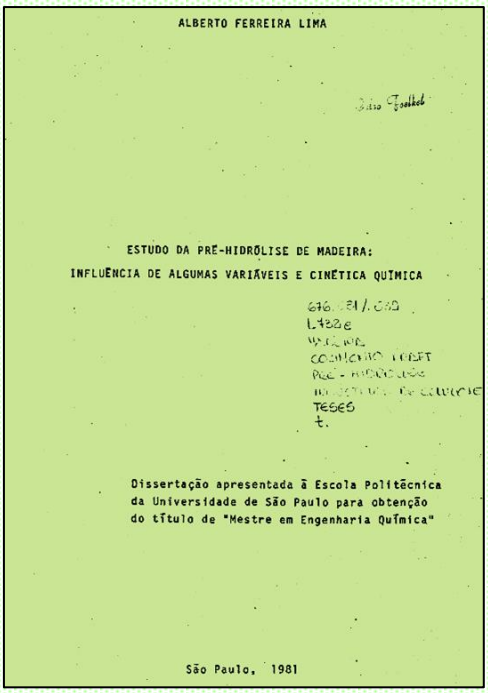
- **Sven Axel Rydholm**

https://sv.wikipedia.org/wiki/Sven_Rydholm
e
https://sv-m-wikipedia-org.translate.goog/wiki/Sven_Rydholm?_x_tr_sl=sv&_x_tr_tl=en&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=sc

- **Ulf Germgård**

https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Ulf+Germg%C3%A5rd+dissolving+pulp&btnG=
e
https://www.semanticscholar.org/search?q=%22ulf%20germgard%22%20dissolving&sort=relevance




ALBERTO FERREIRA LIMA

ESTUDO DA PRÉ-HIDRÓLISE DE MADEIRA:
INFLUÊNCIA DE ALGUMAS VARIÁVEIS E CINÉTICA QUÍMICA

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de "Mestre em Engenharia Química"

São Paulo, 1981

Imagens: Documentos técnicos (Livros e Dissertações)

Além dos renomados autores, recém-relacionados anteriormente nessa seção, é importante ainda se destacar outros técnicos, pesquisadores, especialistas e estudiosos brasileiros que foram ou têm sido bastante importantes no presente e no passado para o desenvolvimento de conhecimentos para a evolução do setor nacional de produção de polpas solúveis. Alguns deles já tiveram referências de literaturas citadas anteriormente, enquanto outros mesmo não tendo publicações relacionadas tiveram ou ainda têm importantes participações no desenvolvimento das polpas solúveis no Brasil.

Nossos agradecimentos e sinceros cumprimentos a todos eles:

Afonso de Moraes Moura
André Turquetti
Antônio Waldomiro Petrik
Augusto Fernandes Milanez
Carlos Alberto Busnardo
Claudinei Henrique Ferreira Rodrigues
Cláudio Ângeli Sansígolo
Clóvis Zimmer
Dalton Longue Júnior
Daniela Colevati Ferreira
Daniela Correia Martino
Edvins Ratnieks
Élio Darci Krummenauer
Fernanda Rosa Vieira
Gabriel Valim Cardoso

Gilberto Araújo Paiva
Gustavo Ventorim
Janaina de Oliveira Resende
Jaoscimar Becker
José Cláudio Caraschi
José Maurício Lino
José Oscival dos Santos
José Vilton Marengo
Júlio Antônio de Mello Júnior
Larissa Aparecida Ribas Batalha
Luciano Oliveira
Luciano Xavier Mezzomo
Ludmila de Araújo Ramos
Luiz Antônio Oliveira Coimbra
Luiz Filipe Hillesheim
Marcela Freitas Andrade
Marcelo Montanhese de Lima
Marcelo Moreira Leite
Marco Aurélio Luiz Martins
Moacyr José Sauer
Moacyr Rosa
Nadyr Butture
Naiara Torres Ruiz
Paulo Ricardo Pereira da Silveira
Pedro Wilson Stefanini
Phillipe de Souza Ávila
Rafael dos Santos
Romeu Antônio Zanchin
Rosely Maria Viegas Assumpção
Sérgio Nicolau Kilpp
Silávia Bergman
Valdir Oliveira
Valéria Juste Gomes
Vera Maria Sacon
Victório Roberto Menegotto

Entretanto, nem só os técnicos atuantes no setor de produção de polpas solúveis têm sido vitais para a evolução tecnológica do setor brasileiro de polpas solúveis. Também o crescimento desse setor no Brasil se deve a muitos técnicos de empresas usuárias de polpas solúveis para a fabricação de derivados como viscose, filamentos de *rayon*, papel

celofane, acetato de celulose, éteres de celulose, nitrocelulose, celulose microcristalina, etc.

Por essa razão, resolvi homenagear e para isso lhes trago uma lista de nomes de pessoas muito talentosas e determinadas das empresas com as quais me relacionei na condição de consultor ou técnico de empresa produtora e fornecedora de polpas solúveis. Acredito que muitos já nos deixaram, e muitos outros acabaram não sendo relacionados pelo meu desconhecimento de tão vasto universo de pessoas atuando nesse setor, principalmente nos dias atuais.

De qualquer forma, entendam que ao citar esses nomes a seguir, isso pode ser considerado como uma homenagem um pouco tardia a todos eles.

Ao escrever esse relato e ir me lembrando dos nomes e das imagens dessas pessoas, tomei consciência que muito do que se desenvolveu para as polpas solúveis no Brasil em décadas passadas foi conseguido na saudável relação dos produtores de polpas solúveis com os seus consumidores. A conversa franca e as decisões tomadas com foco na melhoria da matéria-prima em processo de duas mãos (ou de "mãos dadas") foram pontos chaves nesse processo de evolução tecnológica para nosso setor no Brasil.

Assim sendo, espero que tomem um pequeno tempo para olhar esses nomes (e ao lado de cada um, a empresa onde eu os conheci para interações tecnológicas em nossos trabalhos conjuntos sobre polpas solúveis).

A seguir, estou então trazendo alguns nomes de pessoas notáveis e as empresas onde elas trabalhavam na época em que pudemos interagir para oferecer a todas elas um MUITO OBRIGADO em nome de nosso setor brasileiro de polpas solúveis pelo que todas ajudaram a construir em conhecimentos e realizações:

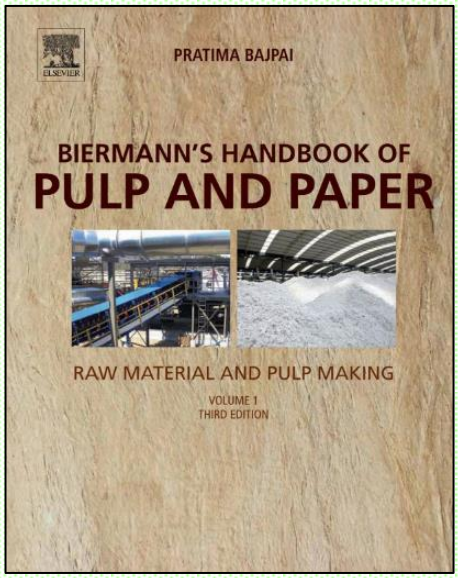
Ailton Marchette (Fiação Brasileira de Rayon Fibra)
André Pignot (Rhodia)
Antônio Carlos Bue Sardenberg (Rhodia)
Antônio Pascotte (Fiação Brasileira de Rayon Fibra)
Carlos Eduardo Calmanovichi (Rhodia)
Carlos Grislen (Johnson & Johnson)
Didier Debonneiul (Rhodia)
"Engenheiro" Gasparian (Rhodia)
Flávio Escostegui Merino (Imbel)
Francesco Restivo (Rhodia)
Franco Morpurgo (Fiação Brasileira de Rayon Fibra)
Guglielmo Taralli (Rhodia)

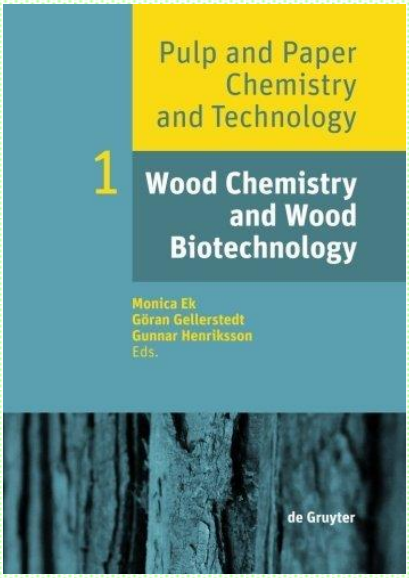
Guido Mortara (Votocel)
Henrique Stefanini e Silva (Imbel)
João Fernandes Pasinato (Johnson & Johnson)
José Mantovani (Johnson & Johnson)
José Tabacnik (Johnson & Johnson)
José Roberto Baldini (Votocel)
Júlio Costa (Johnson & Johnson)
Kátia Oliveira (Bononia)
Luiz Carlos Mendes Brito (Nitro Química)
Luigi Dominoni (Fiação Brasileira de Rayon Fibra)
Luiz Geraldo Ferraz (Johnson & Johnson)
Marco Coghi (Nitro Química)
Marcello Fiorleta (Fiação Brasileira de Rayon Fibra)
Maria Aparecida Carpim de Almeida (Johnson & Johnson)
Mário Gelmetti (Fiação Brasileira de Rayon Fibra)
Miguel Gomes da Rocha Júnior (Bononia)
Milton Ortiz (Rhodia)
Naiara Torres Ruiz (Nitro Química)
Nelson Penedo Moreira (Rhodia)
Paulo Branco (Rhodia)
Paulo Sérgio Carvalho Alvarenga (Imbel)
Peter Pestl (Rhodia)
Phillipe Pommez (Johnson & Johnson)
Rafael Pellicciotta (Nitro Química)
Roberto de Andrade Roux (Imbel)
Roberto Groppo (Votocel)
Rui Vivone (Celosul/Matarazzo)
Sílvio Fagundes (Rhodia)
Thomas Wood Jr. (Rhodia)
Ulrich Meyer (Nitro Química)
Vittorio Serafini (Rhodia)
Wilson Nasser (Celosul/Matarazzo)

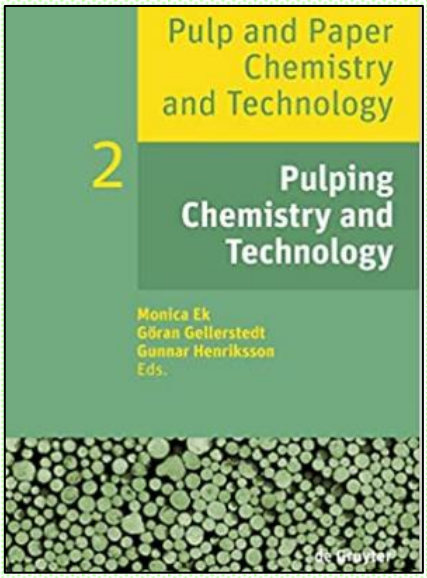
A todos os amigos relacionados e outros eventualmente esquecidos pelas dificuldades de memorizar tantos nomes ao longo dos tempos, um especial MUITO OBRIGADO pelos excelentes diálogos e busca da melhoria contínua nos produtos e processos relacionados às polpas solúveis em nosso País.

Uma regra vital aos que se iniciam nas polpas solúveis:
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***







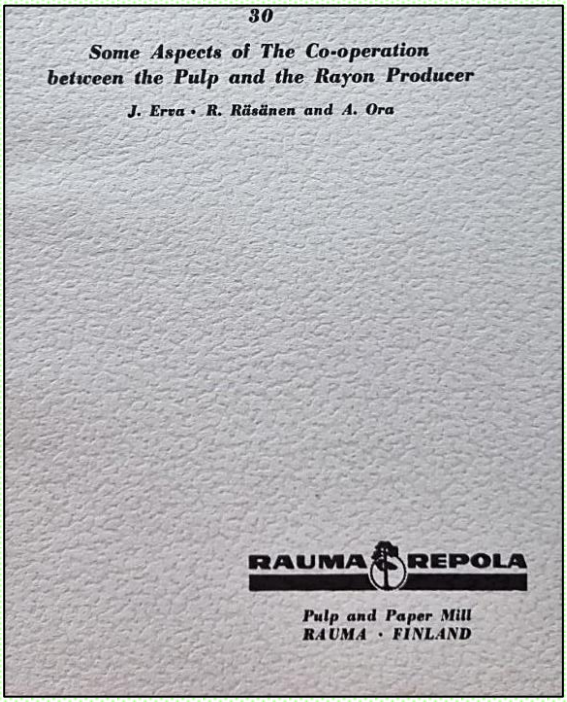
Esquerda:

https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=1TxbDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=biermann%27s+handbook+of+pulp+and+paper+pdf&ots=lhNyRk3r0O&sig=AJst_OJ-_JvMxetReBgOUyf9Lqk#v=onepage&q=biermann's%20handbook%20of%20pulp%20and%20paper%20pdf&f=false

Meio e Direita:

Volume 1:
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5597684/mod_resource/content/2/Wood%20Chemistry%20and%20Wood%20Biotechnology%20-%20Vol1%20-%20De%20Gruyter.pdf

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


30

Some Aspects of The Co-operation between the Pulp and the Rayon Producer

J. Erva · R. Räsänen and A. Ora

RAUMA REPOLA

Pulp and Paper Mill
RAUMA · FINLAND

Fonte inspiradora de nossas ações na integração produtor/consumidor:

Página rosto
Artigo apresentado no International Symposium on Man-Made Fibres (1974)

Autores:
Juhani Erva, Reino H. Räsänen, Alpo Ora

Todos nós caminhando hoje...

...Em busca do nossa

Imagem: Revista O Papel (Março, 2017)

UM ENORME MUITO OBRIGADO PELA ATENÇÃO DE VOCÊS LEITORES E COLEGAS DO SETOR

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 que esses meus anos atuando com as polpas solúveis em muito foram abrilhantados pelas integrações tecnológicas entre todos nós.

Foram privilégios profissionais em minha carreira.

Conseguimos 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 solúveis.
Assim espero...