

o papel[®]

REVISTA MENSAL DE TECNOLOGIA EM CELULOSE E PAPEL - ANO LXX N° 07 JULHO 2009
MONTHLY MAGAZINE OF PULP AND PAPER TECHNOLOGIES - YEAR LXX, NO. 07, JULY 2009



MITOS EM XEQUE

**Especialistas comprovam
por que certas afirmações
sobre o setor são falsas**

MYTHS IN CHECK

**Specialists prove the incoherence
of false data divulged about the sector**

ENTREVISTA — HECTOR RODRIGUEZ, PESQUISADOR DA QUEEN'S UNIVERSITY BELFAST, FALA SOBRE O ESTUDO QUE PODE RESULTAR, FUTURAMENTE, NA SUBSTITUIÇÃO DO PROCESSO KRAFT

INTERVIEW — HECTOR RODRIGUEZ, RESEARCHER AT QUEEN'S UNIVERSITY BELFAST, SPEAKS ABOUT A STUDY THAT COULD SOMEDAY RESULT IN THE SUBSTITUTION OF THE KRAFT PROCESS



Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

Seu espaço é aqui!

**O maior
encontro mundial**
de fornecedores nacionais e
internacionais de produtos
e serviços para o setor
de celulose e papel com
profissionais em busca
do aprimoramento e da
modernização do setor.



ABTCP-PI 2009
42º CONGRESSO E EXPOSIÇÃO
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL

42nd PULP AND PAPER INTERNATIONAL CONGRESS & EXHIBITION



26 A 29 DE OUTUBRO DE 2009
TRANSAMERICA EXPO CENTER
SÃO PAULO • BRASIL

Acesse o site, reserve sua área e esteja mais próximo do seu
cliente e das melhores oportunidades.

www.abtcp-pi2009congressoexpo.org.br

ALBANY
INTERNATIONAL

ENCA

ABIGRAF

ABICQUIM

BASF
The Chemical Company

FABIO PERINI

ABRAFORM

ABTCP

Carbinox

CBTI

kemira

ABOIO

DEVEMADA

PÖYRY

anave

BRACELPA

DOW

SATURNO

SIP

eka

AkzoNobel

VOITH

TAPPI

TAPPSA

REALIZAÇÃO

ABTCP

CO-REALIZAÇÃO

PI



Patrícia Capó - Coordenadora de Comunicação da ABTCP e Editora responsável de Publicações
Tel.: (11) 3874-2725
E-mail: patriciacapo@abtcp.org.br

ABTCP's Communication Coordinator and Editor-in-chief for the Publications
Tel. +55 (11) 3874-2725
E-mail: patriciacapo@abtcp.org.br

Mitos proibidos

Na história da humanidade, algumas afirmações baseadas em “achismos” ganharam destaque como verdade a partir do momento em que passaram a ser repetidas e divulgadas de forma intensa entre mais e mais pessoas, ignorantes sobre determinados assuntos.

Sem condições de contestar ou contra-argumentar o que desconhece, a sociedade passou a aceitar tais afirmações sem questionamento. De tanto ouvi-las e repeti-las para mais pessoas, os mitos reproduziram-se pelo tempo, reforçando seu posicionamento de verdade, até se tornarem muito difíceis de serem esclarecidos e desfeitos.

O setor é um dos campeões no *ranking* de vítimas aterrorizadas pelos mitos. Nossa *Reportagem de Capa* desta edição aborda o assunto, discutindo e contra-argumentando essas “verdades” com fatos e informações

concedidas por especialistas nos assuntos mitificados pela sociedade sobre o setor de celulose e papel.

Elas se concentram, principalmente, na área florestal, mais exatamente no plantio de eucalipto e suas consequências para o solo. Em segundo lugar, o vilão do mito é o papel branco, que automaticamente comunica ao consumidor ser fruto da ação de cortar árvores – como se o reciclado não tivesse em sua composição parte de celulose, para ter o mínimo de resistência ao rasgo.

O editor da revista *Publish*, Ricardo Pagemaker, inteligentemente afirmou em um de seus artigos assinados: “O vilão não é o papel. O vilão é o boi”. As consequências ambientais da criação de gado, conforme ele argumenta, superam infinitamente qualquer impacto mitificado que o setor possa um dia ter causado à natureza.

Ocorre, porém, que, como comer carne é um enorme prazer para a maioria das pessoas, torna-se conveniente fazer de conta que a pecuária gera impacto ambiental zero! Sem ampla divulgação comparativa entre os impactos ambientais dos dois setores (celulose e papel *versus* pecuária), o boi pode continuar pastando tranquilamente, porque é visto como uma vítima pelos naturalistas. Muito provavelmente, os ambientalistas não são vegetarianos.

É preciso usar a inteligência para desmitificar muitas falsas verdades perpetuadas no setor de celulose e papel. Não é simplesmente aceitando certos comportamentos do consumidor que seremos capazes de melhorar a imagem de nossa indústria, pelo simples fato de mudar o foco de nossa comunicação. É preciso educar mais, conscientizar mais – e isso dá muito trabalho e requer tempo.

Temos, contudo, de começar a fazer o trabalho árduo agora, se quisermos que as futuras gerações, acostumadas a ler atualmente nas mensagens da internet frases como “Antes de imprimir pense em sua responsabilidade com a natureza” ou “Salve árvores; imprima somente se for necessário”, não sejam alvos das atividades florestais e compartilhem das cenas de destruição dos movimentos ambientalistas.

Faça sua parte neste processo. O tempo cuidará do resto! 

Prohibited myths

Throughout history some statements, based on “assumptions”, were in the limelight as general truths after being repeated and spread extensively among more and more people who knew nothing about certain issues.

Completely unprepared to discuss and argue against what they did not know, society simply took for granted those unquestionable statements. After hearing them and repeating them to more people, the myths were reproduced throughout time, reinforcing their truth until the moment it became too difficult for them to be clarified or demystified.

The sector is top on the list of victims tormented by such myths. This edition's Cover Story tackles the problem discussing and arguing against facts and data provided by specialists on issues mystified by society about the pulp and paper sector.

They focus mainly on the forest area, and basically in eucalyptus cultivation and its consequences to the soil. Second place goes to the myth that white paper is a villain, directly associating it with the idea that they are a result of cutting down trees for its production. As if recycled paper did not have in its composition part of pulp, so as to retain required tearing resistance.

Very wisely, Ricardo Pagemaker – Publish magazine's editor – claimed in one of his signed articles: “The villain is not paper. The villain is the livestock.” The environmental consequences that

livestock farms cause are by far more harmful than any mystified impact that the sector could have caused to nature.

But as eating meat is indeed very pleasant to most people, it's convenient to pretend that raising cattle generates no impact on nature! Considering no the impact of the impact of the two sectors on the environment has ever been publicized – Pulp and Paper versus Cattle, the ox can go on grazing since it's seen as a victim by naturalists. These environmentalists aren't definitely vegetarians.

It's necessary to make use of intelligence to demystify many fake truths which have been spread in the pulp and paper sector. It's not only a matter of accepting certain consumer behaviors that will improve the image of our industry, but by changing the focus of our communication. It's necessary to educate more, raising people's awareness. This requires a lot of work and time.

However, it's high time we started doing the hard work in case we want future generations, who are used to reading sentences on the internet like: “Before printing out anything be environmentally friendly” or “Save trees, print out only what is necessary”, don't be tormentors of forest activities and share destruction scenes of the environmental movements.

Do your part in the process. Time will care the rest!

Seriedade e Transparência.
 Assim se constrói uma história de sucesso.

Há 18 anos a Golden Fix faz história oferecendo, com seriedade e transparência, produtos de primeira linha para **Fixação, Movimentação e Corte de bobinas!**

GOLDEN FIX
 SISTEMAS DE FIXAÇÃO

+55 41 3332.0033
 www.goldenfix.com.br

Distribuidor exclusivo no Brasil das marcas:

SVECOM P.E. **mario cotta**
 Alta tecnologia em movimentação e fixação de bobinas. A melhor performance em sistemas de cortes.



06 ENTREVISTA *Interview*

ARQUIVO PESSOAL



Hector Rodriguez

**Processo kraft
poderá ser
substituído no
futuro**

CADERNO ABPO *ABPO Section*

11 | COLUNA ABPO *ABPO Column*
Rastreado as perdas de produtos
por Paulo Sérgio Peres

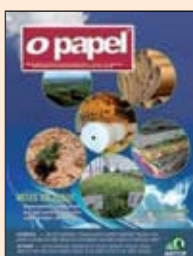
12 | ARTIGO ABPO *ABPO Article*
Fatores que influenciam o projeto da embalagem
por Juarez Pereira

CADERNO BRACELPA *BRACELPA Section*

13 | COLUNA BRACELPA *Bracelpa Column*
Ações para valorizar o segmento de papel
por Elizabeth de Carvalhaes

14 | REPORTAGEM BRACELPA *Bracelpa Report*
Líderes globais do setor definem metas para o futuro

19 | ATIVIDADES BRACELPA *Bracelpa Activities*



Capa: Criação Fmais

Ano LXX Nº07 Julho/2009 - Órgão oficial de divulgação da ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel, registrada no 4º Cartório de Registro de Títulos e Documentos, com a matrícula número 270.158/93, Livro A.

Year LXX # 07 Julho/2009 - ABTCP - Brazilian Technical Association of Pulp and Paper - official divulge organ, registered in the 4th Registry of Registration of Titles and Documents, with the registration number 270.158/93, I liberate A.

Revista mensal de tecnologia em celulose e papel,
ISSN 0031-1057
Monthly Magazine of Pulp and Paper Technology

Redação e endereço para correspondência / *Address for contact*
Rua Zequinha de Abreu, 27
Pacaembu, São Paulo/SP – CEP 01250-050
Telefone (11) 3874-2725 – email: patricia capo@abtcp.org.br

Conselho Editorial Executivo / *Executive Editorial Council:*

Afonso Moraes de Moura, Alberto Mori, Francisco Bosco de Souza e
Patrícia Capo.

Comitê Editorial da Qualidade / *Editorial Quality Committee:*

Enéias Nunes da Silva, Grace Kishimoto, Sílvia Maiolino e Valdir Premero.

Avaliadores de artigos técnicos da Revista O Papel / *Technical Consultants:*

Coordenador/Coordinator: Pedro Fardim (Åbo Akademi University, Finlândia)
Editores/Editors: Song Wong Park (Universidade de São Paulo, Brasil), Ewellyn Capanema (North Carolina State University, Estados Unidos)
Consultores / Advisory Board: Bjarne Holmbom (Åbo Akademi University, Finlândia), Carlos Pascoal Neto (Universidade de Aveiro, Portugal), Dominique Lachenal (EFPG, França), Eduard Akim (St Petersburg State Technological University of Plant Polymer, Rússia), Hasan Jameel (North Carolina State University, Estados Unidos), Joel Pawlack (North Carolina State University, Estados Unidos), José-Antonio Orrcotoma (PAPRICAN, Canadá), Jürgen Odermatt (Universität Hamburg, Alemanha), Kecheng Li (University of New Brunswick, Canadá), Lars Wågberg (KTH, Suécia), Martin Hubbe (North Carolina State University, Estados Unidos), Mikhail Balakshin (North Carolina State University, Estados Unidos),

Mohamed Mohamed El-Sakhawy (National Research Centre, Egito), Paulo Ferreira (Universidade de Coimbra, Portugal), Richard Kerekes (University of British Columbia, Canadá), Storker Moe (Norwegian University of Science and Technology, Noruega), Tapani Vuorinen (Helsinki University of Technology, Finlândia), Ulf Germgård (Karlstad University, Suécia).

Jornalista e Editora Responsável - *Journalist and Responsible*

Editor: Patrícia Capo - MTb 26.351-SP

Editora Assistente - Assistant Editor: Luciana Perecin – MTb 46.445-SP

Redação - Report: Marina Faleiros - MTb 50.849-SP

Revisão - Revision: Adriana Pepe e Luigi Pepe

Tradução para o inglês - English Translation: CEI Consultoria Espanhol e Inglês, Grupo Primacy Translations e Diálogo Traduções

Projeto Gráfico - Graphic project: Desenvolvido pela Copy Right Conv. Gráficas Ltda. A cessão plena dos direitos autorais foi adquirida pela ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel, a partir de abril de 2003.

Graphic Design: Fmais Comunicação e Marketing (11) 3237-4046 / 3237-5064

Editor de Arte - Art Editor: Fernando Emilio Lenci

Produção - Production: Fmais Comunicação e Marketing

Impressão - Printing: Pancrom

Publicidade - Publicity: Tel.: (11) 3874-2728 / 2738 / 2720

Email: relacionamento@abtcp.org.br

Representante na Europa - *Representatives in Europe:*

Nicolas Pelletier - ENP Tel.: +33 238 42 2900

Fax: +33 238 42 2910

E-mail: nicolas.pelletier@groupe-np.com

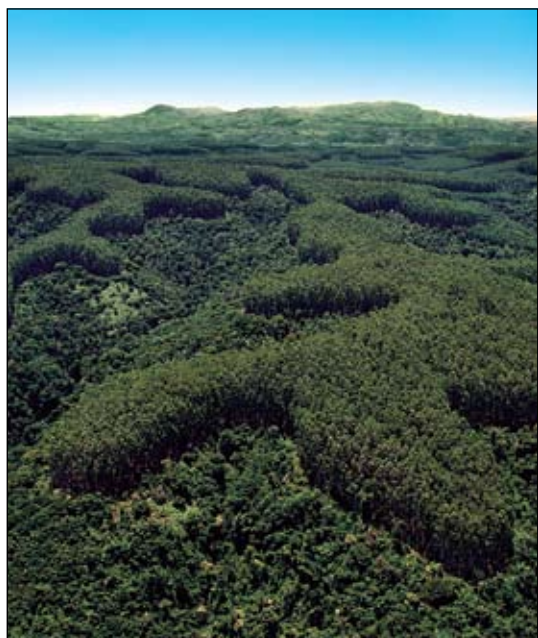
Publicação indexada: A revista O Papel está indexada no Chemical Abstracts Service (CAS), www.cas.org.

Os artigos assinados e os conceitos emitidos por entrevistados são de responsabilidade exclusiva dos signatários ou dos emitentes. É proibida a reprodução total ou parcial dos artigos sem a devida autorização. *Signed articles and concepts emitted by interviewees are exclusively responsibility of the signatories or people who have emitted the opinions. It is prohibited the total or partial reproduction of the articles without the due authorization.*

100% da produção de celulose e papel no Brasil vem de florestas plantadas, que são recursos renováveis.

In Brazil, 100% of pulp and paper production are originated in planted forests, which are renewable sources.

REPORTAGEM



ZIG KOCH

20 REPORTAGEM DE CAPA

Cover Story

Os mitos que cercam o setor

Apesar do esforço setorial em informar corretamente consumidores e ONGs sobre o processo de fabricação de celulose e papel, continuam sendo propagados dados falsos segundo os quais o eucalipto seca o solo e o papel de fibra virgem deve ser preterido em favor do reciclado

SÉRIE ESPECIAL

“Cenários e Perspectivas Setoriais” - Artigo 3

Special Series “Industry Scenarios and Perspectives” - Article 3

31 Um novo patamar de gestão no setor de papel e celulose

Por Marcos Avó e Ricardo Altmann

ARTIGOS TÉCNICOS

Peer-reviewed articles

34 NANOCRISTAIS DE CELULOSE

53 IMPACTO DA QUALIDADE DA MADEIRA DE EUCALIPTO NO DESEMPENHO FINANCEIRO DE UM MODELO DE FÁBRICA BRASILEIRA DE CELULOSE

INFORME TÉCNICO Technical Report

72 BENCHMARKING ENERGÉTICO NA INDÚSTRIA DE CELULOSE E PAPEL

Por Dorian L. Bachmann

79 INDICADORES DE PREÇOS

Data of the industry - prices

82 DIRETORIA

Board of Directors

ÍNDICE DE ANUNCIANTES

ABB	16
CARBINOX	12
DSI	10
GOLDEN FIX	03
INTERNATIONAL PAPER	Encarte
NSK	4ª capa
SKF	08
TECNOSAN	11
TIDLAND	19
TISSUE WORLD	30
VOITH	25

O PAPEL IN ENGLISH

09 – Interview

Kraft process might be substituted in the future

17 – Bracelpa Report

The sector's global leaders set their goals for the future

Read the English version of the article “A new management level in the pulp and paper sector” - Special series at www.abtcp.org.br.

26 – Cover Story – Myths surrounding the sector

In spite of the sector's effort to inform consumers and NGOs about pulp and paper production processes, false data stating that eucalyptus dries the soil or that virgin fiber paper should be substituted for recycled continue being spread

PEER-REVIEWED ARTICLES

34 – Cellulose whiskers

53 – Influence of eucalyptus wood properties on the financial performance of a modeled Brazilian pulp mill

TECHNICAL REPORT

72 – Energy Benchmarking in the Pulp and Paper Industry

Processo kraft poderá ser substituído no futuro

Por Marina Faleiros

Por mais de 100 anos, a indústria de celulose utilizou o processo kraft para dissolver a madeira e dela extrair seus componentes. Para os pesquisadores da irlandesa Queen's University Belfast, no entanto, esse método pode estar com os dias contados, já que eles desenvolveram uma pesquisa que obteve bons resultados sem a utilização dos químicos do processo kraft, como soda cáustica e sulfeto de sódio. “Nossa pesquisa é focada na investigação dos líquidos iônicos em um nível ainda fundamental”, explica **Hector Rodriguez**, um dos membros da equipe de pesquisadores.

Para ele, o primeiro passo dado nesse tema é muito importante, já que toda a indústria busca formas mais amigáveis ao meio ambiente para trabalhar seus processos, e os líquidos iônicos têm apresentado um enorme potencial como solventes. O componente utilizado foi o acetato 1-etil-3-metilimidazol ([C2mim]OAc), depois de suave trituração da madeira. A completa dissolução foi alcançada com o aquecimento da amostra em um banho de óleo. O processo pode ser acelerado com pulsos de micro-ondas ou irradiação de ultrassom. “Nós trabalhamos com a dissolução direta de madeira, evitando o uso, por exemplo, de condições cáusticas agressivas e a geração de resíduos perigosos”, afirma. Como os custos dos líquidos iônicos ainda são muito altos, a equipe de pesquisa agora deverá estudar um sistema de reciclagem dos solventes, etapa necessária para que o processo possa atingir, no futuro, uma escala industrial e competitiva.



ARQUIVO PESSOAL

Hector Rodriguez:
“Acreditamos que a tecnologia de líquido iônico tenha potencial de substituir o processo kraft a médio prazo”

O Papel – Por qual motivo sua equipe de pesquisas optou pelo estudo dessa área específica, que envolve a dissolução da madeira?

Hector Rodriguez – Atualmente, a indústria depende grandemente de matérias-primas originadas do petróleo e de outros recursos não renováveis. A biomassa na natureza – e especialmente a madeira – pode oferecer um

acesso mais sustentável. É possível que os principais componentes da madeira (celulose, hemicelulose e lignina) se constituam em bases renováveis para o desenvolvimento de ampla variedade de químicos e de produtos avançados. Para usufruir plenamente dessa oportunidade, a dissolução da madeira e a separação de seus componentes são estágios cruciais.

O Papel – O senhor poderia expor os aspectos mais importantes da sua pesquisa?

Rodriguez – Nossa pesquisa concentra-se basicamente na investigação de líquidos iônicos, seja em seu aspecto fundamental, seja com vistas à sua aplicação. Entre os trabalhos em andamento está o desenvolvimento de líquidos iônicos com ingredien-

tes farmacêuticamente ativos como plataforma para um paradigma alternativo ou a utilização da tecnologia de líquidos iônicos para o processamento de biomassa e biopolímeros, assim como de produtos derivados avançados.

O Papel – *De que modo esse novo processo de dissolução difere daquilo que está sendo atualmente feito pela indústria de celulose?*

Rodriguez – O novo processo consiste na dissolução da madeira triturada diretamente em líquido iônico, eliminando, com isso, a necessidade de, por exemplo, condições cáusticas agressivas e, portanto, a geração de resíduos perigosos, característicos do processo kraft. O líquido iônico usado é essencialmente não volátil, aceitavelmente não corrosivo e de baixa toxicidade. Em comparação às tecnologias em uso, as condições de operação necessárias no processo de dissolução com líquido iônico são mais brandas. O material dissolvido no líquido iônico pode ser facilmente precipitado na solução de forma fracionada mediante a adição de substâncias amistosas, tais como água e acetona, de modo a não haver o envolvimento de substâncias significativamente perigosas. Diferentemente dos métodos em uso, nos quais o foco recai na celulose, o processamento com líquido iônico pode converter também a lignina, mostrando-se promissor na utilização integral dos biopolímeros que compõem a madeira.

O Papel – *A dissolução com líquidos iônicos já pode ser aplicada em larga escala para a produção de polpa?*

Rodriguez – As experiências para a dissolução de madeira em líquidos iônicos são, por enquanto, re-

alizadas apenas em nível de bancada. É primeiramente necessário o desenvolvimento de plantas-piloto para dar escala ao processo antes de qualquer aplicação em âmbito industrial. Devido ao custo expressivo do líquido iônico, um eficiente procedimento para sua reciclagem é absolutamente necessário em qualquer estratégia de ampliação de escala.

O Papel – *Quais foram os maiores desafios em sua pesquisa?*

Rodriguez – A recalcitrância da madeira tem sido certamente um problema. Encontrar um líquido iônico capaz de quebrar as ligações lignocelulósicas e manter os biopolímeros na solução sem degradação significativa tem sido um dos desafios. Outro consiste na pesquisa de solventes benignos capazes de produzir a precipitação fracionada de material rico em celulose e lignina pura. O objetivo final será a separação completa dos biopolímeros. Ainda outro desafio reside na descoberta de um procedimento de reciclagem do líquido iônico que seja mais eficiente em energia.

O Papel – *Por que o processo kraft de dissolução continua tão amplamente utilizado mesmo com todas essas questões ambientais? Os líquidos iônicos poderão substituir completamente esse processo em um futuro próximo?*

Rodriguez – O processo kraft continua amplamente utilizado porque não tem sido fácil encontrar alternativas adequadas em seus mais de 100 anos de história. A madeira é de natureza recalcitrante, o que dificulta seu processamento e a recuperação de seus componentes biopoliméricos. A falta de alternativas melhores explica por que a comunidade industrial tem tolerado o uso de químicos tão poluidores e a geração de resíduos

perigosos. Nós acreditamos que a tecnologia de líquido iônico tenha potencial para substituir o processo kraft em médio prazo. É evidentemente necessária uma pesquisa subsequente para melhoramento do método e ganho de escala.

O Papel – *Que tipo de madeira pode ser dissolvida com líquidos iônicos? O senhor acredita que o processo pesquisado pode ser eficaz também com o gênero Eucalyptus (o mais utilizado no Brasil)?*

Rodriguez – Temos dissolvido uma extensa variedade de biomassa em líquidos iônicos. No caso particular de trabalho recentemente publicado, tanto o pinheiro americano (*Pinus palustris*) como o carvalho vermelho (*Quercus rubra*) foram dissolvidos em líquido iônico acetato 1-etil-3-metilimidazol. Essas duas classes de madeiras foram selecionadas como representativas de madeira mole (conífera) e dura (folhosa), respectivamente. Assim, como regra geral, o processo de líquido iônico deveria ser eficaz com madeiras de origens diferentes.

O Papel – *Quais são as próximas atividades da pesquisa?*

Rodriguez – Como já dito, desejamos chegar a uma separação total dos diversos biopolímeros que compõem a madeira. Por enquanto, foi conseguida apenas uma separação parcial. Estamos pesquisando o uso de aditivos ou de catalisadores para atuar melhor sobre as ligações lignocelulósicas e concluir com o melhoramento da dissolução e a separação dos biopolímeros. Outro importante aspecto atualmente em investigação é o desenvolvimento de alternativas para a reciclagem do líquido iônico de modo mais eficiente em energia do que a simples destilação usada atualmente. ▲



Bom para seus negócios

E para o seu planeta.

Apresentação dos Rolamentos SKF com Eficiência Energética (E2)

Os novos rolamentos rígidos de esferas SKF E2 consomem aproximadamente de 30% a 50% menos energia do que os rolamentos SKF padrão. A economia é ainda maior comparada com qualquer outra marca. Podem durar até duas vezes mais. Em muitos casos funcionam em menor temperatura com velocidades e cargas equivalentes, reduzem o consumo de lubrificante e estendem potencialmente a vida útil do equipamento.

Realize uma pequena mudança; faça uma grande diferença. Substitua seus rolamentos convencionais pelos novos rolamentos rígidos de esferas de baixíssimo atrito, SKF com Eficiência Energética (E2).

Para mais detalhes, incluindo recomendações de aplicações, entre em contato com o seu Representante ou Distribuidor Autorizado SKF.



www.skf.com/E2

The Power of Knowledge Engineering

CaRisMa - Serviço ao Cliente
0800 141 152
www.skf.com.br



Os rolamentos rígidos de esferas SKF E2 oferecem maior eficiência energética em aplicações de carga leve à normal. Para cargas superiores as normais, solicite os rolamentos SKF Explorer disponíveis em uma ampla gama de tipos e tamanhos.



Kraft process might be substituted in the future

By Marina Faleiros

For over 100 years, the kraft process has been the method used by the pulp industry to dissolve wood and extract its components. However, for researchers at Queen's University Belfast this process might soon be substituted, for they developed a study that has obtained good results without having to use chemical products from the kraft process, such as sodium hydroxide and sodium sulfide. "Our research focuses on investigating ionic liquids in a yet initial stage", explains **Hector Rodriguez**, one of the members on the research team.

According to him, the importance of taking the first step in this direction is very important, since the entire industry seeks eco-friendly ways for executing its processes, whereby ionic liquids have shown enormous potential as solvents. The component utilized was 1-ethyl-3-methylimidazolium acetate ([C2mim]OAc), after gently grinding the wood. The complete dissolving was achieved by heating the sample in an oil bath. The process can be accelerated with microwave pulses or ultrasound irradiation. "We work with the direct dissolving of wood, avoiding the use, for example, of aggressive caustic conditions and generating of hazardous waste", he said. Since ionic liquid costs are still very high, the research team is now studying a system for recycling solvents, a necessary stage for the process to achieve industrial and competitive scale in the future.



Hector Rodriguez (on right) and Robin Rogers, members on the research team, believe that the ionic liquid technology has the potential to replace the kraft process in the mid-term

O Papel – Why did your research team decide to study this specific area, involving the dissolution of wood?

Hector Rodriguez – Currently the industry relies heavily in raw materials coming from petroleum and other non-renewable resources. The biomass in Nature, and in particular wood, can offer a more sustainable approach. The major components of wood (cellulose, hemicellulose and lignin) can be the renewable basis for the development of a plethora of chemicals and advanced materials.

To fully exploit this opportunity, the dissolution of wood and separation of its components is a crucial step.

O Papel – Can you make a review about the most important aspects of your research?

Rodriguez – Our research is generally focused on the investigation of ionic liquids, both at a fundamental level as well as from an application point of view. Ongoing efforts include, among others, the development of ionic liquids containing pharmaceutically active ingredients as a

platform for an alternative pharmaceutical paradigm, or the use of ionic liquid technology for the processing of biomass and biopolymers, and derived advanced materials.

O Papel – In which ways does this new process of dissolution differ from what the pulp industry is making nowadays?

Rodriguez – It consists of the direct dissolution of milled wood in the ionic liquid, thus avoiding the need of e.g. aggressive caustic conditions and generation of haz-

ardous waste, characteristic of the kraft process. The ionic liquid used is essentially non-volatile, acceptably non-corrosive and with low toxicity. The operation conditions required are milder in the ionic liquid dissolution process, compared to current technologies. The materials dissolved in the ionic liquid can be easily precipitated out of the solution in a fractionated mode by addition of friendly substances such as water and acetone, so no significantly hazardous substances are involved. Contrary to the current methods, in which the focus is put on cellulose, the ionic liquid processing also yields lignin, looking promising for an integral usage of the biopolymers constituting the wood.

O Papel – The dissolution with ionic liquids can be already used in large scale to produce pulp?

Rodriguez – The experiments for the dissolution of wood in ionic liquids have just been carried out at a bench scale so far. The development of pilot plants to scale up the process is needed prior to any application at an industrial level. Given the relative cost of the ionic liquid, an efficient protocol for recycling of the ionic liquid is absolutely necessary in any scaled-up strategy.

O Papel – Which were the biggest challenges in your research?

Rodriguez – The recalcitrance of wood certainly poses a problem. Finding an ionic liquid capable of breaking the lignocellulosic bonds and keeping the biopolymers in solution without significant degradation has been one of the challenges. Another one has been the investigation of benign solvents to cause the fractionated precipitation of a cellulose-rich material and pure lignin. The ultimate target will be to achieve complete separation of the biopolymers. Also, another challenge remaining is the finding of a more energy-efficient protocol of recycling of the ionic liquid.

O Papel – Why is the kraft process of dissolution still so widely used even with all its environmental issues? Can the ionic liquids completely substitute this process in the near future?

Rodriguez – The kraft process is still widely used because it has not been easy to find suitable alternatives in its more than 100 years of history. Wood has a recalcitrant nature which makes

difficult to process it, and to recover its biopolymeric components. This is why the industrial community has tolerated the use of such pollutant chemicals and the generation of hazardous waste: the lack of better alternatives. We believe that the ionic liquid technology has the potential to replace the kraft process in the mid-term. Further research is needed in improving the method and scaling it up.

O Papel – Which kind of wood can be dissolved with the ionic liquids? Do you think that the researched process can also work with eucalyptus species (the most used in Brazil)?

Rodriguez – We have dissolved quite varied sources of biomass in ionic liquids. In the particular case of the work recently published, both southern yellow pine and red oak were dissolved in the ionic liquid 1-ethyl-3-methylimidazolium acetate. These two types of wood were selected as representatives of hardwood and softwood respectively. So, in principle, the ionic liquid process should be able to work with woods of different origin.

O Papel – Which are the next steps of the research?

Rodriguez – As mentioned before, a total separation of the different constituent biopolymers of wood is desired. So far, only partial separation has been achieved. We are investigating the use of additives or catalysts to better attack the lignocellulosic bonds and end up with improved dissolution and separation of the biopolymers. Another important aspect that we are also investigating is the development of alternatives to recycle the ionic liquid in a more energetically efficient way than the current simple distillation used at the moment.



www.ind.br

Rastreando as perdas de produtos

Por Paulo Sérgio Peres, presidente da Associação Brasileira do Papelão Ondulado (ABPO)
E-mail: abpo@abpo.org.br

As perdas de produtos estão entre os maiores problemas enfrentados hoje pela indústria em geral. Na Europa, os prejuízos chegam a aproximadamente € 30 bilhões anualmente. Levantamentos mostraram que mais de 50% dessas perdas se relacionam a erros de contagem nas linhas de produção, a roubos em lojas e a perdas propriamente ditas em toda a cadeia de suprimento, sendo, porém, quase impossível determinar onde ocorrem exatamente.

Esse problema causa preocupação a todos os envolvidos, inclusive os fabricantes de embalagens em geral e de embalagens de papelão ondulado em especial.

Portanto, é preciso dedicar grande atenção às novas tecnologias que estão surgindo, aptas a rastrear e investigar a causa das perdas pela identificação de cada produto, de cada embalagem e ou de cada palete, dependendo do processo.

Tecnologias de Identificação por Radiofrequência (RFID – Radio Frequency Identification Technologies) continuam ganhando aceitação e podem, num futuro próximo, ter papel determinante em negócios que envolvam embalagens. Entretanto, seus custos ainda são altos e muitas dúvidas permanecem: – A tecnologia realmente trará benefícios concretos a toda a

cadeia logística de suprimentos, desde os produtores até o consumidor final?

– Qual será a real relação custo-benefício?

– Essa nova tecnologia realmente transformará a cadeia de suprimentos?

Há, ainda, uma série de obstáculos a serem superados no desenvolvimento e na implementação da tecnologia por radiofrequência. Alguns usuários europeus queixam-se de que a tecnologia não está totalmente dominada: etiquetas e similares ainda não garantem segurança total e a infraestrutura disponível não tem capacidade para manusear o volume de dados que o novo sistema está criando. É preciso resolver também os problemas de compatibilidade e normatização das frequências dos diversos territórios onde serão implantadas.

Diante desse cenário, a indústria de embalagens deve estar alerta. Antes de qualquer decisão, é preciso sempre considerar que, seja qual for, a solução escolhida exigirá planejamento complexo e

perfeito entendimento das tecnologias disponíveis, suas aplicações e, principalmente, custos e reais benefícios. Por ora, ainda persistem as dúvidas, sendo necessário aguardar os resultados concretos. ▲



"Equipamentos e Soluções para o Tratamento de Água e Efluentes"

- Estação de Tratamento de Água
- Estação de Tratamento de Efluentes
- Flotador de Ar Dissolvido
- Secador de Lodo
- Entre outros equipamentos




TECNOSAN TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL LTDA.
RUA RAIMUNDO CORREIA, 85 - SALTO WEISSBACH - 89032-030
TEL.: (+55) 47 3327-2108 - FAX: (+55) 47 3327-0829
BLUMENAU - SC - BRASIL
WWW.TECNOSAN.COM.BR - TECNOSAN@TECNOSAN.COM.BR

Fatores que influenciam o projeto da embalagem

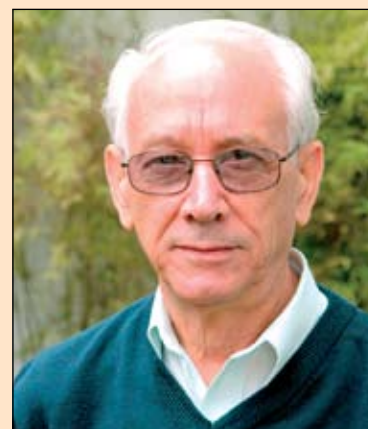
No artigo anterior, discutimos um procedimento que visava explorar, no projeto, uma possibilidade de redução de custo da embalagem. Comentamos o fator empilhamento e procuramos mostrar a vantagem de se usar um método misto, inicialmente com superposição colunar das embalagens nas primeiras camadas e, nas seguintes, a adoção do sistema cruzado. Isso permite uma melhor “amarração”, aumentando a estabilidade das várias camadas sobrepostas.

Com o mesmo propósito, outro fator deve ser explorado no projeto: o dimensionamento. As dimensões da caixa (comprimento, largura e altura) guardam, entre si, uma relação que determina o tamanho da chapa de papelão ondulado necessária para fabricarmos a embalagem que está sendo projetada.

Vamos tomar como exemplo o modelo de caixa mais fabricado – aquele conhecido como caixa normal. Esse modelo é codificado na norma de classificação de embalagens de papelão ondulado da ABNT com o número 0201. Para

se chegar à largura da chapa de papelão ondulado necessária para a fabricação da caixa, somam-se largura e altura. O comprimento da chapa é obtido somando-se duas vezes a largura mais duas vezes o comprimento. O segredo para se obter a menor área para a chapa de papelão ondulado necessária para a fabricação da caixa está em verificar se é possível trocar, por exemplo, o comprimento pela altura ou mesmo a largura pela altura. Se essa nova situação não dificultar o enchimento da caixa, é possível, em muitos casos, obter uma economia pela diminuição da área da chapa de papelão ondulado necessária. Tal procedimento já é bastante explorado nas caixas conhecidas como WA, que são fornecidas abertas e contam com máquinas apropriadas para posicionar o conteúdo, dobrar a chapa nos vincos correspondentes e, em seguida, selar a embalagem.

A alteração na sequência das medidas determinará também uma alteração no posicionamento do conteúdo. Muitos produtos a serem embalados, porém, permitem tais alte-



BANCO DE IMAGENS ABTP

Por Juez Pereira,
assessor técnico da ABPO
E-mail: abpo@abpo.org.br

rações sem criar dificuldades nesta etapa final das linhas de produção. Cabe ao projetista da embalagem, entretanto, verificar com o usuário se a mudança proposta é viável. Um argumento forte para a aceitação da mudança é o custo menor da embalagem – algo de grande interesse para o usuário. Outro ponto importante consiste na economia do material necessário para a fabricação da embalagem, também no aspecto relacionado ao meio ambiente. ▲

A Carbinox tem um mundo de soluções para você.

São mais de 2 décadas de tradição em fornecimento de Aço Inoxidável, Ligas Especiais e Super Ligas.



www.carbinox.com.br
Matriz: 11 4795-9000
Filial: 62 3281-6191



A Carbinox é uma empresa que atua há mais de 20 anos oferecendo soluções em produtos para grande parte das indústrias brasileiras. Conta com uma equipe de vendas altamente qualificada, amplo estoque e transporte ágil e eficiente, através de um moderno sistema de logística. Tudo isso para levar até você a qualidade e a confiança que faz da Carbinox uma referência nacional neste competitivo mercado.

- Divisão Inoxdáveis
- Divisão Elétrica/Hidráulica
- Divisão Trading

Ações para valorizar o segmento de papel

Medidas que aumentem a oferta de crédito e de capital de giro para manutenção das operações das empresas, inclusão da distribuição de cadernos para alunos de escolas públicas no Programa Nacional de Livros Didáticos (PNLD) e utilização de papel produzido no Brasil para a confecção dos livros do PNLD. Essas são algumas das demandas do segmento de papel negociadas pela Bracelpa em diversos órgãos do poder público, com o objetivo de criar melhores condições para as associadas enfrentarem os impactos da crise financeira internacional.

Paralelamente à atuação voltada especificamente a essas questões emergenciais e prioritárias, a Associação desenvolve ainda ações em outras frentes, no intuito de valorizar o papel produzido no Brasil e suas diferentes aplicações, buscando oportunidades para conquista de novos mercados e ganho de maior competitividade internacional.

Uma das prioridades de atuação, coordenada pelo Comitê de Papel de Embalagem, está voltada ao desenvolvimento de estratégias para a retomada da utilização de sacos de papel em supermercados. Tal medida, segundo dados da Associação, criará uma nova demanda potencial para o segmento estimada entre uma e 3 mil toneladas de papel kraft por mês. Além disso, a utilização dos sacos de papel poderá agregar valor à cadeia da reciclagem, gerando mais receita para as cooperativas, pois trata-se de matéria-prima nobre para as empresas recicladoras.

Mais do que o incentivo ao emprego desses sacos simplesmente para o transporte de compras, o Comitê tem a proposta de criar um novo conceito de utilização do produto, mostrando que, após as compras, pode ser utilizado nas residências para ensacar outras embalagens vazias e demais materiais recicláveis consumidos, a seguir destinados à coleta seletiva.

Para que o trabalho alcance os resultados esperados, a Bracelpa firmou acordo com a rede Supermercados Dalben, de Campinas (SP), para a realização de pesquisa com o consumidor sobre o uso de sacos de papel. O trabalho será realizado na unidade do distrito de Barão Geraldo, região que, segundo institutos de pesquisa, detém um dos maiores níveis de consciência ecológica do País. Nesse local está instalada, entre outras instituições, a Unicamp. Para esse estudo, que terá início na primeira quinzena de agosto, serão entregues à rede 100 mil sacos de papel confeccionados em papel kraft 70 g.

A Bracelpa também tem atuado nos debates da Política Nacional de Resíduos Sólidos – elaborada por uma comissão da Câmara dos Deputados coordenada pelo deputado Arnaldo Jardim (PPS-SP) –, que deverá entrar em votação ainda em julho, antes do recesso parlamentar. Na avaliação da Associação, a proposta traz grandes avanços em relação à expectativa da indústria, ao estabelecer, entre outros pontos, a responsabilidade compartilhada pelos resíduos sólidos gerados por todos os setores envolvidos, ou seja, poder público, empresas e consumidores. Outro ponto importante, que pode gerar excelentes oportunidades para o setor, consiste na valorização da reciclagem, principalmente para as empresas atuantes nessa área.

O aumento do consumo aparente de papel pelo brasileiro – estimado em 42 kg – representa também uma importante frente de atuação, ainda mais se considerado que esse índice está muito abaixo do verificado em países desenvolvidos, como Reino Unido (199,5 kg), Estados Unidos (288 kg) e Finlândia (368,6 kg), por exemplo.

Nesse sentido, o trabalho da Bracelpa tem como escopo mostrar que o aumento do consumo pode ser feito de maneira consciente, principalmente porque toda



DIVULGAÇÃO BRACELPA

Por Elizabeth de Carvalhaes,
presidente executiva da Associação
Brasileira de Celulose e Papel (Bracelpa)
E-mail: faleconosco@bracelpa.org.br

a produção de celulose e papel vem de florestas plantadas e, portanto, de recursos renováveis. Assim, a sustentabilidade fica como a principal mensagem a ser propagada entre os diversos públicos de interesse com os quais a Bracelpa busca estreitar relacionamento, seja no setor público, entre empresas e escolas, além de outras entidades.

É preciso ressaltar que o presidente Luiz Inácio Lula da Silva sancionou, no início de junho, a Lei nº 11.945, que estabelece medidas para coibir o uso indevido de papéis declarados para fins editoriais e, por isso, imunes de tributos. Essa foi uma importante conquista do segmento no primeiro semestre de 2009, pois o desvio desse papel está prejudicando a concorrência no mercado interno. Sem o custo dos impostos, o produto compete de forma ilegal com o papel nacional tributado. As medidas entrarão em vigor após a publicação de Instrução Normativa, e as empresas do setor esperam que os efeitos positivos sejam sentidos ainda no decorrer deste ano.



Líderes globais do setor definem metas para o futuro

Por Marina Faleiros

O setor de celulose e papel prepara-se para participar ainda mais ativamente nas discussões da próxima Conferência Mundial do Clima (COP-15), que ocorrerá em dezembro na cidade de Copenhague, na Dinamarca. Por conta disso, a busca por reconhecimento das florestas plantadas foi um dos temas mais discutidos durante o último encontro do International Council of Forests and Paper Associations (ICFPA), que reuniu em Londres, em maio, 20 presidentes de empresas e associações do setor. “O Brasil tem um papel extremamente importante nessa questão. Por isso, é fundamental que sejam incluídos os benefícios das florestas plantadas no Protocolo de Kyoto”, afirma Elizabeth de Carvalhas, presidente executiva da Bracelpa, que esteve presente ao evento.

Os debates sobre as mudanças climáticas estão sendo liderados pela Organização das Nações Unidas (ONU), que há uma década discute com seus países-membros formas de reduzir o aquecimento global. O Protocolo de Kyoto, documento que define as atuais políticas climáticas mundiais, recentemente foi incluído na Conferência, o que dá mais poder e amparo legal às decisões tomadas em conjunto. “Nossa meta na COP-15 é fazer com que Protocolo reconheça a colaboração das florestas plantadas no sequestro de carbono e seu papel no combate às alterações climáticas, além da capacidade de serem revertidas em combustível renovável”, explica Elizabeth.

Para Teresa Presas, presidente do ICFPA, tudo o que envolve o meio ambiente deverá ser foco das empresas de base florestal daqui para a frente. Os CEOs participantes do último encontro firmaram um compromisso para trabalhar em prol da sustentabilidade. “Uma das grandes vantagens desse grupo está em reunir executivos do mundo todo com metas comuns, apesar de cada país ter questões específicas e áreas de maior concorrência. Não destacamos nenhuma região em particular”, diz.

Teresa afirma que é preciso discutir o futuro da indústria com base na atuação benéfica das florestas plantadas no meio ambiente. “As florestas ajudam a absorver carbono, e toda a indústria – inclusive a nossa – terá de estipular metas de redução de emissões de CO₂. Não podemos contar com o que já está plantado, mas sim pensar em quais áreas do planeta poderão ser cultivadas mais florestas”, diz. Essa questão leva a outro desafio do setor para os próximos anos: a aquisição de áreas para plantio. “A disputa pela terra será ainda mais acirrada no futuro, uma vez que a população cresce e o acesso da indústria a esse bem ficará cada vez mais difícil”, prevê.

O encontro do ICFPA também debateu a criação de produtos advindos da celulose, como, por exemplo, para a geração de energia e bioquímicos. Teresa conta que se discutiu muito sobre as demandas de papel no longo prazo, já que as atuais mídias passam



DIVULGAÇÃO ICFPA

Teresa: “É preciso discutir o futuro da indústria com base na atuação benéfica das florestas plantadas no meio ambiente”

por um momento de transformação. “É preciso pensar quais tipos de papéis existirão nas próximas décadas e qual será o rumo da imprensa escrita. Já ouvimos do governador da Califórnia, Arnold Schwarzenegger, que em 2015 já não haverá livros didáticos nas escolas daquele Estado”, diz.

MERCADOS E PROTECIONISMO

Outro importante debate do encontro do ICFPA tratou das medidas protecionistas de grandes economias – mais especificamente Estados Unidos e Canadá – oferecidas ao setor de base florestal como saída para enfrentar a crise econômica mundial. Para Antonio Maciel, presidente da Suzano e representante das

empresas brasileiras no evento, todos concordaram – inclusive os americanos presentes – que os subsídios e o protecionismo são perigosos. “Ficou muito claro que isso é uma ameaça muito grande para o comércio internacional, e a ideia é de que todos os países deixem tais práticas em curto espaço de tempo”, diz.

O tema é polêmico, explica Maciel, já que nos Estados Unidos os fabricantes têm isenção de US\$ 0,50 por galão de óleo diesel, caso o misturem com combustíveis alternativos. A lei foi criada para incentivar o uso de biocombustíveis, mas os papéis têm adicionado combustível fóssil ao licor negro, o que resulta em uma mistura danosa ao meio ambiente. A medida também é adotada pelo governo do Canadá, que afirmou manutenção dos subsídios nesse ponto enquanto os Estados Unidos também o fizerem. “Isso atrapalha todo mundo, pois estão apoiando produtores de celulose que têm uma eficiência menor e custos maiores, gerando uma competição não adequada”, diz o presidente da Suzano.

Elizabeth de Carvalhaes ressalta que, geralmente, subsídios são aplicados em períodos de crise e por períodos curtos, para não distorcerem a concorrência global. Por conta dessas possíveis distorções de mercado, os CEOs presentes ao encontro firmaram o compromisso de deixar de pressionar seus governos por subsídios.

Do ponto de vista produtivo, Maciel destaca ainda que empresas de todas as partes do mundo estão atentas para que os itens de origem

Lições que a indústria pretende compartilhar

- A produção sustentável contribui para a prosperidade nas áreas rurais.
- As atividades econômicas baseadas na gestão sustentável das florestas reduzirão o desmatamento e a degradação florestal.
- Os processos industriais baseados no ciclo natural de carbono ajudarão a reduzir as emissões de gases de efeito de estufa.
- O uso de materiais renováveis, que são recicláveis e que retornam à natureza, irá satisfazer as necessidades da sociedade sem sobrecarregar a natureza.



florestal sejam produzidos a partir de florestas certificadas. “Isso ajuda muito a imagem do setor como um todo”, aponta. Além disso, ele ressalta que o encontro criou um comprometimento para a busca de uma melhor comunicação do setor com os governos e diversos órgãos públicos. “Ainda temos aquela imagem do passado, de quando se cortava uma árvore nativa para fazer papel, apesar de o setor atuar como gerador de altos créditos de carbono”, comenta.

A presidente executiva da Bracelpa também comentou esse tema, afirmando que a comunidade internacional precisa reconhecer que os

produtos da indústria de base florestal retêm grandes estoques de carbono. “O processo de estocagem de CO₂ não se encerra na floresta, mas permanece nos produtos oriundos da indústria, desde uma mesa até uma folha de papel”, diz. Elizabeth lembra que as comunidades internacionais estão cada vez mais interessadas no potencial da biomassa de madeira para a substituição de combustíveis não renováveis e fósseis. “Todos os países devem abraçar esta causa. Biodiesel, combustíveis de origem vegetal e etanol estão na pauta hoje em dia, mas sabemos também do enorme potencial do uso da biomassa”, conclui. 🌱

Relatório do ICFPA

Durante o encontro, o ICFPA lançou a nova edição do relatório *Sustainability Progress Update*. A publicação, que contou com a colaboração de 12 associações internacionais, reúne dados globais da indústria de base florestal sobre temas como mudanças climáticas, desafios na área de energia, promoção do manejo sustentável de florestas ao redor do mundo e investimento em comunidades, entre outros assuntos. O material está disponível em <http://www.icfpa.org/ICFPA.pdf>.



É possível reduzir custos e aumentar a produtividade simultaneamente?

Certamente.

A demanda mundial por energia aumenta a cada ano e os custos financeiros e ambientais crescem proporcionalmente. Enquanto todos falam das alterações climáticas, do preço e dos cortes de energia, a ABB desenvolve tecnologias inovadoras para minimizar estas questões. Oferecemos soluções completas desde acionamentos, sistemas de controle de qualidade, eletrificação até soluções colaborativas de gerenciamento da produção para a indústria de papel e celulose. Nossos especialistas identificam oportunidades de economia de energia em todo processo produtivo e ajudam a indústria papelreira a aumentar a eficiência energética de suas operações, reduzindo o consumo de insumos e o desperdício de energia. ABB. Conecta soluções completas a processos produtivos mais eficientes. www.abb.com.br

The sector's global leaders set their goals for the future

By Marina Faleiros

The pulp and paper sector is getting ready to participate more in the discussions that will take place at the Climate Change Conference (COP-15), which will be held in Copenhagen in Denmark. This is the reason why the quest for recognition of planted forests was one of the most important issues discussed during the last International Council of Forests and Paper Associations (ICFPA), which gathered 20 presidents of companies and associations in London last May. "Brazil has an important role in this issue, and that's the reason why it's essential that the benefits of planted trees be included in the Kyoto Protocol", claims Elizabeth de Carvalhaes – Bracelpa executive president - who attended the event.

The debates over the climate changes are being conducted by The United Nations, which has been discussing along with its member countries ways to reduce global warming. The Kyoto Protocol, a document which is used as the guidelines to the current worldwide climate policy, has been recently included in the Conference, which provides more empowerment and legal support to the decisions made as a group. "Our goal in the CPO-15 is to have the Protocol recognize the participation of planted trees in sequestering carbon as well as its role in fighting climate changes besides their capacity to turn it into renewable fuel", explains Elizabeth.

To Teresa Presas – ICFPA president – all sorts of environmental issues must be the focus of forestry companies from now on. The CEO's attending the last meeting made an agreement to work towards sustainability. "One of the greatest advantages of this group is that it comprises worldwide leaders who have objectives in common, despite the fact each country has its particular issues and areas of bigger competition. We're not underscoring any area in particular," she says.

Teresa states that it's necessary to discuss the future of industry based on the benefits of planted trees for the environment. "Forests help absorb carbon and the industry as a whole – even ours – will have to set goals for the reduction of CO₂ emission. We cannot only count on what has already be planted, but also consider in which areas of the planet more forests could be planted", she says. This issue leads to another challenge for the years to come: the difficulty to acquire new areas for cultivation. "The dispute over land will be even harder in the future. As the population grows, the access of the industry to these areas will also become more difficult", she predicts.

The ICFPA meeting went a step further and debated over the creation of new pulp products such as for the generation of energy and biochemicals. Teresa says that a lot has been

discussed on the topic of the demands of paper in the long run since the current media is undergoing changes. "It's necessary to think about what kinds of paper will be in existence in the coming decades, and what the future of print media will be. We've already heard from California governor – Mr. Arnold Schwarzenegger – that in 2015 school books will no longer be available in that State", she says.

MARKET AND PROTECTIONISM

Another important debate during the ICFPA meeting had to do with protectionists of large economies - particularly those of the USA and Canada - offered to the forestry sector as way out to fight the global economic crisis. To Mr. Antonio Maciel, Suzano president and a representative of Brazilian companies in the event, everyone agreed, even American attendees, that subsidies and protectionism are dangerous. "It was very clear that this is indeed a threat to international trade and the idea is that all the countries quit these practices in a short period of time", he says.

The topic is controversial since in the USA manufacturers are given a tax exemption of US\$ 0.50 per gallon of diesel mixed into alternative fuels, explains Mr. Maciel. This law has been created to stimulate the use of biofuels, however, papermakers have been adding fossil fuels to black liquor,



CURSOS ABTCP IN COMPANY

Acerte o foco do seu investimento em capacitação técnica, oferecendo aos profissionais da sua empresa o conteúdo de treinamento sobre celulose e papel na medida certa! Confira algumas das vantagens:

- Conteúdo customizado do programa do curso
- Menor investimento por profissional formado
- Discussão de cases da própria empresa e aplicação prática dos conceitos aprendidos na fábrica

Para saber mais sobre as possibilidades de treinamento, entre em contato com a ABTCP pelo e-mail incompany@abtcp.org.br ou pelo telefone (11) 3874-2709

which yields a harmful mixture to the environment. This measure has also been adopted by Canada, which has confirmed their subsidies for this project as long as the USA continues to do so. "This is a bother to everyone since they are supporting pulp producers who are less efficient at higher costs generating not very suitable competition", says Suzano president.

Elizabeth de Carvalhaes points out that subsidies are invested in times of crisis for a short period of time in order not to distort global competition. Due to these possible distortions in the market, the CEOs attending the meeting made an agreement not to pressure their governments for subsidies.

From a productive standpoint, Mr. Maciel highlights the fact that companies all over the world have to make sure that products are produced from certified forests. "This helps the sector's image a lot as a whole", he points out. Besides, he claims that the meeting has created some sort of commitment in order to seek for better communication among the sector, governments and public. "We still hold that image of the past, when native trees were knocked down to produce paper. This is true even for the sector which generates carbon credits," he claims.

Bracelpa executive president has also commented on the theme. She says that the international community has to recognize that forestry goods retrieve huge stocks of carbon. "The



LESSONS TO BE SHARED BY THE INDUSTRY

- Sustainable production contributes to the prosperity of urban areas.
- Economic activities based on sustainable management of forests will reduce deforestation and forest degradation.
- Industrial processes based on the natural cycle of carbon will help reduce the emission of greenhouse effect gases.
- The use of renewable materials, which are recycled and go back into nature, will fulfill society's needs without overloading nature.

CO₂ stock process does not end in the forest. It remains in products produced by the industry, from a table to a sheet of paper", she says. Elizabeth reminds us that international communities are more and more interested in the wood biomass potential to replace non renewable and fossil fuels. "All the countries should support this cause. Biodiesel, vegetal fuels and ethanol are in the limelight these days, but we know that the use of biomass has also an enormous potential", she concludes. 

ICFPA Report

During the meeting, ICFPA released the new edition of the Sustainability Progress Update Report. The publication, which had the contribution of collaborators of 12 international associations, has collected global forest industry data on climate change, the challenges in the energy area, the promotion of sustainable management of forests around the world, investment in communities among other issues. The material is available at <http://www.icfpa.org/ICFPA.pdf>.



Grupo de Acompanhamento da Crise cobra medidas

Valorização do real, maior acesso ao crédito para as indústrias de médio/pequeno porte e medidas urgentes para reduzir os impactos da crise financeira internacional dominaram a pauta de junho da reunião do Grupo de Acompanhamento da Crise, conduzida pelos ministros Guido Mantega, da Fazenda, e Miguel Jorge, do Desenvolvimento.

Representantes setoriais demonstraram insatisfação com as ações tomadas pelo governo até agora, ressaltando a queda de 45% na produção industrial de janeiro a maio e a importância da criação de mecanismos para manter as exportações, tais como eliminação de PIS, Cofins e dos créditos de ICMS. Na ocasião, a Bracelpa apresentou um balanço das operações do setor, enfatizou que a receita das exportações ainda é um tema sensível, a merecer atenção, e também cobrou mais controle nas importações de papel.

Política Nacional de Resíduos Sólidos

A Bracelpa tem participado dos principais debates sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, em tramitação na Câmara dos Deputados sob coordenação do deputado Arnaldo Jardim (PPS-SP). A Associação acompanha os avanços do tema, apresentando propostas do setor de celulose e papel. O texto deve entrar em votação ainda em julho.

Pesquisa indica retomada de preços da celulose

Relatório divulgado pelo banco americano Goldman Sachs e estudo especial da Ágora Corretora traçam um cenário de “reversão forte de tendência para a celulose de eucalipto, com as empresas brasileiras voltando a produzir a plena capacidade e avançando no mercado de produtores canadenses e europeus”. Segundo os analistas, uma trajetória de alta de preços está em marcha, atrelada à forte procura chinesa, à redução do nível mundial de estoques e ao fechamento de empresas. Ao longo do primeiro semestre, retiraram-se do mercado 5,4 milhões de toneladas de celulose a fim de rebater a queda na demanda mundial, de 9% no primeiro trimestre.

Crise financeira e segmento de reciclagem

Esse foi o tema de audiência pública da Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Câmara dos Deputados, encontro conduzido pelo deputado Fernando Gabeira (PV/RJ), no qual foram avaliados os impactos da crise no segmento de reciclagem. A isenção do ICMS interestadual e a desoneração tributária de bens produzidos a partir de materiais reciclados constaram entre as principais iniciativas que poderiam ser efetivadas em prol do segmento, sobretudo em um período crítico da economia global. Além disso, reforçou-se a importância da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a fim de tornar a cadeia da reciclagem mais eficiente. Além da Bracelpa, estavam presentes representantes do Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS), do Compromisso Empresarial pela Reciclagem (Cempre) e do Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis.

Sindicatos do setor reúnem-se na Bracelpa

Presidentes dos sindicatos estaduais do setor de celulose e papel participaram, em junho, na sede da Associação, de encontro com a presidência da Bracelpa, para debater as principais demandas das empresas ao governo federal, entre as quais crédito para exportação de celulose e seguro de crédito para exportações do produto; ampliação dos programas governamentais de aquisição de livros didáticos e compra de cadernos para os alunos das escolas públicas. Os presidentes mostraram preocupação com o atual cenário econômico e reforçaram a importância da atuação conjunta dos sindicatos e da Associação na busca de soluções para as questões que atualmente afetam o setor.

Saco de papel em supermercados

Em parceria com a rede Supermercados Dalben, a Bracelpa realizará, em Campinas (SP), a partir da primeira quinzena de agosto, uma pesquisa sobre o uso de sacos de papel nesses estabelecimentos. Para o trabalho, serão entregues à empresa 100 mil sacos de papel confeccionados em papel kraft 70 g. A pesquisa será realizada na unidade do distrito de Barão Geraldo, região na qual se localiza a Unicamp e reconhecidamente dotada de um dos maiores níveis de consciência ecológica do País.

Campanha da Abigraf

A Bracelpa é uma das entidades que apoiarão institucionalmente a campanha “100% Sustentável”, a ser lançada pela Abigraf com o objetivo de difundir os conceitos corretos da produção de papel destinado à indústria gráfica, mostrando que o insumo vem de florestas plantadas.

Os mitos que cercam o setor

Apesar do esforço setorial em informar corretamente consumidores e ONGs sobre o processo de fabricação de celulose e papel, continuam sendo propagados dados falsos segundo os quais, por exemplo, o eucalipto seca o solo e o papel de fibra virgem deve ser preterido em favor do reciclado

Quem nunca recebeu um e-mail e leu, ao pé da página, a frase “Antes de imprimir, pense em sua responsabilidade com a natureza” ou “Salve árvores; imprima somente se for necessário”? Essas recomendações são o reflexo de mitos sobre o setor de celulose e papel que se perpetuam, apesar de não condizerem com a realidade atual da indústria. Por isso, um dos grandes desafios para os profissionais do segmento tem sido demonstrar que esses conceitos são falsos e levar ao público respostas mais pertinentes para as dúvidas relativas à plantação de eucalipto e aos produtos oriundos das florestas.

A internet é uma das ferramentas que mais espalham conceitos enganosos sobre a produção de celulose e papel, principalmente por intermédio das chamadas “correntes” (os usuários retransmitem e-mails sem verificar a veracidade das informações). Segundo uma dessas mensagens, por exemplo, as pessoas que querem ser ambientalmente corretas devem consumir mais papel reciclado. Para completar, há a seguinte frase: “Produzir papel reciclado consome de 70% a 90% menos energia do que o papel comum e poupa nossas florestas.”

Para Cláudio Mudado, professor e pesquisador da Universidade Federal de Viçosa (UFV), esse tipo de informação só confunde o consumidor. “Se o tema for polpa mecânica, pode até ser que o reciclado consuma menos energia, mas é importante definir bem as bases de comparação; senão, cometeremos graves erros de informação ao comparar os produtos de modo incorreto”, diz. Ele explica que, por exemplo, se compararmos o papel reciclado com o branco produzido a partir de polpa química – o tipo mais fabricado no Brasil –, o segundo pode ser produzido até com menos gasto energético ou com a

utilização de uma fonte de energia mais ambientalmente adequada.

Na área florestal, os mitos são ainda mais fortes e dificilmente refutáveis, já que existem diversas ONGs e ambientalistas que defendem o fim da cultura de eucalipto e criam termos como “deserto verde” para atacar as plantações do setor. “Já passou a era ‘anti-soja’ e ‘anti-cana’; o eucalipto é a bola da vez, o mártir do movimento ambientalista. O problema está no fato de que a ignorância do ambientalismo fundamentalista levou a sociedade a criar uma consciência totalmente equivocada sobre as demandas edáficas do eucalipto”, aponta Pedro Toledo Piza, consultor jurídico ambiental da Pöyry Tecnologia.

Celso Foelkel, consultor da área de celulose e papel e sócio da Grau Celsius consultoria, já publicou artigo sobre o tema em seu boletim *Eucalyptus Online*. Ele acredita que, como qualquer outra atividade de grande extensão praticada pelo ser humano, as plantações de eucaliptos causam, sim, impactos sobre o solo, as águas, a fauna e a flora, mas é possível minimizar os impactos negativos e potencializar os positivos. “O plantio que obedece a ricos e complexos mosaicos ecoflorestais, o respei-



DIVULGAÇÃO VCP

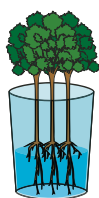
Plantação de milho ao lado de eucaliptos faz parte do projeto Poupança Florestal da VCP

to às matas e aos ecossistemas naturais nas áreas de preservação permanente (matas ciliares, áreas pantanosas, lagoas, etc.), a criação de áreas de reservas legais, tudo tem colaborado para que o manejo florestal de hoje seja muito menos impactante do que os métodos utilizados no passado”, diz.

EUCALIPTOS NA BERLINDA

Acabar com o antigo mito de que o eucalipto seca e degrada o solo ainda é difícil, apesar de diversos estudos

consumo de água



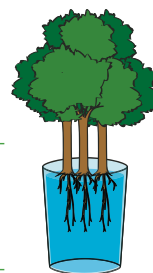
floresta de eucalipto

900 mm/ano



mata atlântica

1.200 mm/ano



floresta amazônica

1.500 mm/ano

Fonte: Suzano

* 1 mm corresponde a 1 L por metro quadrado

Consumo de água por florestas (mm/ano)

Comparação entre o consumo de água pelo eucalipto e por outras culturas	
Cultura/cobertura	Eficiência do uso de água
Batata	1 kg de batata/2.000 L
Milho	1 kg de milho/1.000 L
Cana-de-açúcar	1 kg de açúcar/500 L
Cerrado	1 kg de madeira/2.500 L
Eucalipto	1 kg de madeira/350 L

Fonte: NOVAIS *et al.*, 1996



Piza afirma que as florestas plantadas estão ajudando a recuperar áreas degradadas no Brasil

explicarem que o correto manejo das florestas plantadas não causa danos ao terreno nem ao regime pluviométrico de uma região.

Piza explica que o eucalipto, por ter rápido crescimento quando jovem, necessita de bom suprimento de nutrientes na fase inicial. “No caso de um ciclo de sete anos de idade, a maioria dos nutrientes é devolvida ao solo por meio do processo de ciclagem de nutrientes, e também há reposição nutricional, que é feita após cada colheita florestal e assegura a capacidade produtiva dos solos”. O problema só ocorre, segundo ele, quando a colheita das florestas é realizada no momento em que árvore ainda está muito jovem, não dando tempo para se chegar ao equilíbrio entre a rotação econômica e a ecológica.

Muitas vezes, o empobrecimento do solo acontece não por conta do eucalipto, mas pela aplicação de métodos inapropriados de limpeza de terreno, como a queimada, que pode causar danos irreversíveis em curto prazo. “O uso do fogo em áreas

de silvicultura geralmente causa grandes danos ao solo, em especial em suas características físicas. A destruição da cobertura orgânica do solo, exposto diretamente às intempéries, provoca grandes modificações em suas propriedades físicas, particularmente porosidade e permeabilidade”, diz Toledo Piza.

Como bom exemplo a demonstrar que o eucalipto não “rouba” os nutrientes do solo nem o seca pode-se citar o projeto Poupança Florestal, da VCP. Em uma experiência com pequenos produtores rurais do Rio Grande do Sul, a empresa passou a incentivar a plantação de milho e feijão entre as árvores da espécie. Os participantes do projeto Poupança Florestal chegaram a colher, cada um, mais de 50 sacas de milho plantado entre os eucaliptos jovens. “Sempre que se falar em consumo de água por florestas de eucalipto, deve-se levar em conta o regime pluviométrico da região, bem como a localização da plantação no contexto da bacia hidrográfica em que se encontra”, diz Piza. Ele ressalta que o

consumo de água pelas florestas de eucalipto depende da densidade do povoamento, do material genético, das características edafo-climáticas, do percentual de ocupação da bacia hidrográfica e da radiação solar do local onde a espécie é plantada.

No livro *O Eucalipto, um século no Brasil*, escrito por Luiz Roberto de Souza Queiroz e Luiz Ernesto George Barrichelo, o consumo de água da espécie também é bem delineado. Os autores citam o professor Mário Guimarães Ferri, que fez, em 1952, um estudo na Esalq/USP para comparar o consumo de água das espécies nativas e exóticas. O resultado mostrou que o eucalipto não é, como acusado, uma “máquina de sugar água”. O livro informa: “Segundo Ferri, um cedro brasileiro consome 37.500 litros de água anualmente, ao passo que cada eucalipto suga 19.600, praticamente a metade”. Ao contrário das árvores nativas testadas, de acordo com o trabalho, o eucalipto consome mais água no verão, justamente no período das chuvas.

Estudos como os realizados por Mauro Schumacher (2003), Júlio César Lima Neves (2000) e José Leonardo de Moraes Gonçalves & Mello Sérgio Luis de Miranda Mello (2004) também acabam com o mito de que as raízes do eucalipto sugam a água disponível do lençol freático por serem profundas. Os levantamentos ainda indicam que, em média, as raízes de eucalipto atingem profundidades de 1,5 m a 2,5 m. “A maioria das raízes finas, que são as grandes responsáveis pela absorção da água e dos nutrientes, encontra-se nos primeiros 20 cm de profundidade do solo; portanto, é óbvio que as raízes do eucalipto irão absorver água, se disponível, ao seu redor, mas dificilmente atingirão o lençol freático, principalmente porque as raízes não conseguem se

estabelecer em ambiente anaeróbico”, explica Toledo Piza.

Foelkel ainda ressalta que a floresta também ajuda na recuperação de solos degradados por pastagem, por exemplo, que estão compactados. “As florestas são muito úteis no caso de chuvas mais intensas e que duram algumas horas ou dias, pois, com isso, permitem que a água chegue ao solo, infiltre-se e recarregue o lençol subterrâneo.”

Piza concorda com Foelkel, afirmando que “a conta final verificada nos plantios atuais do Brasil é o balanço hídrico positivo para as florestas plantadas”. O consultor da Pöyry ainda lembra que imagens de satélites comprovam que diversas áreas utilizadas para a plantação de eucaliptos e pinus foram recuperadas da degradação por causa das florestas plantadas. “As bases florestais das indústrias de celulose e papel permitiram a recomposição florestal de extensas áreas e a

interligação de fragmentos florestais antes desconexos.”

Para que essas informações cheguem à população de forma correta, a Bracelpa (Associação Brasileira de Celulose e Papel), por intermédio dos Comitês de Meio Ambiente e Comunicação, tem unido esforços dos fabricantes do setor no fornecimento de dados consistentes sobre as florestas plantadas e do setor como um todo. Até mesmo a palavra “mito” tem sido abolida das divulgações passadas para o público em geral, com a intenção de tirar qualquer receio sobre o tema. Além disso, o assunto vem chamando a atenção de pesquisadores do mundo todo, que em artigos técnicos têm detalhado diversos desses temas e mostrado dados com maior embasamento técnico sobre os eucaliptos, muitas vezes provando com casos concretos que a espécie é benéfica ao meio ambiente em diversas situações.

PAPEL BRANCO: O VILÃO DAS FLORESTAS?

Como já comentado no início desta reportagem, é comum ainda vermos campanhas contra a utilização de papel branco, até mesmo com a afirmação de que árvores nativas são cortadas para sua fabricação. “No Brasil, porém, o setor tem como premissa usar florestas plantadas para fornecimento de matéria-prima, e muitas vezes essas áreas já estão desmatadas ou degradadas, de modo que a implantação de floresta de eucalipto gera maior preservação ambiental”, afirma Piza.

Outro problema, comenta Mudo, da UFV: muitas vezes as próprias empresas fabricantes de reciclados ajudam a aumentar os erros conceituais, dizendo que o reciclado é mais amigável ao meio ambiente. “Os dois tipos de empresas – de papel reciclado e de fibra virgem – são importantes, mas isso não significa que o reciclado



OS MITOS MAIS COMUNS	
Plantação de eucalipto cria o chamado “deserto verde”	Qualquer ser vivo necessita de água para sobreviver. Em algumas fases de seu desenvolvimento, a floresta plantada pode absorver maior volume de água, mas, ao longo do ciclo, no entanto, esse volume não é diferente do consumo verificado nas principais plantações agrícolas e matas nativas.
A plantação de florestas tira empregos do homem do campo	O setor gera 110 mil empregos diretos e cerca de 500 mil indiretos, R\$ 2,1 bilhões recolhidos em tributos, US\$ 3,4 bilhões em exportações e uma participação de 1,2% no PIB nacional. Além disso, pelo programa de fomento florestal, mantém parcerias com um grande número de proprietários rurais.
A plantação de madeira para o setor destrói as florestas nativas	Com ciclos longos – de, no mínimo, cinco anos – entre o plantio e a colheita, as florestas plantadas requerem poucas ações do homem sobre o solo, não exigem muitos nutrientes e podem ser cultivadas em terrenos de baixa fertilidade, o que permite a recuperação de áreas degradadas. Nas áreas florestais, as empresas recuperam e preservam de 30% a 50% da área total, o que coloca o setor entre os que mais conservam a natureza no País.

Fonte:Bracelpa



Sem briga: tanto o papel reciclado quanto o de fibra virgem possuem pontos positivos

é, a princípio, mais amigável, pois isso depende de outros aspectos que precisam ser considerados. Existem, por exemplo, fábricas de reciclados que precisam de aparas de outros Estados, às vezes a uma distância tão grande que as emissões dos caminhões necessários para o transporte causam um impacto muito grande”, diz.

Para ele, é muito importante que todos tenham consciência de que a reciclagem é uma forma de reutilizar um material valioso e que não deve acabar diretamente num aterro sanitário ou sendo incinerado. “Por outro lado, a fibra não pode ser reciclada indefinidamente. Alguns artigos sugerem que isso pode ser feito, no máximo, até cinco vezes, já que, depois, a fibra perde as características físicas que possibilitam sua transformação novamente em papel”.

Por conta disso, enfatiza Mudado, o papel branco de fibra virgem sempre precisará existir, e não é saudável que o consumidor considere ruim esse segmento de produção. “As pessoas confundem as árvores cortadas para fazer papel com as florestas nativas,

que no passado foram, sim, muitas vezes devastadas, mas hoje já existe uma consciência ambiental sobre o tema e até se planta muito mais do que se colhe.” Ele cita como exemplo a Finlândia, que sofreu desmatamentos, mas reverteu seu quadro e hoje possui mais florestas do que há 50 anos.

Há algum tempo, grandes empresas brasileiras atuantes em prol da sustentabilidade passaram a utilizar papel reciclado em suas publicações e documentos, alegando que, assim, contribuíam de forma ativa para a preservação ambiental. Entre essas empresas estava a Natura, que, no entanto, ao analisar o ciclo de vida do produto, acabou optando, em 2008, por utilizar novamente papel de fibra virgem – dessa vez o cunhado produzido a partir de madeira certificada pelo Forest Stewardship Council (FSC). Em comunicado oficial, a empresa ressaltou que, como o papel cunhado tem menor gramatura, permite redução de 3.500 toneladas no consumo anual de papel e, por consequência, diminui também a quantidade de resíduos gerados pelo descarte.

No cálculo energético da fabricação de papel reciclado e de fibra virgem, Mudado lembra que, no caso em que se trabalha a madeira no processo kraft, a própria lignina é utilizada como fonte de energia, num processo autossuficiente em que o balanço energético total pode ser até positivo. Para comparar o papel reciclado com o de fibra virgem, é importante considerar todo o ciclo de vida do produto, incluindo o transporte da madeira e das aparas. “O balanço pode ser mais econômico para o reciclado, mas isso depende muito do tipo de papel que está sendo produzido e da própria operação de cada fábrica. Não existe ainda uma maneira de o comprador saber se realmente está levando um papel reciclado sustentável”, afirma.

Quando outros pontos são comparados, como o consumo da água, geralmente as fábricas de reciclados saem na frente, pois têm facilidade no fechamento de circuitos, já que o processo não exige alta qualidade do produto final. “Por outro lado, as recicladoras têm um processo chamado destintamento, que pode tornar-se um problema se não for bem feito, pois a tinta removida do papel a ser reciclado pode ser revertida num lodo tóxico e até conter traços de metais pesados”, diz Mudado.

Todas essas informações, ressalta o professor, são importantes para que o consumidor entenda a necessidade de haver equilíbrio em seu consumo. “As pessoas devem consumir tanto papel reciclado quanto de fibra virgem, pois cada um tem vantagens”. Piza concorda com Mudado: “A consciência da reciclagem é muito importante e deve ocorrer em nível global, mas não se pode esquecer que há lados positivos e negativos em uma postura exagerada de só consumir papel reciclado. A fibra virgem tem também um importante lugar”. 



Solar Press™.

A nova geração de revestimento de rolos de sucção em poliuretano.

O **Solar Press™** é um revestimento, de última geração, de poliuretano para rolos de pressão desenvolvido pela Voith Paper. Com sucesso já comprovado em máquinas de papel embalagem e gráfico, tem sido aplicado também em desaguadoras de celulose com excelentes resultados.

Principais características

- Alta resistência a químicos utilizados atualmente no processo de produção de papel e celulose;
- Excelente sistema de adesão entre revestimento e a camisa do rolo;
- Maior resistência à abrasão, resultando em uma vida útil maior e estabilidade do perfil;
- Possibilidade de execução de diversos padrões de ranhuras e furação, para otimizar o desaguamento;
- Baixa geração de calor, dispensando sistema de refrigeração;
- Capacidade de suportar altas pressões de *nip*.

Voith Paper

VOITH
Engineered reliability.

Myths surrounding the sector

In spite of the sector's effort to inform consumers and NGOs about pulp and paper production processes, false data stating that eucalyptus dries the soil or that virgin fiber paper should be substituted for recycled continue being spread

By Marina Faleiros

Who hasn't received an e-mail and read at the bottom a phrase that says "Please consider the environment before printing this e-mail" or "Save trees. Print only when necessary"? They are the reflex of myths about the pulp and paper sector that perpetuate even though they do not reflect today's reality about the industry. Therefore, one of the main challenges for professionals in the segment has been to prove these concepts are false

and provide the public more pertinent answers to doubts regarding the planting of eucalyptus and products coming from forests.

The internet is one of the tools that spreads the most deceitful concepts about pulp and paper production, particularly via those so-called "pass it on e-mails", through which users retransmit e-mails without checking the veracity of information. One such message, for example, says that people should consume more

recycled paper if they want to be environmentally correct, further stating that: "The production of recycled paper consumes between 70% and 90% less energy than regular paper. And save our forests."

According to Cláudio Mudado, professor and researcher at the Federal University of Viçosa (UFV), this type of information only confuses consumers. "If they are referring to mechanical pulp it may be that recycled paper consumes less energy, but it is important

BY BAHIA SUL



Studies showed that eucalyptus is not a "water absorbing machine" as accused

to clearly define the comparison parameters, or else we'll be committing major information errors by comparing the wrong products", he says. Mudado explains that if we compare recycled paper against white paper produced using chemical pulp, the most common produced in Brazil, the second can be produced with even less energy consumption.

In the forestry area, the myths are even bigger and difficult to be overcome, since there are various NGOs and environmentalists who defend the end of eucalyptus planting, coining phrases such as "green desert" to attack plantations in the sector. "The era of 'anti-soy' and 'anti-sugarcane' has already ended. Now it's eucalyptus' turn, the martyr of the environmentalist movement, and the problem behind this is that the ignorance of fundamentalist environmentalism has led society to have a totally mistaken awareness about the soil-related demands of eucalyptus", says Pedro Piza, Pöyry Tecnologia's legal environmental consultant.

Celso Foelkel, a consultant in the pulp and paper area and partner at consulting firm Grau Celsius, has already published an article about this subject matter in the Eucalyptus Online news bulletin and believes that, like any other activity of major extension carried out by human beings, eucalyptus plantations do in fact have an impact on the soil, waters, fauna and flora, but it is possible to minimize the negative impacts and boost the positive ones. "The planting that complies with rich and complex eco-forest mosaics, the respect towards natural forests and ecosystems in areas of permanent preservation (river-bordering vegetation, flooded areas, lagoons, etc.), the creation of legal reserve areas, all this has contributed so that today's forest management has a much smaller impact than those systems used in the past", he said.

EUCALYPTUS IN THE SPOTLIGHT

To end the old myth that eucalyptus dries and degrades the soil is even more difficult, despite several studies explaining that the correct managing of planted forests does not harm the land or the pluviometric regime of a region.

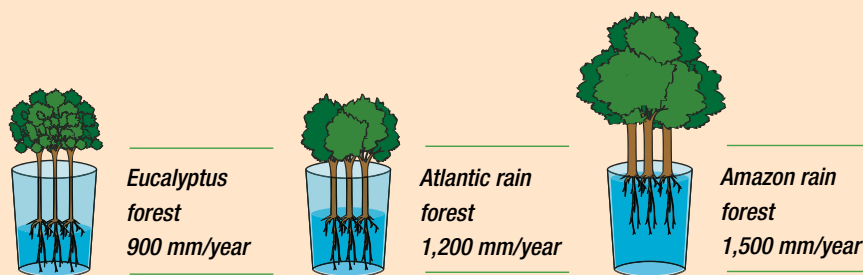
Piza explains that because eucalyptus grows quickly while young, it needs a good supply of nutrients in its initial stage. "In the case of a seven-year cycle, the majority of nutrients are returned to the soil through a nutrient cycling process, while nutrients are replenished after each forest harvest, ensuring the productive capacity of soils." The problem only occurs, he says, when forest harvesting is done at the time when the tree is still very young, not giving enough time for a balance between the economic and ecologic rotation.

Many times, the weakening of soil does not occur on account of the eucalyptus, but rather by the utilization of inappropriate land-clearing methods, such as burning, which may cause irreversible damage in the short term. "The use of fire in forestry areas generally

causes major damage to the soil, particularly in its physical characteristics. Destruction of the soil's organic coverage, exposing it directly to inclement weather, causes significant changes to its physical properties, especially porosity and permeability", says Piza.

A good example that eucalyptus does not "steal" nutrients and does not dry the soil is VCP's Forest Reserve project. In an experience with small rural producers in Rio Grande do Sul, the company is encouraging the planting of corn and beans between eucalyptus trees. Participants of the Forest Reserve project each harvested more than 50 sacks of corn planted between the young eucalyptus trees. "Whenever talking about water consumption by eucalyptus forests it is necessary to take into account the pluviometric regime of the region in question, as well as location of the plantation within the context of the water basin where it is located", says Piza. He points out that water consumption by eucalyptus forests depends on the density of plantation, genetic material, soil-climate characteristics,

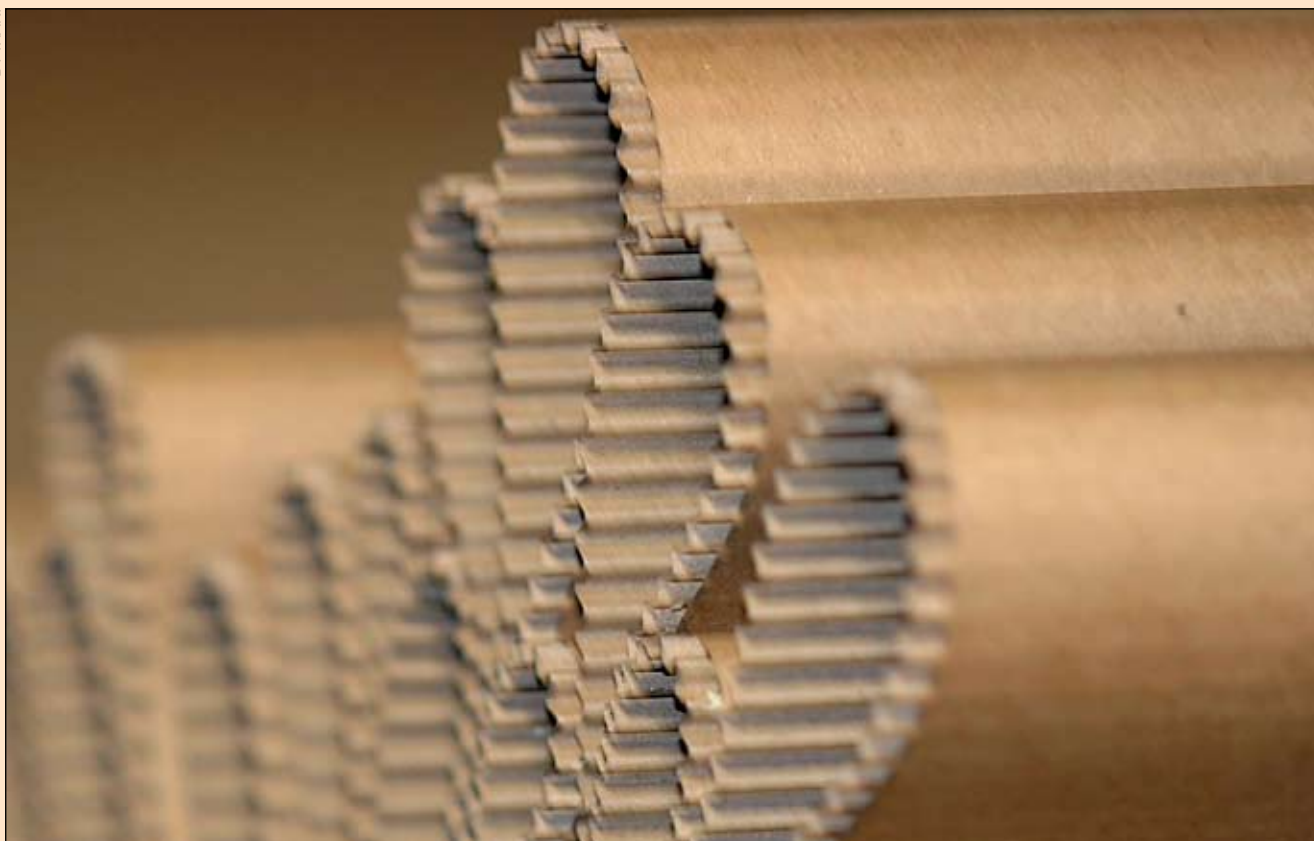
Water consumption by forests (mm/year)



Source: Suzano
* 1 mm corresponds to 1 L per square meter

Comparison between eucalyptus water consumption and other crops	
Crop/Coverage	Water utilization efficiency
Potato	1 kg of potato / 2,000 L
Corn	1 kg of corn / 1,000 L
Sugarcane	1 kg of sugar / 500 L
Cerrado	1 kg of wood / 2,500 L
Eucalyptus	1 kg of wood / 350 L

Source: NOVAIS et al., 1996



People should consume both types of paper, recycled and virgin fiber, since each one has its advantages

percentage occupied of the water basin and solar radiation of where the species is planted.

In the book *Eucalyptus, a Century in Brazil*, written by Luiz Roberto de Souza Queiroz and Luiz Ernesto George Barrichelo, the species' water consumption is also well mapped. The authors mention Professor Mário Guimarães Ferri, who carried out a study at ESALQ/USP in 1952 to compare water consumption of native and exotic species, the result of which showed that eucalyptus is not a "water absorbing machine" as accused. "According to Ferri, a Brazilian cedar consumes 37.5 thousand liters of water annually, while eucalyptus absorbs 19.6 thousand liters, practically half the amount", says the book. Contrary to the native trees tested, says the book, eucalyptus consumes more water in the summer, precisely during the rainy season.

Studies, such as those conducted

by Mauro Schumacher (2003), Júlio César Lima Neves (2000), José Leonardo de Moraes Gonçalves and Mello Sérgio Luis de Miranda Mello (2004), also put an end to the myth that eucalyptus roots suck up the water available in the water table for being deep, and state that the eucalyptus roots reach an average depth of 1.5 to 2.5 meters. "The vast majority of these roots, which are the main ones responsible for absorbing water and nutrients, are found in the first 20 centimeters of soil depth, therefore, it's obvious that the eucalyptus roots will absorb water, if available, that's around them, but most probably will not reach all the way down to the water table, especially since the roots are unable to establish themselves in an anaerobic environment", explains Piza.

Foelkel points out that forests also help in the recovery of soils degraded by grazing, for example, which are compacted. "Forests are very useful in the case of more intense rains and that go

on for several hours or days, since they allow water to hit the soil, infiltrate and replenish the underground water table with a new quantity of water."

Piza, at Pöyry, comments about the same fact, pointing out that satellite images prove that various areas used for planting eucalyptus and pine trees were recovered from degradation on account of planted forests. "The forest bases of pulp and paper companies allow for the forest recovery of extensive areas and the interconnection of forest fragments previously unconnected."

In order for this information to reach the population in the correct manner, Bracelpa (Brazilian Pulp and Paper Association), through its Environmental and Communication Committees, has joined forces with producers in the sector to provide consistent data about planted forests and the sector as a whole. Even the term "myth" has been abolished from the various pieces of information divulged to the

general public, with the objective of eliminating any fear about the subject matter. In addition, this subject has attracted the attention of researchers from all over the world, who have explained in various technical articles these themes and presented data about eucalyptus with greater technical backing, many times proving through concrete examples that the species is beneficial to the environment in various situations.

WHITE PAPER: THE VILLAIN OF FORESTS?

As already mentioned earlier in this article, it is common to still see campaigns against the use of white paper, even stating that native trees are cut down to produce it. “But in Brazil, the sector has the premise of using planted forests to supply the raw material, and many times these areas have already been cut down and degraded, so the planting of eucalyptus ends up generating greater environmental preservation”, says Piza.

Another problem, says Mudado from UFV, is that many times companies that produce recycled products help increase conceptual errors, stating that recycled is more eco-friendly. “Both types of companies (recycled and virgin fiber) are important, but this doesn’t mean that recycled, in principle, is more eco-friendly, since this depends on other aspects that need to be analyzed. There exists, for example, recycled paper mills that need paper scrap from other states, involving distances that are so big that truck emissions cause a huge impact”, he says.

According to him, it’s very important that everybody be aware that recycling is a way of reutilizing valuable material and that it should not end up in a landfill or be incinerated, in addition to help minimizing consumption in certain countries like the United States, where

consumption per capita amounts to 300 kilos per year. “On the other hand, the fiber cannot be recycled indefinitely. Some articles suggest that this can be done up to a maximum of five times, since the fiber then loses its physical characteristics of being transformed into paper again”.

On account of this, says Mudado, virgin fiber white paper will always have to exist, and it is not healthy that this production segment be deemed bad by consumers. “People mistake trees cut down to make paper with native forests, which in the past many times were cut down. But today there exists environmental awareness about the theme, whereby a lot more is planted than harvested.” He mentions Finland as an example, which country suffered from deforestation, but turned around the situation and now has more forests than 50 years ago.

Several years ago, large Brazilian companies that favored sustainability began using recycled paper to print their publications and documents, alleging that in doing so they were actively contributing to environmental protection. Natura was one such company, but after analyzing the product’s lifecycle, it ended up opting in 2008 to resume using virgin fiber paper, this time using paper produced from wood certified by the Forest Stewardship Council (FSC). In an official announcement, the company said that since coated paper has less weight, it allows the company to reduce its paper consumption by 3.5 thousand tons yearly and, consequently, the amount of waste generated by its disposal will also be smaller.

In calculating energy consumption to produce recycled and virgin fiber paper, Mudado points out that in the case where wood undergoes the kraft process, the lignin itself is used as a source of energy, in a self-sufficient process in which the total energetic balance can



ARQUIVO ABTCP

Mudado says that many companies that produce recycled products help increase conceptual errors, stating that recycled paper is more eco-friendly

even be positive. In comparing recycled paper against virgin fiber paper, it is important to consider the entire lifecycle of the product, including the transport of wood and scrap paper. “The balance can be very economic for recycled, but this is going to depend a lot on the type of paper being produced and the operating efficiency of each mill. There’s no way for consumers to really know whether they are buying sustainable recycled paper”, he says.

When other factors are compared, such as water consumption, recycled paper mills tend to do better, since they are benefitted in the closing of circuits, since the process does not require high quality for the end product. “On the other hand, recyclers have a process called deinking, which may constitute a problem if not done properly, since the ink removed from the paper to be recycled may turn into toxic sludge and even contain traces of heavy metals”, says Mudado.

All this information, says the professor, is relevant in order for consumers to understand that it is important to balance their consumption. “People should consume both types of paper, since each one has its advantages”.

Tissue World Americas 2010

24-26 March 2010 (Exhibition)
23-26 March 2010 (Conference)
Miami Beach Convention Centre
Miami Beach, Florida, USA



Tissue World Asia 2010

17-19 November 2010
INTEX Shanghai
Shanghai, China



Tissue World 2011

28-31 March 2011 (Exhibition)
29-31 March 2011 (Conference)
Acropolis
Nice, France



REPLY FORM

Please complete and fax to **(+65) 6438 6090**

YES, I am interested in:

- | | | |
|---|---|---|
| ☐ Exhibiting | ☐ Visiting | ☐ Attending the Conference |
| ☐ Tissue World Americas 2010 | ☐ Tissue World Asia 2010 | ☐ Tissue World 2011 |

Name: _____	City/Country: _____
Designation: _____	Tel: _____
Company: _____	Fax: _____
Address: _____	Email: _____
	Website: _____

O'Paper

Organised By:

Official Publication:



To register for the world's biggest events in the TISSUE business, please contact:

Europe/America Sales

Finland, Ireland, Norway, Portugal, Spain, Italy, UK, Egypt, Middle East, Brazil and USA (except OR, WA, WI, MI & MA)

Paolo Rampetta

Tel/Fax : +32 2 6461606

Mobile : +32 497 050755

Email : paolo_rampetta@cmpasia.com.sg

Europe/America Sales

Austria, Belgium, Denmark, France, Germany, Netherlands, Sweden, Switzerland, Russia, Eastern Europe, Central & South America and USA (namely OR, WA, WI, MI & MA)

Adrian van Beuningen

Tel : +32 2 6443356

Fax : +32 2 6468326

Email : adrian_beuningen@cmpasia.com.sg

Asia-Pacific Sales

Eileen Tan

Tel : +65 6592 0890

Fax : +65 6438 6090

Email : eileen_tan@cmpasia.com.sg

www.tissueworld.com

Um novo patamar de gestão no setor de papel e celulose

Autores*: Marcos Avó
Ricardo Altmann

Transformações nas empresas são eventos comuns no mundo dos negócios, usualmente como resposta a desafios competitivos que se apresentam no contexto em que atuam. Quase que numa lógica darwiniana, os mais fortes e adaptáveis sobrevivem em ambientes concorridos, desafiadores e mutantes. Num setor com grandes transformações recentes e ainda em andamento, como é o de papel e celulose, busca-se a adaptação competitiva por diferentes caminhos, destacadamente o aprimoramento das práticas e da cultura de gestão, visando à tomada de decisão mais precisa, poderosa e capaz de lidar com a complexidade do setor e seu momento. Pode-se dizer que, entre as empresas de papel e celulose, esse movimento é uma tendência e uma necessidade, tendo-se em vista a obtenção de sucesso no cenário competitivo.

Há um extenso rol de fatores e variáveis que caracterizam as mudanças do setor. As pressões do meio ambiente e da sustentabilidade, a competição em nível global, fusões, aquisições e parcerias entre empresas, as expectativas em relação ao consumo do papel em termos mundiais, os comportamentos dos mercados europeus e asiáticos, o consumo e a produção chineses e, em âmbito nacional, a retomada dos investimentos

em celulose, a maior dispersão regional das plantas dos grandes *players* e a orientação que as empresas brasileiras vão dar ao papel nos próximos anos são exemplos de elementos que não podem ser ignorados nas lógicas de decisão de grande parte dos gestores das empresas do setor.

Na prática, para quem detém o poder de decisão, o contexto é complexo e incerto, com mais variáveis, novidades e flutuações em jogo do que o usual. Gestores, para enxergá-las e enfrentá-las, precisam de instrumentos adequados que os ajudem a fazer o que é essencial em suas funções: tomar decisões de qualidade – e, por uma ação (ou reação) quase automática, de fins competitivos, procuram, efetivamente, desenvolver soluções para seus desafios.

Nesse contexto, pode-se dizer que o setor de papel e celulose brasileiro, de alguma forma, se encontra em processo de elevação do nível de qualidade da gestão ou, ainda, de “profissionalização” da gestão de suas empresas. A gestão profissionalizada é aquela que se baseia em lógicas sustentáveis e compartilháveis, critérios e dados claros, conceitos e técnicas robustas, definição de papéis e alçadas decisórias (incluindo governança), além de processos internos coerentes.

Tal prática é, por vezes, simpli-

ficadamente entendida como a mera contratação de recursos humanos especializados no desempenho das funções de gestão ou, ainda, para as empresas familiares, como a substituição de membros da família na gestão por executivos externos. Esse entendimento é equivocado! A admissão de recursos humanos especializados é um meio muito comum para a profissionalização, mas não representa sua essência e, nem de longe, a sintetiza. Deve-se, em contrapartida, ressaltar que, para executar com qualidade o que a gestão profissionalizada exige, bons recursos humanos são, sim, peças fundamentais – e nada impede que sejam membros da família que controla o negócio.

A elevação do patamar da gestão das empresas é um fenômeno que ocorre em diferentes setores da economia em determinadas fases de sua história. No Brasil, um exemplo recente (ou mesmo atual) é o setor sucroalcooleiro, que passa por um processo de profissionalização diretamente relacionado a mudanças importantes nas suas lógicas competitivas, em especial em função do real crescimento e da expectativa da multiplicação da demanda pelo etanol, associada a novos investimentos no setor. Esse fenômeno estabelece paralelos para a reflexão sobre o que

*Referências dos Autores:

Lunica Consultoria - e-mails: marcos@lunica.com.br e ricardo@lunica.com.br

ocorre e pode ocorrer no setor de papel e celulose.

Desde 2003, com o lançamento no País do primeiro veículo *flex.fuel* e com o aquecimento das discussões sobre o uso do etanol em diferentes partes do mundo, notadamente como mistura à gasolina, cresceu o entendimento de que o segmento de álcool combustível era atraente. A expectativa de que o mercado teria crescimento significativo nos anos seguintes motivou investimentos na expansão da capacidade produtiva, atraiu novos *players*, fez crescer o fantasma da entrada dos *big players* globais da energia e do agronegócio no setor e aqueceu a busca de soluções capazes de gerar escala (algo fundamental na operação com *commodities*), além de acelerar as especulações sobre fusões e aquisições... Assim como na celulose, o Brasil tem vantagens competitivas reais no etanol em relação à maioria das outras regiões do mundo – a produtividade da cana-de-açúcar em nossas terras é significativamente maior que a de qualquer outra matéria-prima e região para a produção de álcool. Além disso, o País figura como um celeiro de *know how* tecnológico em função dos desenvolvimentos realizados desde a década de 1970. Por consequência de todos esses elementos, também como no de papel e celulose, houve modificações significativas nas lógicas competitivas do setor de álcool combustível.

Entre as consequências geradas por toda essa turbulência, está a pressão pela profissionalização da gestão. Nesse processo, muitas empresas do setor de etanol procuraram revisar sua eficiência de gestão e implementar novas práticas e ferramentas: processos de decisão com participantes e alçadas definidas, decisões de investimento (novas plantas, expansões...) calcadas em análises especializadas como modo de reduzir o risco da

decisão, transparência interna em relação a dados e critérios utilizados na gestão, planos de carreira, soluções de governança corporativa... Usina Nova América, São Martinho e Cosan são exemplos de empresas que realizaram esse tipo de intervenção interna. Além desse movimento, há fatores que estimulam a profissionalização do setor, como o fato de a Petrobrás anunciar investimentos maciços em usinas ou ações de verticalização, como a compra da rede de distribuição Esso pela Cosan.

Outro ponto relevante a ressaltar, que vem como lição do setor de etanol: as motivações para a profissionalização não se limitaram, nesse caso, à melhoria efetiva da gestão, mas tiveram também um caráter simbólico. Muitas empresas do setor – diversas de origem familiar – procuraram equiparar seus modelos de gestão à nova linguagem competitiva que se apresentava.

Profissionalização é um termo comum entre empresas de alto desempenho, independentemente do porte. Num contexto em que podem ocorrer, com relativa intensidade, fusões e aquisições (como nos casos dos setores de papel/celulose e sucoalcooleiro), é importante que os *players* estabelecidos estejam preparados. Quando um grande grupo procura outro menor para aquisição, a verificação de práticas profissionalizadas institucionalizadas é um dos passos relevantes em suas análises de compra. Quanto menos “profissionalizada” sua gestão, menor o valor da empresa. Nesse contexto, erros nas empresas passam a ser menos tolerados – não há mais espaço para ineficiências e equívocos gritantes. Gestores são pressionados a modificar seus *mindsets*, e o desafio é fazê-lo sem que se percam as competências e os recursos valiosos com que as em-

presas já contavam em sua gestão.

Em termos práticos, é possível prever quais são (ou devem ser) alguns dos focos de preocupação dos gestores das empresas de papel e celulose, em maior medida daqui para a frente, no sentido de tornarem suas gestões mais profissionalizadas:

- **Tomadas de decisões estratégicas baseadas em análises:** investimentos e desinvestimentos significativos, por exemplo, não devem ser realizados com base na intuição e em análises parciais. Não havendo espaço para erros nas decisões de investimento, os gestores devem ser lúcidos o suficiente para saberem que vale a pena ocupar tempo e recursos em avaliações especializadas dos negócios que estão pensando ou dos modelos de negócio que deverão implementar. Ademais, o relacionamento crescente com outros *stakeholders* (financiadores, parceiros, novos sócios potenciais, fornecedores, ...) pode exigir a demonstração e a formalização das lógicas adotadas para a tomada de decisão;
- **Soluções de hierarquia de decisões:** no fundo, trata-se da definição de responsabilidades, papéis e escopo ao longo de toda a estrutura da empresa. No processo de profissionalização, a definição de alçadas de decisão entre todos os colaboradores é fundamental para evitar a sobreposição de funções, bem como espaços para ingerências entre superiores e subordinados. Adicionalmente, isso é importante para que uma cultura de meritocracia seja implantada;
- **Treinamento e ações de capacitação de equipes:** a preparação dos recursos humanos da empresa nas diferentes áreas é base fundamental para uma profissionaliza-

ção sustentável. A qualidade da tomada de decisão é tema que ganha destaque e oferece instrumentos para o gestor implementar muito do que se espera dele em processos de profissionalização;

- **Implantação de áreas de inteligência competitiva e de mercado:** além de decisões pontuais, tal tipo de estrutura, dentro da empresa, é capaz de funcionar como antena do mundo externo, filtrando informações relevantes para a competitividade das empresas, tornando sua atuação mais competitiva;
- **Valoração (*valuation*) da empresa e definição de objetivos estratégicos dos sócios:** em função do contexto de fusões e aquisições, é razoável pensar que algumas empresas do setor passarão por rodadas de negociação com diferentes interessados (empresas maiores, fundos de *private equity*, IPOs...). O tratamento profissional da negociação eleva sobremaneira a probabilidade de se realizar um bom negócio e, eventualmente, até mesmo o valor da empresa. Ter realizado previamente um bom estudo de valoração da empresa e um debate dos objetivos estratégicos dos sócios tem papel fundamental nesse processo.
- **Implantação de soluções de governança corporativa:** o amadurecimento das lógicas de governança corporativa pode ser fundamental para que a empresa seja mais eficiente e consiga tomar decisões na qualidade e na velocidade esperadas no novo cenário competitivo. Além disso, ter implantada uma boa solução de governança corporativa pode valorizar a empresa em eventuais situações de negociação com potenciais compradores;

- **Novos sistemas e processos de gestão:** os sistemas de gestão e os processos de negócio são focos que devem receber atenção dos gestores, pois são condicionantes (para o bem ou para o mal) de grande parte da gestão. Soluções devem ser customizadas à empresa, mas também devem ser flexíveis, enxutas e inteligentes;
- **Estabelecimento de políticas de RH:** a meritocracia e ferramentas mais sofisticadas de gestão de RH (como a gestão por competências) estão na base da profissionalização, algo que deve ser um reflexo das políticas de RH;
- **Preocupação crescente com inovação e tecnologia:** entre os avanços gerenciais, espera-se, mais e mais, que a inovação e a melhoria tecnológica (tanto nos produtos quanto nos processos) sejam valorizadas. A preocupação com as vantagens competitivas em médio e longo prazos devem influenciar nesse processo;
- **Visão de futuro mais ampla:** reflexões em nível estratégico e sobre o futuro do negócio, com planejamentos estratégicos mais robustos e com o objetivo de explorar caminhos alternativos, até como forma de mitigação de riscos, deve fazer parte da realidade até mesmo de empresas menores do setor.

Na verdade, a mudança efetiva do padrão de gestão das empresas de um setor envolve a revisão do *mindset*, da atitude e da cultura dominantes no âmbito das empresas. Trata-se de processo mais paulatino e complexo do que a simples implantação de um novo sistema, de uma revisão de processos de gestão ou mesmo de lógicas de decisão. Todos esses são apetrechos úteis, que, acumulados e amadurecidos ao longo do tempo, formam um arsenal de elementos de um novo corpo e de uma nova forma de conduzir o negócio. Tempo é

fundamental nesse processo; trata-se de variável que não pode ser negligenciada pelas empresas que buscam dar um salto de qualidade no padrão de sua gestão.

O panorama do setor mostra um conjunto diversificado de empresas no tocante ao “nível de profissionalização” já adotado e às necessidades nesse sentido. Independentemente do porte, há empresas mais profissionalizadas que outras, indicando graus distintos de carência de desenvolvimento “profissional”. Algumas empresas nacionais já são referências internacionais para o setor em determinadas áreas gerenciais, mas mesmo as maiores empresas necessitarão de novos avanços, pois o contexto de globalização e mudanças em nível internacional assim o exigirá.

É possível dizer que a tendência geral é de profissionalização, o que na prática representa uma elevação da qualidade da tomada de decisão e da gestão como um todo das empresas do setor, além de necessidade de mais investimentos e perseverança das empresas nesse sentido. Um contexto de crise econômica como o atual pode ser, inclusive, propício para a reflexão sobre o modelo de negócios e a melhoria dos instrumentos de gestão. A pressão por mudanças se faz mais presente e há espaço para a otimização do negócio. É fato que, em situações de grande intensidade de mudanças, nem todos respondem na mesma velocidade e intensidade, mas é provável que os mais lentos estejam fadados a serem vencidos pelos desafios competitivos do ambiente, povoado de outros *players* mais capazes de desenvolver, ao longo do tempo, recursos e diferenciais que os qualificam para a sobrevivência e para o sucesso. O investimento em ações que elevem a profissionalização das empresas pode ser essencial para a vitória dos mais aptos, de modo que resultados superiores sejam alcançados e que diferenciais competitivos sejam garantidos e consolidados.

Nanocristais de celulose

Cellulose whiskers

Autores/Authors*: Deusanilde de Jesus Silva
Maria Luiza Otero D'Almeida

Palavras-chave: Condições de hidrólise, material de reforço, matriz polimérica, nanocompósitos, nanocristais de celulose, whiskers de celulose

RESUMO

Nanocristais de celulose, também conhecidos como *whiskers*, são os domínios cristalinos de fontes celulósicas. Essas nanopartículas, quando isoladas, têm sido avaliadas como material de reforço em matrizes poliméricas pelo seu potencial em melhorar as propriedades mecânicas, ópticas, dielétricas, dentre outras, dessas matrizes.

Recentes trabalhos de literatura, envolvendo matéria prima, processo de isolamento, caracterização e desempenho de nanocristais de celulose isolados, foram considerados na elaboração deste trabalho.

Tabelas sumarizando as características dimensionais com suas respectivas fontes, descrição de processos de isolamento, condições de hidrólise, técnicas de determinação e desempenho desse material em suspensão e em matrizes poliméricas são apresentadas.

No trabalho constam, também, desafios a serem ultrapassados nessa promissora área de pesquisa, especialmente no que diz respeito à dispersividade dos nanocristais relacionada a sua tendência à aglomeração e a sua compatibilidade com polímeros hidrofóbicos comerciais.

INTRODUÇÃO

As pesquisas para o desenvolvimento de materiais biodegradáveis de fontes renováveis são crescentes. A disponibilidade de biopolímeros, relativamente mais baratos, que se apresentam em abundância na natureza, pode ser citada como uma razão importante. Um exemplo de biopolímeros com estas vantagens é a celulose.

O recente interesse na utilização de partículas nanométricas rígidas como materiais de reforço em matrizes poliméricas, compósitos ou nanocompósitos, tem aumentado. Dois bons exemplos desses tipos de partículas são os nanotubos de carbono e os nanocristais de celulose.

Keywords: Cellulose nanocrystals, cellulose whiskers, hydrolysis conditions, nanocomposites, polymeric matrix, reinforcement material

ABSTRACT

Cellulose nanocrystals, also known as cellulose whiskers, are the crystalline domains of cellulosic sources. These nanoparticles, when isolated, have been evaluated as reinforcement material in polymeric matrixes due to their potential to improve, among others, the mechanical, optical, and dielectric properties of these matrixes.

Recent literature works, involving raw material, isolation process, characterization, and performance of isolated cellulose whiskers, were considered when working out this paper.

Tables summarizing the dimensional characteristics with their respective sources, description of isolation processes, hydrolysis conditions, techniques of determination and performance of this material in suspension and in polymeric matrixes are presented.

Also contained in this work are challenges to be met in this promising research area, especially with regard to whisker dispersibility, connected with their tendency towards agglomeration, and their compatibility with commercial hydrophobic polymers.

INTRODUCTION

Research for development of biodegradable materials from renewable sources is increasing. The availability of biopolymers, relatively cheaper, which occur in abundance in nature, can be cited as an important reason. An example of biopolymers presenting these advantages is cellulose.

The recent interest in using stiff nanometric particles as reinforcement materials in polymeric matrixes, composites or nanocomposites, has been increasing. Two good examples of these types of particles are carbon nanotubes and cellulose nanocrystals.

*Referências dos Autores / Authors' references:

Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT/Laboratório de Papel e Celulose
Av. Prof. Almeida Prado, 532, Cidade Universitária 05508-901 São Paulo – SP - Fone: 11 3767 4446, Fax: 11 3767 4098
Institute for Technological Research of the State of São Paulo - IPT/ Pulp and Paper Laboratory
Av. Prof. Almeida Prado, 532, Cidade Universitária 05508-901 São Paulo – SP, Brazil - Phone: +55 11 3767-4446, Fax: +55 11 3767 4098
E-mails: deusa@ipt.br e/and malu@ipt.br

Nanocristais de celulose, também reportados na literatura como *whiskers*, nanofibras, cristaltos ou cristais de celulose, são os domínios cristalinos de fibras celulósicas isolados por meio de hidrólise ácida, e são assim chamados devido a suas características físicas de rigidez, de espessura e de comprimento.^[1]

Milewski (1994), citado por Samir *et al.* (2005),^[2] reporta que os *whiskers* de celulose são regiões que crescem sob condições controladas, o que permite a formação de cristais individuais de alta pureza. Sua estrutura altamente ordenada pode conferir não somente alta resistência, mas também mudanças significativas em algumas propriedades importantes de materiais, tais como elétrica, óptica, magnética, ferromagnética, dielétrica e de condutividade.

O polímero de celulose que constitui os *whiskers* é formado por unidades de glicose que contém três grupos hidroxilas livres ligados aos carbonos 2, 3 e 6, os quais são responsáveis pelas interações intermoleculares. A partir dessas interações, sucessivas estruturas são formadas, dando origem à parede celular da fibra: micelas, agrupamento das cadeias em feixes; microfibrilas, agregados de micelas; e fibrilas, agregados de microfibrilas que também podem ser denominados de macrofibrilas. Portanto, as microfibrilas que compõem as fibras, resultantes do arranjo das moléculas de celulose, são constituídas de regiões cristalinas, altamente ordenadas e amorfas, desordenadas (Figura 1). As regiões cristalinas são resultados da ação combinada da biopolimerização e cristalização da celulose comandada por processos enzimáticos. As regiões amorfas são resultados da má formação da estrutura devido à alteração no processo de cristalização. Essas são denominadas, por alguns autores, de regiões em que a cristalização ocorreu com defeito.^[2-4]

A proporção entre as regiões cristalina e amorfa, que determina o grau de cristalinidade e as características dimensionais dos domínios cristalinos, é variável. Além disso, os processos de isolamento podem originar *whiskers* com características diferentes que influenciarão

Cellulose nanocrystals, also reported in the literature as whiskers, nanofibers, cellulose crystallites or crystals, are the crystalline domains of cellulosic fibers, isolated by means of acid hydrolysis, and are called in this way due to their physical characteristics of stiffness, thickness, and length.^[1]

Milewski (1994), cited by Samir *et al.* (2005),^[2] reports that cellulose whiskers are regions growing under controlled conditions, which allows individual high-purity crystals to form. Their highly ordered structure may not only impart high resistance, but also make significant changes to some important properties of materials, such as electrical, optical, magnetic, ferromagnetic, and dielectric nature, as well as concerning conductivity.

The cellulose polymer constituting the whiskers is formed by units of glucose containing three free hydroxyl groups bonded with carbons 2, 3, and 6, which are responsible for the intermolecular interactions, which successive structures are formed from, giving rise to the cell wall of the fiber: micelles, chain grouping into bundles; microfibrils, micelle aggregates; and fibrils, microfibril aggregates that can be also called macrofibrils. Therefore, the microfibrils composing the fibers, resulting from the cellulose molecule arrangement, are constituted by crystalline, highly ordered; and amorphous, disordered regions (Figure 1). Crystalline regions are the result of the combined action of cellulose biopolymerization and crystallization, commanded by enzymatic processes. The amorphous regions are the result of bad structure formation, due to an alteration in the crystallization process. They are called by some authors “regions in which a defective crystallization occurred.”^[2-4]

The proportion of crystalline to amorphous regions, determining the degree of crystallinity and the dimensional characteristics of crystalline domains, is variable. Furthermore, the isolation processes may give rise to whiskers with different characteristics, which will dif-

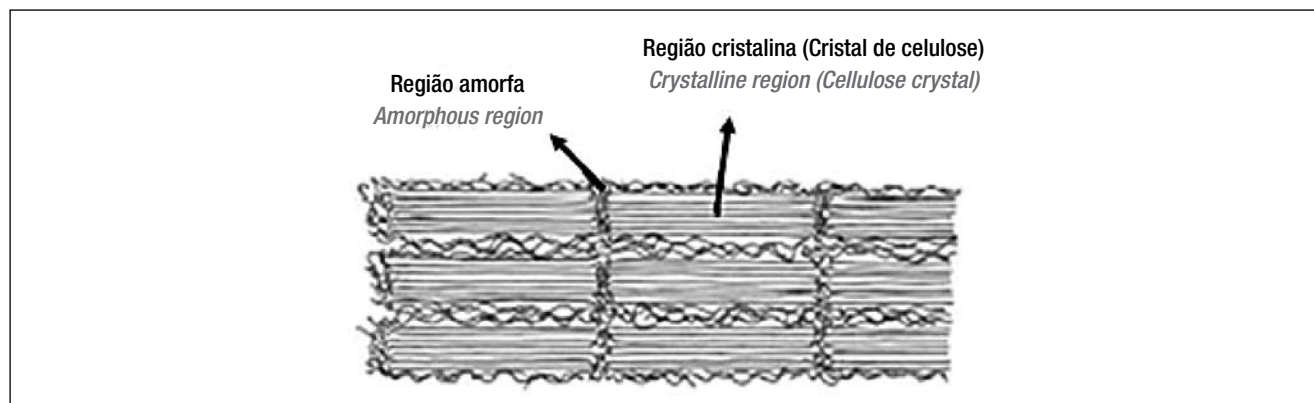


Figura 1. Ilustração das regiões cristalinas e amorfas que compõem a estrutura das microfibrilas. Detalhe: cristal de celulose. Extraído e adaptado de Tamen *et al.* (2005)^[5] / **Figure 1.** Illustration of crystalline and amorphous regions composing the microfibril structure. Detail: cellulose crystal. Extracted and adapted from Tamen *et al.* (2005)^[5]

de maneira distinta os compósitos com eles formados. Nas regiões cristalinas existe um arranjo geométrico que se repete nos eixos principais da estrutura cristalina - eixos cristalográficos - para formar o volume total do cristal. Em cristalografia, a esse arranjo geométrico dá-se o nome de célula unitária. A célula unitária tem dimensões bem definidas (Figura 2). No caso da celulose existem mais de uma forma polimórfica, ou seja, não há uma dimensão única para a célula unitária.^[1] A celulose I - celulose nativa - é a base da estrutura cristalina da célula unitária encontrada nas fibras celulósicas.

No modelo de Meyer e Misch para celulose I, a estrutura cristalina inicialmente proposta era monoclinica, constituída de duas cadeias de polissacarídeos dispostas antiparalelamente. Quase cinquenta anos mais tarde, estudos realizados por Sarko *et al.* (1974 e 1980) e Gardner e Blackwell (1974), citados por Souza Lima e Borsali (2004),^[1] Klemm *et al.* (2002)^[6] e Samir *et al.* (2005),^[2] mostraram resultados diferentes com respeito às dimensões da célula unitária da celulose nativa. Além disso, segundo Sarko *et al.* (1974 e 1980), citados por Souza Lima e Borsali^[1], a disposição das cadeias era paralela, e não antiparalela como reportado anteriormente por Meyer e Misch (1937) nos primeiros estudos sobre o tema. A possibilidade da existência de dois tipos de celulose nativa surgiu após Gardner e Blackwell (1974) terem proposto estrutura monoclinica com cadeias paralelas para a célula unitária da alga *Valonia*, e Sarko e Muggli (1974) terem proposto estrutura triclinica com cadeias paralelas para a celulose nativa, ambos citados por Klemm *et al.* (2002).^[6]

ferently influence the composites formed with them. In crystalline regions there exists a geometric arrangement happening again on the main axes of the crystalline structure – crystallographic axes – in order to form the total volume of the crystal. In crystallography, this geometric arrangement is called unit cell. The unit cell has well-defined dimensions (Figure 2). In the case of cellulose there is more than one polymorphic form, i.e., there is not a sole dimension for the unit cell.^[1] Cellulose I – native cellulose – is the basis of the crystalline structure of the unit cell found in the cellulosic fibers.

*In Meyer and Misch's model for cellulose I, the crystalline structure, as initially proposed, was monoclinic, consisting of two polysaccharide chains arranged in antiparallel. Almost fifty years later, studies carried out by Sarko *et al.* (1974 and 1980) and Gardner and Blackwell (1974), cited by Souza Lima and Borsali (2004),^[1] Klemm *et al.* (2002),^[6] and Samir *et al.* (2005),^[2] showed different results with regard to the dimensions of the unit cell of native cellulose. Moreover, according to Sarko *et al.* (1974 and 1980), cited by Souza Lima and Borsali^[1], chain arrangement was parallel, not antiparallel, as previously reported by Meyer and Misch (1937), in the first studies on the theme. The possibility of existing two types of native cellulose arose after Gardner and Blackwell (1974) have proposed a monoclinic structure with parallel chains for the unit cell of *Valonia* alga, and Sarko and Muggli (1974) have proposed a triclinic structure with parallel chains for native cellulose, both of them cited by Klemm *et al.* (2002).^[6]*

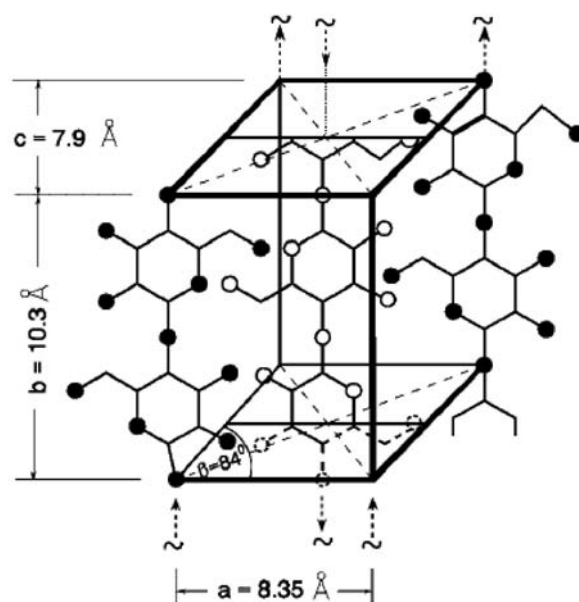


Figura 2. Célula unitária da celulose I de fibra de rami de acordo com o modelo de Meyer e Misch (1937)^[7]

Figure 2. Unit cell of cellulose I of ramie fiber according to Meyer and Misch's model (1937)^[7]

Dez anos mais tarde, Atalla e Vanderchart (1984), citados por Klemm *et al.* (2002)^[6] e Samir *et al.* (2005),^[2] utilizando espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear de alta resolução, mostraram que a celulose nativa consistia de duas diferentes estruturas cristalinas, uma monoclinica - celulose I_β , e outra triclínica - celulose I_α . A Figura 3 ilustra as duas estruturas propostas para a celulose nativa, indicando a existência de diferentes arranjos cristalográficos na matriz onde se tem $a \neq b \neq c$ com $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq \pi/2$ para celulose de estrutura triclínica I_α e $\alpha = \beta = \pi/2 \neq \gamma$ para a celulose de estrutura monoclinica I_β .

A proporção entre as frações I_α e I_β em qualquer amostra de celulose nativa está relacionada com a origem. Segundo Klemm *et al.* (2002),^[6] a celulose de bactéria e de alga (*Valonia*) contém larga quantidade da célula unitária I_α , triclínica, enquanto nas celulosas de algodão, rami e madeira predominam a célula unitária I_β , monoclinica.

A depender do tratamento a que a celulose nativa for submetida - químico e/ou térmico -, há diferentes alterações nas dimensões da célula unitária e, consequentemente, na sua estrutura cristalina, o que resulta em diferentes polimorfos da celulose. A Figura 4 apresenta de forma simplificada rotas de obtenção de cinco tipos de polimorfos de celulose a partir da celulose nativa, I_α e I_β : II, III₁, III₂, IV₁ e IV₂. A Tabela 1 apresenta as dimensões

Ten years later, Atalla and Vanderchart (1984), cited by Klemm *et al.* (2002)^[6] and Samir *et al.* (2005),^[2] using high-resolution Nuclear Magnetic Resonance spectroscopy, showed that native cellulose consisted of two different crystalline structures, one monoclinic – cellulose I_β , and the other one triclinic – cellulose I_α . Figure 3 illustrates both structures proposed for native cellulose, indicating the existence of different crystallographic arrangements in the matrix, where $a \neq b \neq c$ with $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq \pi/2$ for triclinic structure cellulose I_α and $\alpha = \beta = \pi/2 \neq \gamma$ for monoclinic structure cellulose I_β .

The proportion of fraction I_α to fraction I_β in any sample of native cellulose is associated with the origin. According to Klemm *et al.* (2002),^[6] the bacterial and algal (*Valonia*) cellulose contains a large amount of unit cell I_α , triclinic, while unit cell I_β , monoclinic, predominates in the cotton, ramie, and wood celluloses.

Depending on the treatment native cellulose is submitted to – chemical and/or thermal –, there are different alterations in the unit cell dimensions and consequently in its crystalline structure, which results in different polymorphic crystal structures of cellulose. Figure 4 presents in a simplified way the obtainment routes of five types of polymorphic crystal structures from native cellulose, both I_α and I_β : II, III₁, III₂, IV₁, and IV₂. Table 1 indicates the unit

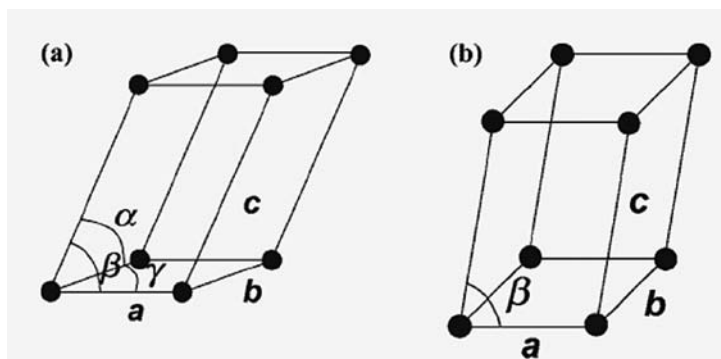


Figura 3. Estruturas propostas para a celulose nativa: (a) Triclínica, I_α , e (b) Monoclínica, I_β ^[1]

Figure 3. Structures proposed for native cellulose: (a) Triclinic, I_α , and (b) Monoclinic, I_β ^[1]

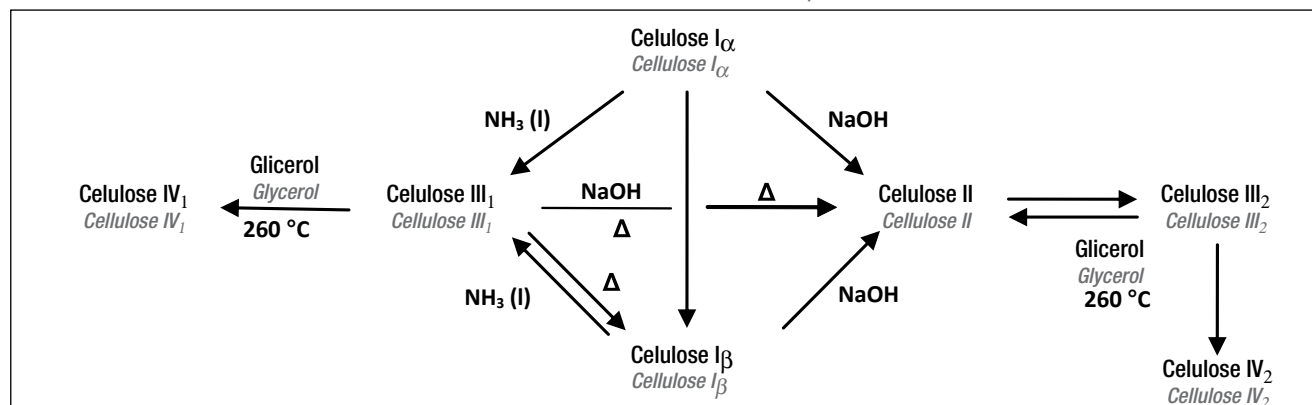


Figura 4. Transformação da celulose nativa em vários polimorfos. Extraído e adaptado de Klemm *et al.* (2002)^[6]

Figure 4. Transformation of native cellulose into several polymorphic crystal structures. Extracted and adapted from Klemm *et al.* (2002)^[6]

Tabela 1. Dimensões de células unitárias para polimorfos de celulose determinadas por difração de raios-X
Table 1. Dimensions of unit cells for polymorphic crystal structures of cellulose, determined by X-ray diffraction

Polimorfo <i>Polymorphic crystal structure</i>	Dimensões / <i>Dimensions</i>			
	a, Å	b, Å	c, Å	β , °
Celulose I / <i>Cellulose I</i>	7,85	8,17	10,34	96,4
Celulose II / <i>Cellulose II</i>	9,08	7,92	10,34	117,3
Celulose III / <i>Cellulose III</i>	9,9	7,74	10,3	122
Celulose IV / <i>Cellulose IV</i>	7,9	8,11	10,3	90

Nota: Fonte: Sarko (1976), citado por Krässig (1993).^[6] Ver Figura 3 para localizar a, b, c e β / Note: Source: Sarko (1976), cited by Krässig (1993).^[6] See Figure 3 to locate a, b, c, and β

Tabela 2. Estrutura, disposição das cadeias e origem para os polimorfos tipo I e II
Table 2. Structure, chain arrangement, and origin for types of polymorphic crystal structures I and II

Polimorfo <i>Polymorphic crystal structure</i>	Estrutura <i>Structure</i>	Disposição das cadeias <i>Chain arrangement</i>	Origem <i>Origin</i>
celulose I _{α} / <i>cellulose Iα</i>	Triclínica / <i>Triclinic</i>	Paralela / <i>Parallel</i>	Alga <i>Valonia</i> / <i>Valonia alga</i>
celulose I _{β} / <i>cellulose Iβ</i>	Monoclínica / <i>Monoclinic</i>	Paralela / <i>Parallel</i>	Algodão, rami e madeira <i>Cotton, ramie, and wood</i>
Celulose II / <i>Cellulose II</i>	Monoclínica / <i>Monoclinic</i>	Antiparalela / <i>Antiparallel</i>	Celulosas mercerizada e kraft <i>Mercerized and kraft pulps</i>

Fonte/Source: Krässig, 1993^[6]

de célula unitária para alguns polimorfos da celulose. Segundo Yamamoto e Horii (1993), citados por Klemm *et al.* (2002),^[6] numa transformação irreversível a celulose I _{α} , menos estável, pode ser transformada na celulose I _{β} , mais estável, através de tratamento térmico.

Certos polimorfos são considerados mais importantes que outros e são, conseqüentemente, mais estudados. É o caso dos polimorfos celulose I e celulose II. O primeiro refere-se a celulose nativa, ou seja, tal como encontrada na natureza, enquanto o segundo pode ser obtido por meio do tratamento da celulose com solução alcalina - mercerização -, ou por meio da dissolução da celulose e sua posterior regeneração, por isso também conhecida como celulose regenerada.^[8] A Tabela 2 sumariza as informações descritas por Krässig (1993) para a estrutura e disposição das cadeias dos polimorfos da celulose I e II de acordo com sua origem.

Whiskers de celulose são isolados a partir de diferentes fontes de fibras celulósicas (Tabela 3), de fonte vegetal,^[9-12] tais como algodão, eucalipto e outros, e de fonte animal,^[13, 14] tal como os tunicados. No Brasil, podem ser citados alguns estudos utilizando a fibra de coco^[15] e os whiskers provenientes do amido e de resíduos agrícolas de mandioca.^[9]

A celulose pode apresentar dimensões e estruturas diversas para sua célula unitária originando diferentes polimorfos de celulose. Devido a diferentes procedências e condições de processos de isolamento, embora constituídos por moléculas de celulose os whiskers po-

cell dimensions for some polymorphic crystal structures of cellulose. According to Yamamoto and Horii (1993), cited by Klemm *et al.* (2002),^[6] in an irreversible transformation, cellulose I _{α} , less stable, can be transformed into cellulose I _{β} , more stable, by means of thermal treatment.

Certain polymorphic crystal structures are considered to be more important than other ones and, in consequence, they are more extensively studied. This is the case of polymorphic crystal structures of cellulose I and cellulose II. The first one refers to native cellulose, i.e., such as it is found in nature, and the second one can be obtained by submitting the cellulose to a treatment with alkaline solution - mercerization -, or else by cellulose dissolution and its later regeneration, for which reason it is also known as regenerated cellulose.^[8] Table 2 summarizes the information of Krässig's description (1993) of the structure and chain arrangement of the polymorphic crystal structures of cellulose I and II according to their origin.

Cellulose whiskers are isolated from different sources of cellulosic fibers (Table 3), from vegetable source,^[9-12] such as cotton, eucalyptus, and other ones, and from animal source,^[13, 14] such as the tunicates. In Brazil, some studies using the coconut fiber^[15] and the whiskers coming from starch and agricultural manioc residues^[9] can be cited.

The cellulose can present different dimensions and structures for its unit cell, giving rise to different polymorphic crystal structures of cellulose. Due to different provenance and isolation process conditions, although consisting of

Tabela 3. Dimensões médias de *whiskers* de celulose originados de diferentes matérias primas
Table 3 – Average dimensions of cellulose whiskers originated from different raw materials

Matéria prima de origem <i>Raw material of origin</i>	Comprimento (C), nm <i>Length (C), nm</i>	Diâmetro (D), nm <i>Diameter (D), nm</i>	Referência <i>Reference</i>
Algodão / <i>Cotton</i>	105-141	21-27	[13]
Algodão / <i>Cotton</i>	100-300	8-10	[1]
Celulose microcristalina (CMC) <i>Microcrystalline cellulose (CMC)</i>	105	12	[13]
Tunicados / <i>Tunicates</i>	1073	28	[13]
Tunicados / <i>Tunicates</i>	100-alguns μm / 100-some μm	10-20	[1]
Tunicados / <i>Tunicates</i>	1000 – 2000	15	[14]
<i>Eucalyptus</i> / <i>Eucalyptus</i>	147 $\pm$ 7	4,8 $\pm$ 0,4	[16]
Spruce (<i>Picea mariana</i>) / <i>Spruce (Picea mariana)</i>	141 – 105	5 – 4,5	[16]

dem apresentar particularidades nas suas características dimensionais e superficiais e, conseqüentemente, no seu desempenho como partícula de reforço em compósitos. A Tabela 3 também apresenta as dimensões dos *whiskers* de tunicados que possuem a tunicina como polímero, a qual se assemelha ao polissacarídeo celulose.

A Figura 5 mostra foto de uma suspensão de *whiskers* isolados de tunicados, esquerda, e uma fotomicrografia em microscópio de transmissão de elétrons de uma matriz contendo *whiskers* de algodão, direita.^[2]

ISOLAMENTO DOS *WHISKERS* DE CELULOSE

Os principais processos de isolamento dos *whiskers* são químicos, com emprego de ácidos fortes. Esses processos se apóiam no fato de que as regiões cristalinas são insolúveis em ácidos nas condições em que estes são empregados. Isso se deve à inacessibilidade que as mesmas apresentam pela elevada organização das moléculas de celulose na sua

molecules of cellulose, whiskers may present peculiarities in their dimensional and superficial characteristics and, in consequence, in their performance as reinforcement particle in composites. Table 3 also indicates the whisker dimensions of tunicates having tunicin as polymer, which is similar to the polysaccharide cellulose.

Figure 5 shows a photo of a suspension of whiskers isolated from tunicates on the left, and a photomicrography in an electron transmission microscope of a matrix containing cotton whiskers, on the right.^[2]

CELLULOSE WHISKER ISOLATION

The main whisker isolation processes are chemical, with strong acid application. These processes are based on the fact that the crystalline regions are acid-insoluble under the conditions the latter are applied. This is due to their inaccessibility, caused by the high organization of the molecules of cellulose in their nanostructure. On the

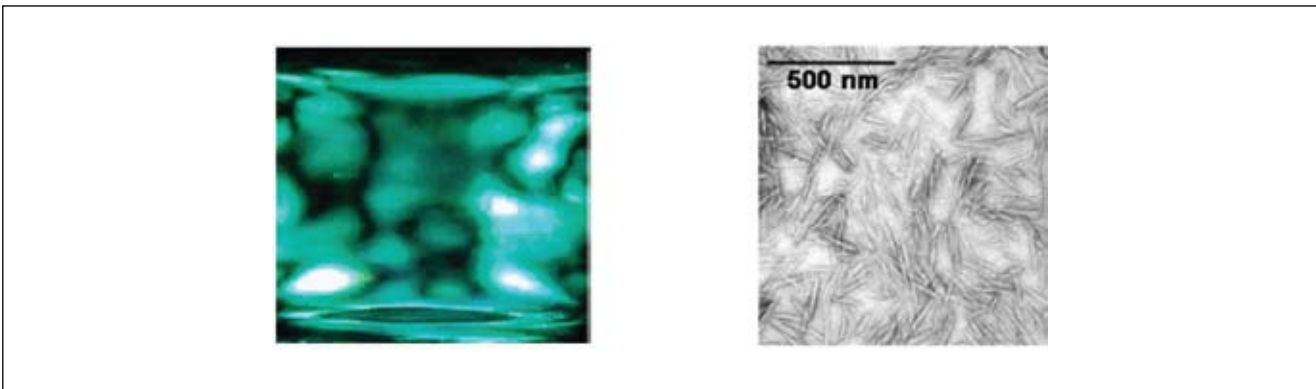


Figura 5. Suspensão de *whiskers* isolados de tunicados observada através de polarizadores (esquerda) e fotomicrografia de transmissão de elétrons de matriz com *whiskers* de algodão (direita). Extraído de Samir *et al.* (2005)^[2] / **Figure 5.** Suspension of whiskers isolated from tunicates, observed through polarizers (left), and an electron transmission photomicrography of a matrix with cotton whiskers (right). Extracted from Samir *et al.* (2005)^[2]

nanoestrutura. Por outro lado, a desorganização natural das moléculas de celulose nas regiões amorfas favorece a acessibilidade dos ácidos e consequentemente a hidrólise das cadeias de celulose presentes nestas regiões. Assim, o isolamento dos *whiskers* é facilitado pela cinética de hidrólise mais rápida apresentada pelas regiões amorfas em relação às regiões cristalinas.^[2]

O processo para isolamento dos *whiskers* a partir de matérias primas celulósicas consiste de várias etapas, tendo início no pré-tratamento da matéria prima, passando pela hidrólise e podendo chegar à filtração da suspensão de *whiskers* obtida.

No prétratamento o material é classificado e purificado, caso necessário. Beck-Candanedo *et al.* (2005) adotaram a moagem das fibras de conífera e folhosa no moinho Wiley, seguida por classificação em peneira de 200 *mesh* como etapa de prétratamento antes da hidrólise^[16]. Por outro lado, Habibi *et al.* (2007 e 2008)^[4, 17] pretrataram fibras de rami com solução de soda 2% por 2 h, com o objetivo de purificar o material antes da hidrólise com ácido.

Na hidrólise ácida são preservados os domínios cristalinos. Após esta ocorre a lavagem por centrifugação, diálise da suspensão até neutralidade, dispersão dos *whiskers* de celulose e filtração da suspensão. Edgar e Gray (2003) realizaram a lavagem até atingir pH maior que um para o sobrenadante^[18]. Por outro lado, Braun *et al.* (2008) centrifugaram a suspensão a 10.000 rpm por 3 min para remoção do ácido. Nesse caso, o material foi ressuspenso em água destilada por duas vezes e centrifugado com a mesma rotação por 10 min.^[19] A neutralização é realizada através da diálise, em que a suspensão no interior da membrana alcança pHs em torno de 2 a 2,7, segundo os estudos de Edgar e Gray (2003). A dispersão do material é realizada através do tratamento da suspensão com ultrassom.^[18-21] O tempo de sonificação citado na literatura é variável. Jean *et al.* (2008) sonificaram a suspensão por 4 min.^[20] Por outro lado, Edgar e Gray (2003) realizaram diálises por vários dias intercaladas por sonificação de 7 min, até alcançarem um total de 35 min de sonificação. Em contrapartida, Braun *et al.* (2008), com o objetivo de romper os agregados remanescentes, submeteram a suspensão a 25 min de sonificação, adotando ciclos de centrifugação, substituição do sobrenadante e sonificação para alcançar dispersão estável. Para a etapa de filtração, Habibi *et al.* (2007 e 2008) utilizaram cadinho de vidro sinterizado.^[4, 17] Por outro lado, Edgar e Gray (2003) utilizaram papel de filtro para a mesma finalidade.^[18]

Etapas adicionais às mencionadas, como o fracionamento dessas partículas por ultracentrifugação para obtenção de partículas estratificadas por tamanho e a funcionalização da superfície das mesmas também pode ser realizado,^[1, 4, 17] entretanto, dependerão do uso desse material.

other hand, the natural disorganization of the molecules of cellulose in the amorphous regions favors the accessibility of acids, and, consequently, the hydrolysis of the cellulose chains present in those regions. Thus, whisker isolation is facilitated by the quicker hydrolysis kinetics presented by the amorphous regions, as compared to the crystalline ones.^[2]

The process for whisker isolation from cellulosic raw materials consists of various stages, beginning at raw material pretreatment, continuing with hydrolysis, and possibly reaching filtration of the obtained whisker suspension.

At the pretreatment the material is classified and purified if required. Beck-Candanedo et al. (2005) adopted Wiley mill softwood and hardwood fiber refining, followed by classification in a 200 mesh screen as pretreatment stage prior to hydrolysis^[16]. On the other hand, Habibi et al. (2007 and 2008)^[4, 17] pretreated ramie fibers with 2% soda solution for 2 h, in order to purify the material prior to acid hydrolysis.

At acid hydrolysis the crystalline domains are preserved. Thereafter occurs washing by centrifuging, dialysis of the suspension until neutrality, dispersion of the cellulose whiskers, and filtration of the suspension. Edgar and Gray (2003) carried out washing until reaching a pH higher than one for the supernatant.^[18] On the other hand, Braun et al. (2008) centrifuged the suspension at 10,000 rpm for 3 min, for acid removal. In the last case, the material was resuspended twice in distilled water and centrifuged at the same rotation for 10 min.^[19] Neutralization is achieved through dialysis, in which the suspension inside the membrane reaches pHs around 2 to 2.7, according to Edgar and Gray's studies (2003). The material dispersion is carried out by treating the suspension with ultrasonic.^[18-21] The ultrasonic treatment time cited in the literature is variable. Jean et al. (2008) ultrasonicated the suspension for 4 min.^[20] On the other hand, Edgar and Gray (2003) conducted dialyses for several days, intercalated by 7 min of ultrasonic treatment until reaching a total ultrasonic treatment time of 35 min, while Braun et al. (2008), aiming to break up the remaining aggregates, submitted the suspension to 25 min of ultrasonic treatment, adopting centrifuging cycles, supernatant replacement, and ultrasonic treatment to attain a stable dispersion. For the filtration stage, Habibi et al. (2007 and 2008) used a sintered glass.^[4, 17] On the other hand, Edgar and Gray (2003) used filter paper for the same purpose.^[18]

Stages additional to those mentioned, as fractionating these particles by ultracentrifuging to obtain particles stratified by size, and making their surface functional are also possible,^[1, 4, 17] but will depend on the use of this material.

HIDRÓLISE ÁCIDA

Na hidrólise ácida podem ser utilizados os ácidos sulfúrico e clorídrico. O ácido sulfúrico, na concentração de 64% a 65% p/p, se constitui no ácido que mais vem sendo utilizado em estudos para o isolamento dos *whiskers* de celulose.^[4, 13, 16, 17, 19, 20, 22, 23]

Segundo Braun *et al.* (2008),^[19] o isolamento dos *whiskers* de celulose utilizando hidrólise com ácido sulfúrico foi inicialmente documentado por Rånby em 1951, quando foi produzida uma suspensão coloidal desses materiais. Segundo os mesmos autores, em 1962 Battista e Smith descobriram que suspensão estável dessas partículas poderia ser alcançada através da hidrólise com ácido clorídrico seguida por uma etapa de tratamento mecânico. Segundo Braun *et al.* (2008), as partículas referidas por Rånby se constituíam de celulose microcristalina (CMC). A partir dessa descoberta permitiu-se o uso comercial de suspensão de partículas de CMC nas indústrias farmacêutica e de alimentos.^[19]

A hidrólise ácida empregando ácido clorídrico é menos comum em relação à hidrólise com ácido sulfúrico. Araki *et al.* (1998) isolaram *whiskers* de polpa kraft de conífera com os ácidos clorídrico (4N) e sulfúrico (65%), com o objetivo de comparar os resultados.^[22] Por outro lado, van den Berg *et al.* (2007) utilizaram ácido clorídrico 3N para isolar *whiskers* de tunicados.^[14]

CONDIÇÕES DE HIDRÓLISE

As variáveis encontradas na literatura consultada para as condições de hidrólise são: concentração do ácido, tempo, temperatura e a relação ácido/matéria prima.

Em estudos para polpa branqueada e celulose microcristalina, as concentrações mais comuns encontradas na literatura, no caso do ácido sulfúrico, são 64% p/p^[16, 18, 19, 21] e 65% p/p.^[4, 13, 17, 20, 22]

Em relação ao tempo de hidrólise, valores que vão desde 10 min^[22] até 13h^[13] puderam ser encontrados. Entretanto, variações entre 30 a 60 min foram mais comuns.^[4, 13, 17, 19-21]

Considerando a relação ácido/matéria prima, os valores encontrados na literatura consultada variam entre 10 mL/g^[18, 22] até 20 mL/g^[21] para a hidrólise com ácido sulfúrico. No caso de ácido clorídrico, Araki *et al.* (1998) usaram 35 mL/g para a mesma relação. A Tabela 4 apresenta um sumário de condições de hidrólise encontradas na literatura consultada. Depois de completado o tempo de hidrólise, algumas alternativas são citadas para paralisar a reação: (1) diluir 10 vezes os conteúdos da mistura^[18] e (2) submeter a mistura a um banho de gelo para completo resfriamento.^[19]

EFEITO DAS CONDIÇÕES DE HIDRÓLISE NAS CARACTERÍSTICAS DOS WHISKERS

As condições de processo, seja de preparação de fibras ou de hidrólise para isolamento dos *whiskers*, afetam as características morfológicas desses nanomateriais.^[2, 13, 16]

ACID HYDROLYSIS

Sulfuric and hydrochloric acids can be used for acid hydrolysis. Sulfuric acid in 64% to 65% w/w concentration is the acid being most used in studies into cellulose whisker isolation.^[4, 13, 16, 17, 19, 20, 22, 23]

According to Braun *et al.* (2008),^[19] cellulose whisker isolation by means of sulfuric acid hydrolysis was initially documented by Rånby in 1951, when a colloidal suspension of these materials was produced. According to these same authors, Battista and Smith discovered in 1962 that a stable suspension of these particles might be achieved by hydrochloric acid hydrolysis, followed by a mechanical treatment stage. According to Braun *et al.* (2008), the particles referred to by Rånby were of microcrystalline cellulose (CMC). Based on this discovery, commercial use of CMC particle suspension was allowed in the pharmaceutical and food industries.^[19]

Acid hydrolysis using hydrochloric acid is less common, as compared to sulfuric acid hydrolysis. Araki *et al.* (1998) isolated softwood kraft pulp whiskers with hydrochloric (4N) and sulfuric (65%) acids, with the purpose of comparing the results.^[22] On the other hand, van den Berg *et al.* (2007) used 3N hydrochloric acid to isolate tunicate whiskers.^[14]

HYDROLYSIS CONDITIONS

The variables found in the literature consulted for hydrolysis conditions are: acid concentration, time, temperature, and acid-raw material ratio.

In studies on bleached pulp and microcrystalline cellulose, the commonest concentrations found in the literature, as far as sulfuric acid is concerned, are 64% w/w^[16, 18, 19, 21] and 65% w/w.^[4, 13, 17, 20, 22]

With regard to hydrolysis time, values from 10 min^[22] to 13h^[13] could be found. However, variations from 30 to 60 min were commoner.^[4, 13, 17, 19-21]

Considering the acid-raw material ratio, the values found in the consulted literature range from 10 mL/g^[18, 22] to 20 mL/g^[21] for sulfuric acid hydrolysis. In the case of hydrochloric acid, Araki *et al.* (1998) applied 35 mL/g to the same ratio. Table 4 presents a summary of hydrolysis conditions found in the consulted literature. After completing the hydrolysis time, some alternatives are cited to paralyze the reaction: (1) to dilute 10 times the mixture contents,^[18] and (2) to submit the mixture to an ice bath for complete cooling.^[19]

EFFECT OF HYDROLYSIS CONDITIONS ON WHISKER CHARACTERISTICS

The process conditions, whether concerning fiber preparation or hydrolysis for whisker isolation, affect the morphological characteristics of these nanomaterials.^[2, 13, 16]

Tabela 4. Matéria prima e respectivas condições de hidrólise / Table 4. Raw material and respective hydrolysis conditions

Matéria prima Raw material	Ácido Acid	Concentração, % p/p Concentration, % w/w	Temperatura, °C Temperature, °C	Tempo, min Time, min	Relação ácido/matéria prima, mL/g a.s. Acid-raw material ra- tio, mL/g o.d.	Referência Reference
Polpas kraft branqueadas de conífera e folhosa / Bleached softwood and hardwood kraft pulps	H ₂ SO ₄	64	45	Variável Variable	Variável Variable	[16]
Conífera e papel de filtro / Softwood and filter paper	H ₂ SO ₄	64	45	45	10	[18]
Fibra de rami Ramie fiber	H ₂ SO ₄	65	55	30	-	[4, 17]
Línter de algodão Cotton linter	H ₂ SO ₄	64	50	45	17,54	[19]
Papel de filtro Filter paper	H ₂ SO ₄	64	45	60	20	[21]
Fibra de algodão Cotton fiber	H ₂ SO ₄	65	63	30	-	[20]
Polpa kraft branqueada de conífera Bleached softwood kraft pulp	H ₂ SO ₄	65	70	10	10	[22]
Polpa kraft branqueada de conífera Bleached softwood kraft pulp	HCl	4N	80	225	35	[22]
Línter de algodão Cotton linter	H ₂ SO ₄	65	45, 54, 63 e 72	30	-	[13]
Celulose microcristalina Microcrystalline cellulose	H ₂ SO ₄	65	72	30	-	[13]
Tunicados Tunicates	H ₂ SO ₄	45	55	780	-	[13]

O ácido empregado na hidrólise pode afetar as características de dispersão dos *whiskers* em sistema aquoso. Araki *et al.* (1998) realizaram estudo com polpa kraft branqueada de conífera onde avaliaram o efeito do ácido empregado sobre as propriedades de dispersão dos *whiskers* de celulose.^[22] Esses autores utilizaram dois tratamentos para isolamento dos *whiskers*: (1) ácido sulfúrico (65%) e (2) ácido clorídrico (4N). Foi observado que a remoção do ácido clorídrico após a hidrólise foi mais fácil do que a do ácido sulfúrico. Cristais de *whiskers* isolados apresentaram tamanhos e formas de partículas similares para os dois tratamentos observados por microscopia eletrônica. Entretanto, as partículas obtidas a partir do tratamento com ácido sulfúrico, quando em suspensão apresentaram carga de superfície negativa de 84 meq/kg⁻¹ devido à introdução de grupos sulfatos. Por outro lado,

The acid used for hydrolysis may affect the characteristics of whisker dispersion in an aqueous system. Araki *et al.* (1998) carried out a study with bleached softwood kraft pulp, in which they evaluated the effect of the acid used on the dispersion properties of cellulose whiskers.^[22] These authors used two treatments with two different acids for whisker isolation: (1) sulfuric acid (65%) and (2) hydrochloric acid (4N). It could be observed that hydrochloric acid removal after hydrolysis was easier than that of sulfuric acid. Isolated cellulose whiskers presented similar particle sizes and shapes for both treatments, as observed by electron microscopy. However, the particles obtained from the sulfuric acid treatment, when in suspension, presented a negative surface charge of 84 meq/kg⁻¹ due to the grafting of sul-

nos *whiskers* obtidos a partir do tratamento com ácido clorídrico não foi detectada carga superficial, utilizando titulação condutimétrica. O uso de ácido sulfúrico na preparação de *whiskers* de celulose conduz a obtenção de dispersões aquosas mais estáveis em relação às procedentes do tratamento com ácido clorídrico.

Whiskers de tunicados foram isolados por van den Berg *et al.* (2007) utilizando os ácidos sulfúrico e clorídrico^[14]. Semelhante ao reportado por Araki *et al.* (1998),^[22] nanopartículas com e sem densidade de carga de superfície foram obtidas com hidrólises com ácido sulfúrico e clorídrico, respectivamente. Entretanto, a utilização de solventes próticos, como o *m*-cresol e o ácido fórmico, permitiu uma boa dispersividade dos *whiskers* de tunicados isolados, mesmo aqueles que não apresentaram carga superficial.

Elazzouzi-Hafraoui *et al.* (2008),^[13] isolaram *whiskers* de linter para estudar o efeito da temperatura. Foi realizada hidrólise com ácido sulfúrico 65% em quatro níveis diferentes: 45°C, 54°C, 63°C e 72°C, com tempo de reação fixo de 30 min. Após a hidrólise, a suspensão obtida foi lavada por centrifugação e dialisada até à neutralidade com água destilada, dispersa por sonificação durante 4 minutos e filtrada em membrana de nitrato de celulose com o objetivo de eliminar o residual de eletrólito. Considerando o efeito da temperatura, esses autores encontraram que houve redução do tamanho dos *whiskers* com o aumento da temperatura de hidrólise. Por outro lado, não foi encontrada correlação clara entre o efeito da temperatura e o diâmetro dos *whiskers*.

Dong *et al.* (1998) estudaram o efeito das condições de hidrólise na estrutura dos cristais de celulose de algodão isolados com ácido sulfúrico. Eles reportaram que o comprimento dos cristais isolados foi reduzido, enquanto que a carga superficial foi aumentada com a elevação do tempo de hidrólise.^[24]

O efeito do tempo de reação e da relação ácido/polpa de madeira nas propriedades e no comportamento da suspensão de *whiskers*, obtidas por hidrólise com ácido sulfúrico, foi estudado por Beck-Candanedo *et al.* (2005),^[16] que, semelhante ao que foi verificado por Dong *et al.* (1998), observaram que *whiskers* mais curtos com menor variabilidade no comprimento foram obtidos em tempos mais longos de reação. Beck-Candanedo *et al.* (2005)^[16] também verificaram que o aumento da relação ácido/polpa também conduz a *whiskers* com dimensões reduzidas.

DISPERSIVIDADE DOS *WHISKERS* DE CELULOSE

A importância da boa dispersão dos *whiskers*, tanto em suspensão quanto em matrizes poliméricas, tem sido reportada por vários pesquisadores como prerequisites para alcançar resultados desejáveis quando da aplicação dessas nanopartículas como materiais de reforço mecânico.^[14, 25, 26]

Segundo Bondeson *et al.* (2007),^[27] a repulsão eletros-

fate groups. On the other hand, by using conductimetric titration no surface charge was detected in the *whiskers* obtained from the hydrochloric acid treatment. Using sulfuric acid in cellulose whisker preparation leads to more stable aqueous dispersions, as compared to those resulting from hydrochloric acid treatment.

Tunicate *whiskers* were isolated by van den Berg *et al.* (2007) by using sulfuric and hydrochloric acids^[14]. Similarly to that reported by Araki *et al.* (1998),^[22] nanoparticles with and without surface charge density were obtained by sulfuric and hydrochloric acid hydrolyses, respectively. Nevertheless, using protic solvents, like *m*-cresol and formic acid, allowed a good dispersibility of the isolated tunicate *whiskers*, even of those which did not present any surface charge.

Elazzouzi-Hafraoui *et al.* (2008),^[13] isolated linter *whiskers* in order to study the effect of temperature. 65% sulfuric acid hydrolysis was carried out at four different levels: 45°C, 54°C, 63°C, and 72°C, at fixed reaction time of 30 min. After hydrolysis, the suspension obtained was washed by centrifuging and dialyzed to neutrality with distilled water; dispersed by ultrasonic treatment during 4 minutes and filtered through a cellulose nitrate membrane, with the purpose of eliminating the electrolyte residual. Considering the effect of temperature, these authors found out that a reduction occurred in whisker size as a result of the increase in hydrolysis temperature. On the other hand, no clear correlation was found between the effect of temperature and the whisker diameter.

Dong *et al.* (1998) studied the effect of hydrolysis conditions on the structure of cotton cellulose crystals isolated with sulfuric acid. They reported that the isolated crystal length was reduced, while the surface charge was increased as a function of extending hydrolysis time.^[24]

The effect of reaction time and acid-wood pulp ratio on the properties and behavior of the whisker suspension, obtained by sulfuric acid hydrolysis, was studied by Beck-Candanedo *et al.* (2005),^[16] who, similarly to that found out by Dong *et al.* (1998), observed that shorter *whiskers*, less variable in length, were obtained in longer reaction times. Beck-Candanedo *et al.* (2005)^[16] also found out that an increase in the acid-pulp ratio also leads to *whiskers* with reduced dimensions.

CELLULOSE WHISKER DISPERSIBILITY

The importance of good whisker dispersion, both in suspension and polymeric matrixes, has been reported by several researchers to be a prerequisite to achieve desirable results when applying these nanoparticles as mechanical reinforcement materials.^[14, 25, 26]

According to Bondeson *et al.* (2007),^[27] the electro-

tática dos *whiskers* em suspensão pode ser alcançada por hidrólise com ácido sulfúrico devido à introdução natural de grupos sulfatos sobre a superfície dos *whiskers* durante essa etapa. Por outro lado, van der Berg *et al.* (2007)^[14] reportaram que *whiskers* de celulose sem modificação de superfície apresentam fortes interações entre partículas, com notória dificuldade em serem redispersas em água. Entretanto, estes autores obtiveram para *whiskers* de tunicados isolados com ácido clorídrico, dispersões estáveis com ácido fórmico e com *m*-cresol, sem tratamento superficial.^[14] Segundo esses autores, os solventes citados foram capazes de romper as pontes de hidrogênio formadas entre os agregados dos *whiskers*, alcançando dispersões com birrefringência, apesar de as partículas não apresentarem cargas superficiais. A presença de birrefringência foi considerada por esses autores como critério de boa dispersividade.

Segundo Revol *et al.* (1994), citados por Souza Lima e Borsali,^[1] a isotropia e a anisotropia da dispersão dos *whiskers* de celulose dependem de sua concentração. Dispersões diluídas levam a sistemas isotrópicos em que os cristalitos estão orientados aleatoriamente. Por outro lado, dispersões concentradas levam a sistemas anisotrópicos, em que os cristalitos aparecem como gotas esféricas ou ovais.

Souza Lima e Borsali (2002 e 2004)^[1, 28] estudaram a estabilidade e o ordenamento de suspensões de *whiskers* utilizando espalhamento de luz dinâmico. Numerosos picos na intensidade de espalhamento de luz foram interpretados como interações eletrostáticas repulsivas entre as partículas. Foi também suposto que o arranjo dos *whiskers* seria cilíndrico ou hexagonal. A adição de sal à suspensão conduziu à destruição dos arranjos e à floculação dos *whiskers*. Para esses autores, isso demonstrou a importância da interação eletrostática entre os *whiskers* de celulose para controle da estabilidade e do arranjo conformativo dessas partículas em suspensão conforme predito por Onsager (1949), citado por Samir *et al.* (2005),^[2] em que esse autor estudou a ordem e a desordem orientacional dos *whiskers* de celulose em suspensão.

Alternativas como uso de surfactantes,^[2, 27] uso de dimetilformaldeído^[29] e a pós-sulfonação dos *whiskers* preparados a partir da hidrólise com ácido clorídrico,^[2] têm sido estudadas com o objetivo de melhorar a dispersividade dos *whiskers* em suspensão. Alternativas adicionais com o mesmo objetivo também podem ser citadas: oxidação da superfície,^[30, 31] acilação^[32] e enxertia (*grafting*) com maleato de polipropileno.^[33]

A obtenção de suspensões estáveis de *whiskers* de celulose com dimetilformaldeído foi realizada por Samir *et al.* (2004),^[29] sem a adição de surfactantes ou modificação da superfície, o que permitiu a não utilização de água como solvente. Esses autores concluíram que tal resultado mostra existir a possibilidade de uso de *whiskers* de celulose em

*static repulsion of the whiskers in suspension can be achieved by sulfuric acid hydrolysis due to the natural grafting of sulfate groups onto the whisker surface during this stage. On the other hand, van der Berg et al. (2007)^[14] reported that cellulose whiskers without surface modification presented strong interactions between particles with notorious difficulty to be redispersed in water. However, these authors obtained for tunicate whiskers isolated with hydrochloric acid stable dispersions with formic acid and with *m*-cresol, without surface treatment.^[14] According to the authors, these solvents were able to break up the hydrogen bonds formed between the whisker aggregates, achieving dispersions with birefringency, although the particles did not present any surface charges. The presence of birefringency was considered by these authors as a good dispersibility criterion.*

According to Revol *et al.* (1994), cited by Souza Lima and Borsali,^[1] the isotropy and anisotropy of the cellulose whisker dispersion depend on the respective concentration. Diluted dispersions lead to isotropic systems in which the crystallites are randomly oriented. On the other hand, concentrated dispersions lead to anisotropic systems, in which the crystallites appear as spherical or oval drops.

Souza Lima and Borsali (2002 and 2004)^[1, 28] studied the stability and ordering of whisker suspensions by using dynamic light scattering. Numerous peaks in the light scattering intensity were interpreted as repulsive electrostatic interactions between the particles. The whisker arrangement was also supposed to be cylindrical or hexagonal. The addition of salt to the suspension led to arrangement destruction and whisker flocculation. For these authors, this demonstrated the importance of electrostatic interaction between the cellulose whiskers for the control of stability and conformation arrangement of these particles in suspension, as predicted by Onsager (1949), cited by Samir *et al.* (2005),^[2] where this author studied the orientational order and disorder of the cellulose whiskers in suspension.

Alternatives as the use of surfactants,^[2, 27] use of dimethylformaldehyde,^[29] and the postsulfonation of the whiskers prepared by the hydrochloric acid hydrolysis,^[2] have been studied with the purpose of improving dispersibility of whiskers in suspension. Further alternatives with the same purpose can be also cited: surface oxidation,^[30, 31] acylation,^[32] and grafting with polypropylene maleate.^[33]

Stable cellulose whisker suspensions with dimethylformaldehyde were obtained by Samir *et al.* (2004),^[29] without adding any surfactants or modifying the surface, which allowed not using water as solvent. These authors concluded that this result shows that there is the possibility of using cellulose whiskers in matrixes

matriz com polímeros hidrofóbicos. O uso de surfactantes é o método mais simples para alcançar a estabilidade da dispersão. Entretanto, devido à grande quantidade de surfactante requerida para cobrir a superfície dos nanocristais isolados, esse método pode se tornar economicamente inviável.^[2]

A dispersão dos *whiskers* foi melhorada com a utilização de surfactante aniônico nas dosagens de 5%, 10% e 20% em peso em estudo efetuado por Bondeson e Oksman (2007).^[27] Nanocompósitos biodegradáveis foram preparados pelo processo de extrusão utilizando 5% em peso de *whiskers* de celulose em matriz com ácido polilático. Entre as dosagens estudadas, a concentração de 5% de surfactante apresentou melhores resultados. Embora tenha sido observada degradação nas matrizes, a adição de surfactante contribuiu para o aumento da resistência mecânica dos nanocompósitos quando comparada às matrizes sem surfactantes.

A melhoria na dispersão dos *whiskers* pode ser obtida por oxidação tendo TEMPO-NaCl-NaBr (*NaCl/NaBr/2,2,6,6-tetrametilpiperidina-1-oxil*) como radical controlador resultando em *whiskers* com superfícies altamente carboxiladas, portanto, negativamente carregadas.^[34]

CARACTERIZAÇÃO DOS *WHISKERS* DE CELULOSE

Basicamente, em estudos envolvendo *whiskers* de celulose, a caracterização desses nanomateriais é realizada para avaliação de suas características dimensionais, sua carga de superfície, sua cristalinidade, sua estabilidade da suspensão e avaliação de seu desempenho em matriz polimérica.

A caracterização morfológica dos *whiskers* tanto pode ser realizada em suspensão^[1, 19, 28] quanto em estruturas de matrizes *whiskers*/polímero,^[13, 16, 26] sendo que essas nanopartículas em matrizes também podem ser avaliadas em testes de desempenho.^[12, 35, 36] Comentários sobre a confecção de matrizes ou filmes *whiskers*/polímero serão vistos posteriormente.

Para a caracterização morfológica, as técnicas de espalhamento de luz^[19, 28] e de microscopia^[13, 16, 26] são reportadas na literatura. Os comportamentos estático e dinâmico dos *whiskers* em suspensão também foram avaliados com as técnicas de espalhamento de luz.^[28]

A densidade de carga dos *whiskers* de celulose pode ser realizada com a técnica de titulometria condutimétrica.^[16, 37] Para o parâmetro cristalinidade, a técnica de difratometria de raios-X é a normalmente utilizada.^[2, 17, 18, 38]

Em suspensão, os *whiskers* de celulose apresentam tendência em se alinharem devido a sua elevada rigidez e elevada relação comprimento/diâmetro. Essa tendência causa a birrefringência da dispersão e pode ser visualizada diretamente através de polarizadores.^[14]

Na avaliação de desempenho, as técnicas de calorimetria diferencial exploratória para análise térmica^[12, 35, 36] e de análise dinâmico-mecânica para ensaios de resistência

with hydrophobic polymers. The use of surfactants is the simplest method to achieve dispersion stability. However, due to the large amount of surfactant required to cover the isolated nanocrystal surface, this method may become economically unviable.^[2]

The whisker dispersion was improved by using anionic surfactant in the dosages of 5%, 10%, and 20% in weight, in a study conducted by Bondeson and Oksman (2007).^[27] Biodegradable nanocomposites were prepared by the extrusion process, using 5% in weight of cellulose whiskers in a matrix with polylactic acid. Among the studied dosages, the 5% surfactant concentration presented the best results. Though degrading has been observed in the matrixes, the addition of surfactant contributed to increase the mechanical nanocomposite resistance, as compared to the matrixes without surfactants.

Improvement in whisker dispersion can be obtained by oxidation, having TIME-NaCl-NaBr (*NaCl/NaBr/2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl*) as controlling radical, resulting in whisker surfaces with high content of carboxyl groups, and therefore, negatively charged.^[34]

CELLULOSE WHISKER CHARACTERIZATION

Basically, in studies involving cellulose whiskers, the characterization of these nanomaterials is carried out to evaluate their dimensional characteristics, their surface charge, their crystallinity, their suspension stability, and their performance in a polymeric matrix.

The morphological whisker characterization can be carried out in both suspension^[1, 19, 28] and whiskers/polymer matrix structures,^[13, 16, 26] these nanoparticles in matrixes also allowing evaluation by means of performance tests.^[12, 35, 36] Comments about whiskers/polymer matrix or film preparation will be made later.

For morphological characterization, light scattering^[19, 28] and microscopy techniques^[13, 16, 26] are reported in the literature. The static and dynamic behaviors of the whiskers in suspension were also evaluated by the light scattering techniques.^[28]

Cellulose whisker charge density evaluation can be carried out by the conductimetric titration technique.^[16, 37] For the crystallinity parameter, the X-ray diffractometry technique is that normally used.^[2, 17, 18, 38]

In suspension, cellulose whiskers tend to align, due to their high stiffness and high length/diameter ratio. This tendency causes the dispersion birefringency and can be directly visualized by means of polarizers.^[14]

The differential scanning calorimetry technique for thermal analysis,^[12, 35, 36] and that of dynamic-mechanical analysis for mechanical resistance tests,^[12, 17, 35, 36] are

mecânica [12, 17, 35, 36] são normalmente utilizadas. Por outro lado, a resistência à água é medida através da técnica de ângulo de contato. [12, 17, 35, 36]

As técnicas de laboratório e respectivos parâmetros para caracterização e estado físico da amostra para avaliação dos *whiskers* de celulose encontrados na literatura consultada estão sumarizadas na Tabela 5.

normally used in the performance evaluation. On the other hand, water resistance is measured by means of the angle of contact technique. [12, 17, 35, 36]

The laboratory techniques and respective parameters for characterization and physical state of the sample for evaluation of the cellulose whiskers, found in the consulted literature, are summarized in Table 5.

Tabela 5. Técnicas laboratoriais e respectivos parâmetros para caracterização de *whiskers* de celulose

Table 5. Laboratory techniques and respective parameters for cellulose whisker characterization

Técnica* / Technique*	Parâmetro / Parameter	Estado físico / Physical state	Referência / Reference
DLS / DLS	Avaliação morfológica / Morphological evaluation	Suspensão / Suspension	[19]
TEM, AFM e WAXS TEM, AFM, and WAXS	Dimensões morfológicas: forma e distribuição de tamanho Morphological dimensions: shape and size distribution	Matriz Matrix	[13]
SAXS / SAXS	Avaliação morfológica / Morphological evaluation	Suspensão / Suspension	[13]
AFM / AFM	Distribuição de tamanho Size distribution	Suspensão seca sobre substrato/Matriz Dry suspension on substrate/Matrix	[16]
CP/MAS/NMR CP/MAS/NMR	Presença de regiões cristalinas e amorfas Presence of crystalline and amorphous regions	Matéria prima/Matriz Raw material/Matrix	[2]
FTIR, NMR e difração de raios-X FTIR, NMR and X-ray diffraction	Quantificação celulose nativa, I_{α} e I_{β} Quantification of native cellulose, I_{α} and I_{β}	Matéria prima Raw material	[2]
Difração de raios-X X-ray diffraction	Cristalinidade Crystallinity	Matriz e na suspensão após secagem Matrix and in the suspension after drying	[17], [18]
Titulação condutimétrica Conductimetric titration	Densidade de carga Charge density	Suspensão Suspension	[16, 22]
DLS DLS	Arranjo dos <i>whiskers</i> em dispersão Whisker arrangement in dispersion	Suspensão Suspension	[1, 28]
DLS e WAXS DLS and WAXS	Conformação dos <i>whiskers</i> Whisker conformation	Suspensão e matriz Suspension and matrix	[17]
DLS e SLS DLS and SLS	Comportamento dinâmico e estático da dispersão Dynamic and static behavior of the dispersion	Suspensão Suspension	[1]
Polarizadores / Polarizers	Birrefringência / Birefringency	Suspensão / Suspension	[1, 14]
TEM / TEM	Dispersividade / Dispersibility	Matriz polimérica / Polymeric matrix	[14]
Ângulo de contato Angle of contact	Hidrofobicidade de filmes Film hydrophobicity	Matriz polimérica Polymeric matrix	[12, 17, 35, 36]
DMA DMA	Análise de resistência mecânica Analysis of mechanical resistance	Matriz polimérica Polymeric matrix	[12, 17, 35, 36]
AFM, TEM e SEM AFM, TEM e SEM	Análise estrutural dos <i>whiskers</i> e análise de superfície de filmes Structural analysis of whiskers and analysis of film surface	Matriz polimérica Polymeric matrix	[26]
AFM e XPS AFM and XPS	Avaliação da rugosidade de filmes finos de <i>whiskers</i> e da composição química da superfície, respectivamente. Evaluation of thin whisker film roughness and of the chemical surface composition, respectively.	Matriz polimérica Polymeric matrix	[18]
AFM e SEM AFM and SEM	Uniformidade da superfície de camada/filmes Layer/film surface uniformity	Filme multicamada Multilayer film	[21]
Elipsometria Ellipsometry	Espessura da camada/filme Layer/film thickness	Filme multicamada Multilayer film	[21]
SEM SEM	Distribuição e orientação dos <i>whiskers</i> Whisker distribution and orientation	Matrizes poliméricas Polymeric matrixes	[2, 26]
DSC / DSC	Resistência térmica / Thermal resistance	Matrizes poliméricas / Polymeric matrixes	[12, 35, 36]

*DLS (Dynamic Light Scattering); SLS (Static Light Scattering); TEM (Transmission Electron Microscopy); AFM (Atomic Force Microscopy); WAXS (Wide Angle X-ray Scattering); SAXS (Small Angle X-ray Scattering); CP/MAS/NMR (Cross-Polarization Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy); FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy); DMA (Dynamic Mechanical Analysis); DSC (Differential Scanning Calorimeter); XPS (X-ray Photoelectron Spectroscopy) e SEM (Scanning Electron Microscopy)

MATRIZES WHISKERS/POLÍMEROS

A confecção de matrizes *whiskers*/polímeros é tema de várias linhas de pesquisas. Alguns estudos que utilizaram os *whiskers* de celulose como partículas de alto desempenho podem ser citados: indústria de plástico,^[12, 33] PVC,^[39] em matriz com outros polímeros naturais^[35, 40, 41] e na preparação de filmes finos.^[4, 17, 18, 42]

Na confecção de filmes, a técnica *casting* é normalmente a mais empregada.^[2, 35] Outras técnicas que também foram mencionadas na literatura consultada são: a eletrodeposição do material em superfícies planas;^[43-47] a de deposição em camadas^[21] e a prensagem a quente ou extrusão da mistura.^[2] Boa descrição sobre o procedimento de preparação desses filmes com matriz *whiskers*/polímero utilizando a técnica *casting* pode ser encontrada no trabalho de Samir *et al.* (2005).^[2]

A técnica de deposição de camadas foi descrita com detalhe por Podsiadlo *et al.* (2005).^[21] Esses autores utilizaram a técnica de camada por camada, conhecida na literatura como montagem camada por camada (*Layer-by-layer assembly*). Basicamente, intercalaram camadas de espessuras finas de cloreto de dialil-dimetil-amônio, densidade de carga positiva, com suspensão de *whiskers* de celulose, procedentes de papel de filtro, densidade de carga negativa. Jean *et al.* (2008)^[20] também utilizaram a técnica de montagem em multicamada intercalando *whiskers* de algodão com polímero.

Na elaboração de filmes é importante a compatibilização do meio de dispersão dos *whiskers* com o polímero que será empregado na confecção da matriz. A água é o meio de dispersão mais usual, entretanto seu uso fica restrito às matrizes com polímeros hidrossolúveis. Para contornar essa limitação, Samir *et al.* (2005)^[2] reportaram duas alternativas: (1) uso de polímero que pode ser disperso em água, por exemplo, o látex, permitindo a utilização conjunta com polímeros hidrofóbicos, e (2) dispersão dos *whiskers* em solventes orgânicos. O uso de látex, polímero solúvel em água, como alternativa para utilização conjunta com polímeros hidrofóbicos também foi reportado por Dufresne (2003).^[23]

Com o objetivo de obter superfícies modelo de celulose cristalina I, Edgar e Gray^[18] produziram filmes finos com *whiskers* de celulose de algumas fontes de fibra de polpa: celulose de conífera para dissolução e papel de filtro. Conseguiram baixa rugosidade e superfície densamente revestida com *whiskers* de celulose. Posteriormente, em trabalho realizado por Habibi *et al.* (2007),^[4] filmes modelos foram produzidos com *whiskers* de celulose de rami e de tunicados pela técnica de Langmuir-Blodgett.

AValiação de desempenho dos WHISKERS DE CELULOSE

O efeito das características de superfícies e de dispersão de *whiskers* usados como material de reforço em matriz com polipropileno foi investigado por Ljungberg *et*

WHISKER/POLYMER MATRIXES

The preparation of whisker/polymer matrixes is the theme of several lines of research. Some studies that used cellulose whiskers as high-performance particles can be cited: plastic industry,^[12, 33] PVC,^[39] in matrix with other natural polymers^[35, 40, 41] and in thin film preparation.^[4, 17, 18, 42]

*In film preparation, the casting technique is normally the most used one.^[2, 35] Other techniques that have also been mentioned in the consulted literature are as follows: electrodeposition of the material onto flat surfaces;^[43-47] layer-by-layer assembly^[21] and hot pressing or extrusion of the mixture.^[2] A good description of the procedure for preparing these films with whisker/polymer matrix by using the casting technique can be found in the work by Samir *et al.* (2005).^[2]*

*The layer-by-layer assembly technique was described in detail by Podsiadlo *et al.* (2005).^[21] Basically, they intercalated thin thickness layers of diallyl-dimethyl-ammonium chloride, positive charge density, with suspension of cellulose whiskers, coming from filter paper, negative charge density. Jean *et al.* (2008)^[20] also used the multilayer assembly technique, intercalating cotton whiskers with polymer.*

*When working out films, it is important to make the whisker dispersion medium compatible with the polymer that will be used for matrix preparation. Water is the most usual dispersion medium, but its use is restricted to the matrixes with water-soluble polymers. To bypass this limitation, Samir *et al.* (2005)^[2] reported two alternatives: (1) use of a polymer that can be dispersed in water, as, e.g., latex, allowing joint utilization with hydrophobic polymers, and (2) whisker dispersion in organic solvents. The use of latex, a water-soluble polymer, as an alternative for joint utilization with hydrophobic polymers was also reported by Dufresne (2003).^[23]*

*With the purpose of obtaining model surfaces of crystalline cellulose I, Edgar and Gray (2003)^[18] produced thin films with cellulose whiskers from some pulp fiber sources: softwood pulp for dissolution and filter paper. They achieved low roughness and a densely cellulose whisker coated surface. Later, in a work performed by Habibi *et al.* (2007),^[4] model films were produced with ramie and tunicate cellulose whiskers by the Langmuir-Blodgett technique.*

CELLULOSE WHISKER PERFORMANCE EVALUATION

*The effect of surface and dispersion characteristics of the whiskers used as reinforcement material in a matrix with polypropylene was investigated by Ljungberg *et**

al. (2005)^[33]. Os *whiskers* de tunicados foram utilizados de três alternativas diferentes, com superfícies e características de dispersão variadas: agregados e sem tratamento superficial; agregados com inserção de maleato de polipropileno na superfície; e individualizados e dispersos com surfactante. Os filmes com as duas primeiras alternativas se apresentaram opacos, enquanto que o filme com surfactante se apresentou transparente. Este fato foi explicado por esses autores pela presença de agregados nos dois primeiros e a sua ausência no último, avaliados pela técnica de SEM. Os filmes confeccionados com agregados de *whiskers* apresentaram resistência mais baixa comparando aos *whiskers* individualizados. Esses autores observaram que a qualidade de dispersão dos *whiskers* é um aspecto importante e que afeta a qualidade do filme.

Os três estudos a seguir, relativamente recentes, trataram basicamente da avaliação da concentração de *whiskers* de celulose como compósitos em matriz de reforço com polímero termoplástico,^[12, 35, 36] seguindo a mesma idéia já proposta por Favier et al. (1995).^[41]

Em 2005, Lu et al.^[12] estudaram o efeito da concentração de *whiskers* de linter de algodão em filmes de matriz glicerol-amido plastizado nas características de resistências térmica, mecânica e à água. Concentrações de *whiskers* variando de 0% a 30% foram usadas na confecção dos filmes. Os filmes reforçados com *whiskers* apresentaram as seguintes características: resistência aumentou de 2,5 para 7,8 MPa, e o módulo de Young aumentou de 36 para 301 MPa. Aumento da resistência dos filmes a água também foi observado.

Um ano depois, 2006, Wang et al.^[36] fizeram o mesmo estudo com linter de algodão em filmes com matriz glicerol-proteína de soja termoplástica nas características de resistências térmica, mecânica e à água. Estes autores encontraram que a resistência do filme passou de 5,8 MPa (0% de *whiskers*) para 8,1 MPa (30%). Para o módulo de Young, estes autores encontraram um aumento de 44,7 MPa para 133,2 MPa para as mesmas concentrações. A resistência a água também foi aumentada com o aumento da concentração dos *whiskers* nos filmes.

Recentemente, em 2008, Cao et al.^[35] encontraram tendência semelhante para filmes com *whiskers* de fibras de cânhamo como material de reforço em matriz com amido termoplástico. Os filmes foram confeccionados com o objetivo de avaliar suas propriedades térmicas, de resistência e higroscopicidade. Filmes mais hidrofóbicos, com maior cristalinidade, foram apresentados por aquelas matrizes com maiores concentrações de *whiskers* em sua composição. A resistência aumentou de 3,9 MPa para 11,5 MPa quando o teor de *whiskers* passou de 0% para 30% em peso. Para as mesmas concentrações de *whiskers*, o módulo de Young passou de 31,9 MPa para 823,9 MPa,

(2005)^[33]. The tunicate whiskers were used from three different alternatives, with varied surfaces and dispersion characteristics: aggregates and without surface treatment; aggregates with insertion of polypropylene maleate into the surface, and individualized and dispersed with surfactant. The films of the first two alternatives showed to be opaque, while the film with surfactant showed to be transparent. This fact was explained by these authors by the presence of aggregates in the first two films, and the absence in the last one, evaluated by SEM technique. The films prepared with whisker aggregates presented lower resistance, as compared to the individualized whiskers. These authors observed that the quality of whisker dispersion is an important aspect, which affects the quality of the film.

The three following relatively recent studies basically dealt with the evaluation of the concentration of cellulose whiskers as composites in a reinforcement matrix with thermoplastic polymer,^[12, 35, 36] following the same idea already suggested by Favier et al. (1995).^[41]

In 2005, Lu et al.^[12] have studied the effect of the concentration of cotton linter whiskers in films of plasticized glycerol-starch matrix on the characteristics of thermal, mechanical and water resistance. Concentrations of whiskers ranging from 0% to 30% were used to prepare the films. The whisker reinforced films presented the following characteristics: the resistance increased from 2.5 to 7.8 MPa, and the Young's modulus from 36 to 301 MPa. An increase in film resistance to water was also observed.

One year later, in 2006, Wang et al.^[36] have carried out the same study with cotton linter in films with glycerol-thermoplastic soy protein matrix on the characteristics of thermal, mechanical, and water resistance. These authors found out that the film resistance increased from 5.8 MPa (0% of whiskers) to 8.1 MPa (30%). For the Young's modulus, these authors found an increase from 44.7 MPa to 133.2 MPa for the same concentrations. Water resistance also increased as a function of the increase in concentration of whiskers in the films.

Recently, in 2008, Cao et al.^[35] have come across a similar tendency for films with hemp fiber whiskers as reinforcement material in a matrix with thermoplastic starch. The films were prepared with the purpose of evaluating their thermal properties, as well as those of resistance and hygrosopicity. More hydrophobic films, with higher crystallinity, were presented by those matrixes with higher concentrations of whiskers in their composition. The resistance increased from 3.9 MPa to 11.5 MPa when the whisker content increased from 0% to 30% in weight. For the same concentrations of whiskers, Young's modulus increased from 31.9 MPa to

Tabela 6. Características de filmes de *whiskers* em matrizes poliméricas / **Table 6.** Characteristics of whisker films in polymeric matrixes

Whiskers Fonte <i>Whiskers Source</i>	Matriz polimérica <i>Polymeric matrix</i>	Resistência mecânica, MPa Concentração <i>whiskers</i>, % <i>Mechanical resistance, MPa</i> <i>Concentration of whiskers, %</i>		Módulo de Young, MPa Conc. <i>whiskers</i>, % <i>Young's modulus, MPa</i> <i>Conc. of whiskers, %</i>		Resistência a água <i>Water resistance</i>	Referência <i>Reference</i>
		0%	30%	0%	30%		
Linter <i>Linter</i>	Glicerol-amido plastizado <i>Glycerol plasticized starch</i>	2,5	7,8	36	301	Aumentou <i>Increased</i>	[12]
Linter <i>Linter</i>	Glicerol-proteína plastizada <i>Glycerol plasticized soy protein</i>	5,8	8,1	44,7	133,2	Aumentou <i>Increased</i>	[36]
Cânhamo <i>Hemp</i>	Glicerol-amido termoplástico <i>Glycerol thermoplastic starch</i>	3,9	11,5	31,9	823,9	Aumentou <i>Increased</i>	[35]

respectivamente. A Tabela 6 mostra um resumo dos resultados dos três últimos.^[12, 35, 36]

APLICAÇÃO DOS *WHISKERS* DE CELULOSE

O interesse por nanomateriais não se deve apenas à melhoria das propriedades de desempenho de matrizes, mas também vislumbra o desenvolvimento de novos produtos utilizando-os como material de reforço. Segundo Dufresne (2002),^[25] além das excelentes propriedades mecânicas apresentadas pelos *whiskers* de celulose em relação a outras nanopartículas, a vantagem de apresentarem elevada superfície específica por peso de material os tornam altamente atrativos quando são considerados os fenômenos de interface sólido-líquido.^[23]

O interesse por *whiskers* de celulose vem crescendo nos últimos anos, o que pode ser comprovado pelo aumento do número de trabalhos publicados sobre o assunto. Entretanto, não há ainda uma aplicação industrial desse material. Provavelmente devido à necessidade de contornar certos fatores e aprofundar o conhecimento sobre o seu comportamento. Pontos principais a serem contornados segundo a literatura consultada são:

A celulose é altamente higroscópica, pode inchar e variar suas dimensões, o que poderia afetar as propriedades mecânicas das matrizes contendo esses nanomateriais. Segundo Samir *et al.* (2005),^[2] esse fator pode ser contornado com a hidrofobização dos *whiskers* através do encapsulamento numa matriz de polímero hidrofóbico;

Tendência à aglomeração, o que pode ser contornado com a modificação de sua superfície;

Limitação como material de reforço em matriz com polímero termoplástico, como polietileno, polipropileno, cloreto de polivinila e poliestireno;^[2, 3]

Suspensões aquosas de *whiskers* não são compatíveis com a grande maioria dos polímeros utilizados como matrizes, devido esses polímeros serem insolúveis em água, o que dificulta as interações na formação dos nanocompósitos. Entre as alternativas empregadas para contornar esta situação estão: (1) a utilização de um

823.9 MPa, respectively. Table 6 summarizes the results of the last three studies.^[12, 35, 36]

APPLICATION OF CELLULOSE WHISKERS

The interest in nanomaterials is not only due to the improvement in the performance properties of matrixes, but also contemplates the development of new products, using them as reinforcement material. According to Dufresne (2002),^[25] in addition to the excellent mechanical properties presented by cellulose whiskers, as compared to other nanoparticles, the advantage of presenting high specific surface per material weight render them highly attractive when the solid-liquid interface phenomena are considered.^[23]

The interest in cellulose whiskers has been growing in the last years, which can be demonstrated by the increase in the number of works published on the subject. However, up to now there is no industrial application of this material, probably due to the need to bypass certain factors and deepen the knowledge about its behavior. According to the consulted literature, the main points to be bypassed are as follows:

Cellulose is highly hygroscopic, it may swell and its dimensions may vary, which might affect the mechanical properties of the matrixes containing these nanomaterials. According to Samir *et al.* (2005),^[2] this factor can be bypassed by whisker hydrophobization, by encapsulating them in a matrix of hydrophobic polymer;

Tendency towards agglomeration, which can be bypassed by modifying their surface;

Limitation as reinforcement material in matrixes with thermoplastic polymer, such as polyethylene, polypropylene, polyvinyl chloride, and polystyrene;^[2, 3]

Aqueous whisker suspensions are not compatible with the overwhelming majority of polymers used as matrixes, due to the fact that these polymers are water-insoluble, which makes interactions in nanocomposite formation more difficult. Among the alternatives employed to bypass this situation, the following can be

polímero mediador que permita simultaneamente as interações entre nanopartículas e polímero na matriz; (2) modificação química da superfície dos *whiskers* elevando a sua hidrofobicidade, como, por exemplo, a inserção de cadeias químicas na superfície, procedimento conhecido na literatura como funcionalização de superfície; e (3) a utilização de surfactantes de forma a facilitar a dispersão dos *whiskers* em solventes orgânicos.

Segundo Samir et al. (2005),^[2] os *whiskers* de celulose têm potencial de aplicação industrial. Esses autores citam dois campos de aplicação: (1) para aplicações ópticas em papéis de segurança e (2) para melhoria da resistência mecânica de filmes polieletrólitos de baixa espessura em baterias de lítio. O trabalho de Hubbe e Rojas (2008) cita outras possibilidades de aplicação de *whiskers* de celulose, entre as quais uso no campo da medicina.^[48]

COMENTÁRIOS FINAIS

A literatura consultada permitiu concluir que ainda há caminho a ser trilhado ao considerar a aplicação industrial dos *whiskers* de celulose. Os *whiskers* de celulose têm potencial de aplicação industrial após contornar alguns fatores e apresentam vantagens em relação a outros materiais: não necessitam serem sintetizados; existem na natureza de forma abundante, uma vez que estão em todas as fibras celulósicas, e provêm de fontes renováveis.

O isolamento dessas nanopartículas é realizado por hidrólise com ácidos fortes e ainda em escala de laboratório. Alguns fatores devem ser contornados para uma eventual aplicação industrial.

Existe um potencial de uso em matrizes poliméricas com a finalidade de melhorar propriedades dessas matrizes, especialmente sua resistência mecânica.

Este trabalho é uma compilação das pesquisas recentes sobre *whiskers* de celulose e teve como foco apresentar de forma prática os elementos essenciais referentes à origem, ao isolamento e à caracterização de *whiskers* de celulose como contribuição para pesquisas futuras. ▲

cited: (1) utilization of a mediatory polymer simultaneously allowing interactions between nanoparticles and polymer in the matrix; (2) chemical whisker surface modification, so as to increase their hydrophobicity, as, e.g., grafting of chemical chains into the surface, a procedure known in the literature as surface functionalization; and (3) utilization of surfactants so as to facilitate whisker dispersion in organic solvents.

According to Samir et al. (2005),^[2] cellulose whiskers have the potential for industrial application. These authors cite two fields of application: (1) for optical applications in security papers, and (2) to improve the mechanical resistance of low-thickness polyelectrolyte films in lithium cells. Hubbe and Rojas's work (2008) cites other possibilities of cellulose whisker application, among which their use in medicine.^[48]

FINAL COMMENTS

The consulted literature allowed concluding that there is still a path to tread when considering the industrial application of cellulose whiskers. Cellulose whiskers have the potential for industrial application after bypassing some factors, and present advantages as compared to other materials: it is not necessary to synthesize them; they exist abundantly in nature, since they are in all cellulosic fibers, and come from renewable sources.

The isolation of these nanoparticles is carried out by strong acid hydrolysis, and still on a laboratory scale. Some factors must be bypassed for a contingent industrial application.

There is the potential for use in polymeric matrixes, with the purpose of improving the properties of these matrixes, especially their mechanical resistance.

The present work is a compilation of recent research on cellulose whiskers and is focused on presenting in a practical way the essential elements concerning origin, isolation, and characterization of cellulose whiskers, meant as a contribution to future research. ▲

REFERÊNCIAS / REFERENCES

1. Souza Lima, M.M., Borsali, R. (2004): *Rodlike Cellulose Microcrystals: Structure, Properties, and Applications*. Macromol. Rapid Commun. 25: 771-787.
2. Samir, M.A.S.A., Alloin, F., Dufresne, A. (2005): *Review of Recent Research into Cellulosic Whiskers, Their Properties and Their Application in Nanocomposite Field*. Biomacromolecules. 6: 612-626.
3. Eichhorn, S.J., Baillie, C. A., Zafeiropoulos, N., Mwaikambo, L. Y., Ansell, M. P., Dufresne, A., Entwistle, K. M., Herrera-Franco, G. C., Escamilla, P. J., Groom, L., Hughes, M., Hill, C., Rials, T. G., Wild, P. M., (2001): *Review - Current international research into cellulosic fibres and composites*. Journal of Materials Science. 36: 2107-2131.
4. Habibi, Y., Foulon, L., Aguié-Béghin, V., Molinari, M., Douillard, R. (2007): *Langmuir-Blodgett films of cellulose nanocrystals: Preparation and characterization*. Journal of Colloid and Interface Science. 316: 388-397.
5. Tanem, B.S.T., Oksman, K. *Investigation of the structure of cellulose whiskers and its nanocomposites by TEM, SEM, AFM and X-ray diffraction*. In: 8th Int. Conference on WPC. Madison, May 2005.

6. Klemm, D., Schmauder, H.-P., Heinze, T., ed. *Biopolymers. Cellulose*, ed. E. Vandamme, Beats, S. D., Steinbuechel, A. Vol. 6. 2002, Wiley-VCH: Weinheim. 275-319.
7. Browing, B.L., ed. *The chemistry of cellulose and wood*. ed. Interscience. 1963: New York. 689p.
8. Krässig, H.A., ed. *Cellulose: Structure, Accessibility and Reactivity*. 1993, Gordon and Breach Science Publishers: Yverdon, Switzerland. 376p.
9. Teixeira, E.M., *Utilização de amido de mandioca na preparação de novos materiais termoplásticos*, in *Instituto de Química de São Carlos*. 2007, Universidade de São Paulo: São Carlos. 201p.
10. Dufresne, A., Dupeyre, D., Vignon, M.R. (2000): *Cellulose Microfibrils from Potato Tuber Cells: Processing and Characterization of Starch-Cellulose Microfibril Composites*. Journal of Applied Polymer Science. 76: 2080-2092.
11. Cherian, B.M., Pothan, L. A., Nguyen-Chung, T., Mennig, G., Kottaisamy, M., Thomas, S. (2008): *A Novel Method for the Synthesis of Cellulose Nanofibril Whiskers from Banana Fibers and Characterization*. J. Agric. Food Chem. 56(14).
12. Lu, Y., Weng, L., Cao, X. (2005): *Biocomposites of Plasticized Starch Reinforced with Cellulose Crystallites from Cottonseed Linter*. Macromol. Biosci. 5: 1101-1107.
13. Elazzouzi-Hafraoui, S., Nishiyama, Y., Putaux, J.-L., Heux, L., Dubreuil, F., Rochas, C. (2008): *The Shape and Size Distribution of Crystalline Nanoparticles Prepared by Acid Hydrolysis of Native Cellulose*. Biomacromolecules. 9: 57-65.
14. van den Berg, O., Capadona, J. R., Weder, C. (2007): *Preparation of Homogeneous Dispersions of Tunicate Cellulose Whiskers in Organic Solvents*. Biomacromolecules. 8: 1353-1357.
15. Rosa, M.F., Medeiros, E. S., Malmonge, J. A., Wood, D. F., Mattoso, L. H. C., Orts, W. J., Imam, S.H. *Extração e caracterização de whiskers de fibra de côco*. 2008.
16. Beck-Candanedo, S., Roman, M., Gray, D. G. (2005): *Effect of Reaction Conditions on the Properties and Behavior of Wood Cellulose Nanocrystal Suspensions*. Biomacromolecules. 6: 1048-1054.
17. Habibi, y., Dufresne, A. (2008): *Highly Filled Bionanocomposites from Functionalized Polysaccharide Nanocrystals*. Biomacromolecules. 9: 1974-1980.
18. Edgar, C.D., Gray, D. G. (2003): *Smooth model cellulose I surfaces from nanocrystal suspensions*. Cellulose. 10: 299-306.
19. Braun, B., Dorgan, J.R., Chandler, J.P., *Cellulosic Nanowhiskers. Theory and Application of Light Scattering from Polydisperse Spheroids in the Rayleigh-Gans-Debye Regime*. Biomacromolecules, 2008. 9(4): 1525-1263.
20. Jean, B., Dubreuil, F., Heux, L., Cousin, F., *Structural Details of Cellulose Nanocrystals/Polyelectrolytes Multilayers Probed by Neutron Reflectivity and AFM*. Langmuir, 2008. 24: 3452-3458.
21. Podsiadlo, P., Choi, S.-Y., Shim, B., Lee, J., Cuddihy, M., Kotov, N. A. (2005): *Molecularly Engineered Nanocomposites: Layer-by-Layer Assembly of Cellulose Nanocrystals*. Biomacromolecules. 6: 2914-2918.
22. Araki, J., Wada, M., Kuga, S., Okano, T. (1998): *Flow properties of microcrystalline cellulose suspension prepared by acid treatment of native cellulose*. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 142: 75-82.
23. Dufresne, A. (2003): *Interfacial phenomena in nanocomposites based on polysaccharide nanocrystals*. Composite Interfaces. 10(4-5): 369-387.
24. Dong, X.M., Revol, J.-F., Gray, D. (1998): *Effect of microcrystallite preparation conditions on the formation of colloid crystals of cellulose*. Cellulose. 5: 19-32.
25. Dufresne, A., Paillet, M., Putaux, J. L., Canet, R., Carmona, F., Delhaes, P., Cui, S. (2002): *Processing and characterization of carbon nanotube/poly(styrene-co-butyl acrylate) nanocomposites*. Journal of Materials Science. 37: 3015-3023.
26. Kvien, I., Tanem, B. S., Oksman, K. (2005): *Characterization of Cellulose Whiskers and Their Nanocomposites by Atomic Force and Electron Microscopy*. Biomacromolecules. 6: 3160-3165.

27. Bondeson, D., Oksman, K. (2007): *Dispersion and characteristics of surfactant modified cellulose whiskers nanocomposites*. Composite Interfaces. 14(7-9): 617-630.
28. Souza Lima, M.M., Borsali, R. (2002): *Static and dynamic light scattering from polyelectrolyte microcrystal cellulose*. Langmuir. 18: 992-996.
29. Samir, M.A.S.A., Alloin, F., Sanchez, J.-Y., Kissi, N. E., Dufresne, A. (2004): *Preparation of Cellulose Whiskers Reinforced Nanocomposites from an Organic Medium Suspension*. Macromolecules. 37: 1386-1393.
30. Araki, J., Wada, M., Kuga, S. (2001): *Steric Stabilization of a Cellulose Microcrystal Suspension by Poly(ethylene glycol) Grafting*. Langmuir. 17: 21-27.
31. Isogai, A., Katoakira, Y. (1998): *Preparation of polyuronic acid from cellulose by TEMPO-mediated oxidation*. Cellulose. 5: 153-164.
32. Yuan, H., Nishiyama, Y., Wada, M., Kuga, S. (2006): *Surface Acylation of Cellulose Whiskers by Drying Aqueous Emulsion*. Biomacromolecules. 7: 696-700.
33. Ljungberg, N., Bonini, C., Bortolussi, F., Boisson, C., Heux, L., Cavaille', J. Y. (2005): *New Nanocomposite Materials Reinforced with Cellulose Whiskers in Atactic Polypropylene: Effect of Surface and Dispersion Characteristics*. Biomacromolecules. 6: 2732-2739.
34. Saito, T., Nishiyama, Y., Putaux, J.-L., Vignon, M., Isogai, A. (2006): *Homogeneous Suspensions of Individualized Microfibrils from TEMPO-Catalyzed Oxidation of Native Cellulose*. Biomacromolecules. 7(6): 1687-1691.
35. Cao, X., Chen, Y., Chang, P. R., Stumborg, M., Huneault, M. A. (2008): *Green Composites Reinforced with Hemp Nanocrystals in Plasticized Starch*. Journal of Applied Polymer Science. 109: 3804-3810.
36. Wang, Y., Cao, X., Zhang, L. (2006): *Effects of Cellulose Whiskers on Properties of Soy Protein Thermoplastics*. Macromol. Biosci. 6: 524-531.
37. Dong, X.M., Kimura, T., Revol, J.-F., Gray, D. G. (1996): *Effects of Ionic Strength on the Isotropic-Chiral Nematic Phase Transition of Suspensions of Cellulose Crystallites*. Langmuir. 12: 2076-2082.
38. Conners, T.E., Banerjee, S., ed. *Surface analysis of paper*. 1995. 346p.
39. Chazeau, L., Cavallé, J. Y., Perez, J. (2000): *Plasticized PVC Reinforced with Cellulose Whiskers. II. Plastic Behavior*. Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physics. 38: 383-392.
40. Cao, X., Dong, H., Li, C. M. (2007): *New Nanocomposite Materials Reinforced with Flax Cellulose Nanocrystals in Waterborne Polyurethane*. Biomacromolecules. 8: 899-904.
41. Favier, V., Chanzy, H., Cavaille, J.Y. (1995): *Polymer Nanocomposites Reinforced by Cellulose Whiskers*. Macromolecules. 28: 6365-6367.
42. Hoeger, I., Habibi, Y., Kelley, S., Rojas, O., *Langmuir-Schaffer thin films of cellulose nanocrystals and their interfacial behavior*, In *The 237th ACS National Meeting*: Salt Lake City, UT. April 2009.
43. Cao, X., Vicens, M., Magalhaes, W., Lobo, E. Lucia, L. *Cellulose nanocrystals as fillers for electrospun PCL nanocomposite scaffolds*. In *The 237th ACS National Meeting*. Salt Lake City, UT. April 2009.
44. Magalhaes, W., Cao, X., Lucia, L. *Micrometer and submicrometer fibers from co-electrospinning technique*. In *The 237th ACS National Meeting*. Salt Lake City, UT. April 2009.
45. Peresin, M.S., Zoppe, J., Habibi, Y., Rojas, O. *Electrospun nanocomposites of cellulose nanocrystals in poly(caprolactone) and poly(vinyl alcohol) for various applications*. In *The 237th ACS National Meeting*. Salt Lake City, UT. April 2009.
46. Zoppe, J., Habibi, Y., Efimenko, K., Genzer, J., Rojas, O. *ATRP modification of nanocellulose substrates*. In *The 237th ACS National Meeting*. Salt Lake City, UT. April 2009.
47. Zoppe, J., Peresin, M. S., Habibi, Y., Rojas, O. *Nanocomposites of cellulose nanocrystals produced by electrospinning and their applications*. In *The 237th ACS National Meeting*. Salt Lake City, UT. April 2009.
48. Hubbe, M.A., Rojas, O. J., Lucia, L. A., Sain, M. (2008): *Cellulosic Nanocomposites: A review*. Bioresources. 3(3): 929-980.

Impacto da qualidade da madeira de eucalipto no desempenho financeiro de um modelo de fábrica brasileira de celulose

Influence of eucalyptus wood properties on the financial performance of a modeled Brazilian pulp mill

Autores/Authors*: Juan Lopez¹

José Lívio Gomide²

Richard Phillips³

Palavras-chave: celulose de mercado, clones, economia, *Eucalyptus*, plantações

Keywords: Clones, economics, eucalyptus, market pulp, plantations

RESUMO

Um vasto conjunto de informações sobre propriedades das madeiras e de polpação de dez clones de *Eucalyptus*, desenvolvidos e caracterizados no Brasil (GOMIDE, 2005), serviu de base para desenvolver um modelo técnico e econômico de uma “Floresta e Fábrica de Celulose Hipotéticas de *Eucalyptus* no Ano 2000”, com capacidade de produção de 1 milhão de toneladas de celulose por ano. Além do modelo simulado de uma fábrica de celulose, foi construído um modelo de uma floresta adjacente, de maneira que se pôde estabelecer um “preço de transferência” apropriado da madeira para a fábrica, com base no conceito de taxa de desconto de 12% para os investimentos feitos na floresta e na fábrica.

O Valor Presente Líquido (VPL) do complexo integrado pela floresta e fábrica foi significativamente influenciado pelo Incremento Médio Anual da floresta (IMA: m³/ha/ano), teor de lignina na madeira e densidade básica da madeira (tonelada seca/m³). Foi detectada uma diferença de VPL superior a 200 milhões de dólares entre o “melhor” e o “pior” dos dez clones, dependendo da restrição de produção (gargalo) da fábrica. Foram analisadas, para cada um dos dez clones, três situações de restrição da produção potencial da fábrica, a fim de determinar como os gargalos de produção da fábrica poderiam ser

ABSTRACT

Extensive literature information on wood and pulping properties of ten actual *Eucalyptus* clones developed and characterized in Brazil (GOMIDE, 2005) was used to prepare a technical and economic model of a hypothetical “Year 2000 *Eucalyptus* Plantation and Adjacent Pulp Mill” of nominal 1 million air dry metric tons per year capacity. In addition to the pulp mill simulation model, a plantation model of an adjacent forest was built, so that a proper “transfer price” of wood to the mill could be established, based on financial evaluation at equal 12% discount rate for both the forest and mill investments.

The Net Present Value (NPV) of the integrated forest–mill complex was significantly influenced by eucalyptus growth rate (cubic meters per hectare per year), lignin content in wood, and wood density (bone dry tonne of wood per cubic meter). Greater than US\$200 million of NPV difference was detected between the “best” and the “worst” of the ten clones, depending on the mill production bottleneck. Three mill potential production con-

*Referências dos Autores / Authors' references:

1. CAMCORE (Central American & Mexico Conifers Research), Universidade do Estado da Carolina do Norte, Raleigh, NC, USA
CAMCORE (Central American & Mexico Conifers Research), North Carolina State University, Raleigh, NC, USA
2. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil
Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil
3. Universidade do Estado da Carolina do Norte, Departamento da Madeira e Papel, Raleigh, NC, USA - E-mail: richard_phillips@ncsu.edu
North Carolina State University, Department of Wood and Paper, Raleigh, NC, USA - E-mail: richard_phillips@ncsu.edu

afetados pelas propriedades físicas ou químicas das madeiras. Foi verificado que: (1) limitações de capacidade da caldeira de recuperação favoreceram clones com baixo teor de lignina; (2) limitações da capacidade de alimentação volumétrica do digestor favoreceram clones com alta densidade da madeira; (3) limitações da capacidade da máquina de secagem da celulose favoreceram clones de alta produtividade florestal. Nos últimos anos, fornecedores de fábricas de celulose ampliaram a capacidade de projetos mais antigos, indicando que a pesquisa de melhoramento clonal de *Eucalyptus* deveria focalizar primeiramente a produtividade florestal, em segundo plano a densidade da madeira e, por último, o teor de lignina.

INTRODUÇÃO

Gomide *et al.* (2005) caracterizaram as propriedades das madeiras e das celuloses não-branqueadas de dez clones de eucalipto, provenientes das maiores fábricas brasileiras de celulose, e considerados como um dos melhores clones de cada empresa. Foi fornecido pelos produtores de celulose o Incremento Médio Anual da floresta clonal, expresso em metros cúbicos de madeira por hectare por ano (IMA: m³/ha/ano). A caracterização foi ampla, proporcionando informações detalhadas sobre a composição química das madeiras e das polpas kraft, rendimentos em celulose não-branqueada e densidades básicas das madeiras.

O presente estudo foi fortemente baseado nessa publicação de Gomide para obtenção de dados que foram utilizados como informações para uma fábrica hipotética de celulose, integrada à floresta, com o objetivo de analisar como a constituição química da madeira, o rendimento de polpação e o crescimento da floresta influenciam no retorno do investimento financeiro, em diferentes condições de restrições (gargalos) da fábrica.

Propriedades dos clones

Na Tabela 1 são apresentados os dados básicos das madeiras e dos rendimentos em celulose e nas Figuras 1 a 3 os dez clones foram classificados em ordem de “melhor” a “pior” em relação aos desenvolvimentos volumétricos das florestas, teores de lignina e densidades básicas das madeiras.

straints were analyzed for each of the ten clones to determine how mill bottlenecks might be impacted by the woods physical or chemical properties: (1) recovery boiler capacity limitations favored clones with low lignin; (2) volumetric feed capacity limitations favored clones with high wood density; (3) pulp drying capacity limitations favored clones with high forest productivity. In recent years, pulp mill suppliers have developed capability to overcome older design limitations, which means that eucalyptus clonal research should focus principally on forest productivity, secondarily on wood density, and lastly on lignin content.

INTRODUCTION

Gomide *et al.* (2005) characterized the wood and unbleached pulp properties of ten eucalyptus clones which had been submitted for testing by Brazilian pulp mills as being one of their best clones. In addition, growth rate expressed as cubic meters per hectare per year (Mean Annual Increment, MAI, m³/ha/year) was supplied by the pulp producers. The characterization was extensive, providing a wealth of data on compositional analysis of woods and pulps, unbleached pulp yields and wood density.

This study relied extensively on the Gomide publication for data to input to an integrated forest-pulp manufacturing facility and determine how the wood composition and growth rate influence the financial investment return under a variety of mill constraints.

Clones properties

Table 1 displays the basic wood and pulp yield data, while Figures 1-3 array each of the ten clones in order of “best” to “worst” with respect to forest growth, chemical composition, and physical density.

Tabela 1. Características tecnológicas dos clones A-J de *Eucalyptus (fonte: Gomide *et al.*, 2005)**

Table 1. Properties of *Eucalyptus* clones A-J* (source: Gomide *et al.*, 2005)

Clones / Clones	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Média Average
IMA, m ³ /ha/ano MAI, m ³ /ha/yr	52.90	46.00	47.00	45.40	33.90	40.00	43.90	39.50	46.10	50.00	44.47
Lignina, % % Lignin	30.5	27.5	30.6	28.2	30.1	27.5	29.2	31.7	27.8	29.9	29.3
Densidade, ton/m ³ Density, ton/m ³	0.510	0.465	0.482	0.472	0.486	0.505	0.503	0.482	0.490	0.501	0.490
Rendimento, % Pulp yield, %	47.5	54.7	50.7	52.6	48.1	51.7	49.5	46.6	51.5	48.5	50.1

*Rendimentos calculados para polpa branqueada. Dados em cinza representam valores que foram melhores que a média para o conjunto / *Pulp yields were calculated by standard pulping models. Cells shaded gray have values that are better with respect to financial value than the average for the set

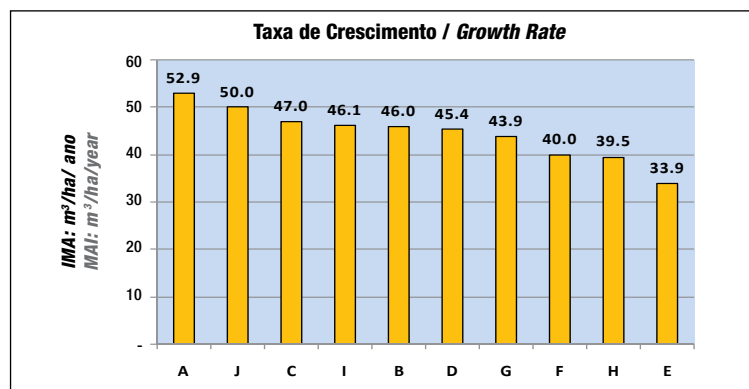


Figura 1. Incremento médio anual (IMA: m³/ha/ ano) dos dez clones de *Eucalyptus* (fonte: Gomide) / **Figure 1.** Volumetric growth rate (MAI: m³/ha/year) of the ten *Eucalyptus* clones (source: Gomide)

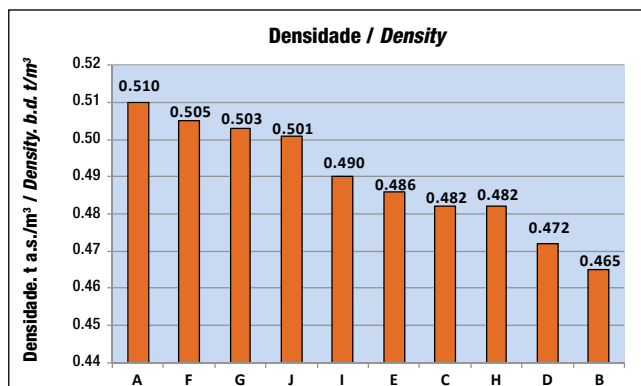


Figura 2. Densidades básicas das madeiras de *Eucalyptus* (fonte: Gomide) / **Figure 2.** Basic density of *Eucalyptus* wood (source: Gomide)

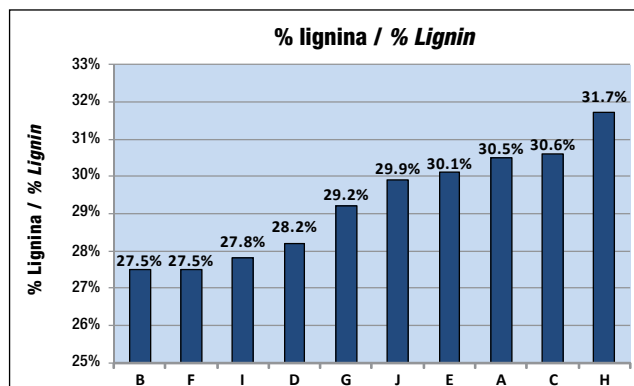


Figura 3. Teores de lignina dos clones de *Eucalyptus* (fonte: Gomide) / **Figure 3.** Lignin content in *Eucalyptus* clones (source: Gomide)

Na Figura 1 pode ser observado que os clones A e J caracterizaram-se pelas melhores taxas de crescimento, enquanto o clone E apresentou uma taxa de crescimento 30% inferior. Na Figura 2 é mostrada a densidade básica de cada madeira que, ao ser multiplicada pelo crescimento florestal (m³/ha/ano), determina a produtividade em madeira seca, que é a característica econômica mais importante. Novamente, o clone A foi o “melhor”, juntamente com o clone F. O clone B foi o de menor densidade da madeira, mas apresentou o rendimento em celulose mais elevado, como mostrado na Tabela 1. Como o produto final é a celulose totalmente branqueada, é de grande importância considerar o teor de lignina apresentado na Figura 3. Nessa Figura pode ser observado que os clones B e F (clones de crescimento mais lento) foram melhores, enquanto o clone H (também de crescimento lento) apresentou o teor mais elevado de lignina. O clone I foi o único que apresentou as três importantes características acima da média de todos os clones (Tabela 1). De um modo geral, os clones apresentaram uma mistura de características “melhores” e “piores”, tornando inviável a predição de superioridade financeira sem que seja realizada uma análise financeira do complexo floresta-fábrica de celulose totalmente integrado, tal como proporciona o presente estudo.

Clones A and J featured superior volumetric growth rate (Figure 1), while E had 30% lower growth rate. Figure 2 takes into account the wood density, which, when multiplied by growth (m³/ha/year), determines dry matter growth rate, the more important economic characteristic. Once again clone A was the “best”, along with clone F. Clone B was least dense, but had the highest pulp yield (Table 1). Since the final product is fully bleached pulp, wood lignin content (Figure 3) is critical to consider. Clones B and F (slow growth rate clones) were superior, while H (also slow-growing) contained the highest lignin content. Clone I was the single variety where all three of the main characteristics were actually above the average for all clones (Table 1). Overall, each clone had some mixture of characteristic, making prediction of financial superiority impossible without undertaking a totally integrated forest-pulp mill financial analysis as provided in the present study.

Forças propulsoras financeiras para a rentabilidade da fábrica de celulose

O custo da madeira é uma vantagem econômica primordial para os produtores brasileiros de celulose, respondendo por cerca de 50% do custo de fabricação da celulose, como mostrado na Tabela 2 para o clone F. Nessa Tabela, o custo de produção inclui custos diretos (menos frete) e custos indiretos (menos depreciação). O custo da fibra foi baseado no preço da madeira transferida da floresta, de modo a proporcionar uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 12% sobre o investimento na floresta. O rápido crescimento das florestas brasileiras de eucaliptos, proporcionado pelo solo e clima favoráveis, permite que sejam estabelecidas plantações da ordem de 100.000 a 200.000 hectares e, ainda, a uma distância econômica de transporte de 150 a 200 km em relação à fábrica.

As tecnologias para a preparação da madeira, polpação, branqueamento, recuperação de produtos químicos e acabamento do produto final atingiram uma escala em que fábricas da ordem de 1 milhão de toneladas por ano já eram disponíveis no ano 2000. Esta elevada escala de produção resultou em alta eficiência do capital, normalmente expressa como custo do capital por tonelada anual de produção. A combinação desses fatores e, em menor grau, as vantagens em termos de custo de mão de obra e de energia proporcionaram o rápido crescimento da indústria brasileira de celulose de eucalipto.

Financial driving forces for pulp mill profitability

Wood cost is a major economic advantage for Brazilian pulp producers but still it accounts for close to 50% of the cash manufacturing cost, as can be seen in Table 2, which applies only to clone F. In Table 2, cash cost at the mill includes indirect cost (less depreciation), and fiber cost is based on the price of wood transferred from the forest that allows a 12% Internal Rate of Return (IRR) on the forest investment. The advantageous growth rates due to Brazilian soil and climate allows plantations on the order of 100,000 to 200,000 hectares to be established to supply 1million ton/year pulp mill, yet remaining within an economical 150-200 kilometers delivery distance.

Finally, technology for wood preparation, pulping, bleaching, chemical recovery and pulp product finishing has reached a scale where mills on the order of 1 million admt/year were available in the year 2000 timeframe. This leads to highly proficient capital efficiency, frequently expressed as capital cost per annual ton of production. The above combination of factors, and, to a lesser extent, labor and energy cost advantages, has led to the rapid growth of the Brazilian Eucalyptus pulp industry.

Tabela 2. Custos de produção modelados para o clone F baseados nas propriedades da madeira e no crescimento florestal

Table 2. Clone F modeled manufacturing cost analysis based on wood properties and forest growth

Produção anual, em toneladas / Finished tons per year	1.000.000
Custo final por tonelada, US\$ / Cost per finished ton, US\$	388
Custo direto, US\$ / Direct cost, US\$	264
Frete, US\$ / Freight, US\$	106
Fibra, US\$ / Fiber, US\$	116
Produtos químicos, US\$ / Chemicals, US\$	26
Energia, US\$ / Energy, US\$	13
Materiais de acabamento, US\$ / Finishing materials, US\$	4
Custo indireto, US\$ / Indirect cost, US\$	124
Manutenção, US\$ / Maintenance, US\$	14
Mão de Obra (excluindo reparos), US\$ / Labor (excluding repair), US\$	7
Materiais de operação, US\$ / Operating materials, US\$	8
Outros custos fixos da fábrica, US\$ / Other mill fixed cost, US\$	13
Custo em espécie na fábrica, US\$ / Cash cost at the mill, US\$	201

OBJETIVO DO ESTUDO

O objetivo deste estudo foi determinar como as propriedades de dez clones de eucalipto influenciavam a atratividade financeira de investimento numa fábrica de celulose. Foi, ainda, analisado o valor econômico de melhorar as principais propriedades dos clones de eucalipto, uma vez que elas poderiam afetar as vantagens financeiras de um investimento integrado floresta-fábrica.

DESCRIÇÃO DO MODELO E METODOLOGIA

Neste estudo foram considerados três cenários de restrições de produção (gargalos) numa fábrica de celulose, a saber: (1) Capacidade da caldeira de recuperação, (2) Capacidade de alimentação dos cavacos no digestor e (3) Capacidade da secadora de celulose. Para cada um dos três diferentes cenários de restrição da produção, as propriedades de cada um dos dez clones foram incluídas num Modelo de Avaliação Técnica e Econômica derivado de um modelo genérico de fábrica de celulose e papel (TAEM) desenvolvido na North Carolina State University, USA. Foram determinados os resultados financeiros, expressos em Valor Presente Líquido, utilizando uma taxa de 12% para descontar todos os fluxos de caixa (inclusive investimento em terras) retroativos ao ano 2000, estabelecido como o ano do início de produção da fábrica. Uma vez que a taxa de desconto para investimentos pode ser uma questão de escolha foi, também, calculada a Taxa Interna de Retorno.

Modelo Técnico-Econômico de Simulação (TAEM) de uma fábrica de celulose e papel

Um modelo de simulação financeira e de operação de uma fábrica de celulose e papel (descrito mais detalhadamente na Tabela A1 do Apêndice) foi usado para determinar os impactos das propriedades das madeiras nos principais parâmetros de desempenho financeiro. Em resumo, o modelo foi baseado em amplo e criterioso exame de relatórios publicados sobre investimentos em fábricas de celulose durante vários anos, permitindo uma estimativa de custo do capital em cada setor da fábrica, em função da escala de produção e do ano de início de operação.

O modelo requer que o usuário estabeleça, ou calcule retroativamente, a taxa de produção para o ano de 2007. O usuário deve fazer a seleção do produto, das características tecnológica do processo, da pressão de vapor, da configuração da instalação geradora de energia e do quadro de pessoal e remuneração. A depreciação anual é rastreada ano a ano e outros custos indiretos são estimados com base nos dados alimentados pelo usuário sobre categoria de manutenção e complexidade da fábrica. Os custos unitários de mão de obra e matéria-prima, específicos da região, são alimentados com base nos custos reais do ano 2007 e indexados retroativamente até o ano de início de operação e para o futuro, por um período de até 20 anos.

Os resultados financeiros anuais incluem o custo por tonelada, a rentabilidade, o fluxo de caixa, o Valor Presente

OBJECTIVE OF THE STUDY

The aim of this paper was to determine how the variation in properties of ten hybrids of eucalyptus clones influences the financial attraction of a pulp mill investment. The objective was also to determine the economic value of improving the main properties of eucalyptus clones as they impact the financial attraction of an integrated forest-pulp mill investment.

MODEL AND METHODOLOGY DESCRIPTION

For each three production constraint scenarios, the experimental properties of each of the ten clones were input to a Technical and Economic Evaluation Model derived from a generic pulp and paper mill model developed at North Carolina State University. Financial results expressed as Net Present Value were determined using a 12% rate to discount all cash flows (including land investment) back to year 2000 considered as the year production commenced. Since discount rate for investments can be a matter of judgment, internal rate of return was also calculated.

Technical and Economic Simulation Model (TAEM) of a pulp and paper mill

The pulp and paper operating and financial simulation model (described in more detail in Appendix Table A1) was used to determine the major financial performance parameters as impacted by wood properties. In brief, the model is based on extensive review of published mill investment reports over many years, and allows estimation of the capital cost, by each mill department, as a function of scale and startup year.

The model requires the user to set, or alternatively back calculate, production rate for 2007. Selection is made by the user of the product, process technology features, power plant steam pressure and configuration, along with staffing levels and compensation. Annual depreciation is tracked year-by-year and other indirect costs are estimated based on the user input of class of maintenance and mill complexity. Region-specific labor and raw material unit costs are input based on 2007 actual costs, and indexed back to startup year and forward as many as 20 years.

Annual financial outputs include cost per ton, profitability, free cash flow, investment Net

Líquido do investimento (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Neste estudo, para calcular o VPL foi adotada uma taxa de desconto de 12%.

Cenários de restrições da produção

As propriedades das madeiras e das celuloses foram alimentadas no Modelo Técnico e Econômico (TAEM) para prever resultados de processo nas condições dos três cenários mais comuns de gargalos de produção de fábricas. No ano 2000, as fábricas de celulose brasileiras estavam pressionando os limites dos fornecedores no sentido de projetar grandes fábricas de celulose de uma única linha de produção em três áreas principais:

1- Cenário 1: Capacidade da Caldeira de Recuperação.

A capacidade da caldeira de recuperação, expressa em GJ/m², pode ser restringida pela liberação de calor da fornalha (capacidade de combustão de materiais orgânicos injetados com teor de sólidos do licor negro - SLN de 75%-80%), pelo teor total de sólidos secos (toneladas de SLN por hora) ou pelo fluxo de vapor proveniente do tambor de vapor que separa água na fase líquida da fase de vapor. Neste estudo, foi estabelecido que o fluxo de sólidos, por tonelada de celulose, fosse fator limitante para todos os clones.

Cenário 2: Capacidade Volumétrica de Alimentação de Cavacos no Digestor. Um alimentador contínuo do digestor é um dispositivo volumétrico e, portanto, a capacidade é estabelecida pelo número de rotações por minuto vezes o volume de cavacos alimentado por rotação. Isto, por sua vez, é determinado pela densidade da madeira. Neste estudo, foi estabelecido que a densidade básica da madeira (t seca/m³) fosse o gargalo da produção para todos os clones.

Cenário 3: Capacidade da Secadora de Celulose. Embora atualmente não seja um problema, os projetos do ano 2000 ampliaram o fluxo de massa de celulose, a drenagem da tela, a prensagem e a capacidade de secagem para que atingissem a produção anual de 1 milhão de toneladas seca ao ar (teor de umidade de 10%). Foi pressuposto, nesse cenário 3, que a produção fosse fixa nesse nível para todos os clones.

Modelo florestal

As principais pressuposições em que se baseia o Modelo Florestal estão apresentadas na Tabela A2 do Apêndice e são sucintamente discutidas a seguir. Os principais conceitos são que os produtores brasileiros de celulose tipicamente compram terra e iniciam o plantio de florestas 8 a 10 anos antes do início de operação da fábrica, e que a floresta não tem outro valor a não ser o de fornecer madeira para a fábrica que será construída posteriormente. A madeira é, então, transferida para a fábrica de celulose a um preço que restitui o preço da compra da terra e de todos os custos de implantação dos

Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (IRR). A discount rate of 12% was used to calculate NPV.

Product constraints scenarios

The Gomide's wood and pulp compositional properties were input to the TAEM to drive process outputs under the three most common scenarios for mill production bottlenecks. In year 2000, Brazilian pulp mills were stretching the limits of suppliers to design single line pulp in three main areas:

1- Scenario 1: Recovery Boiler Capacity. Recovery boiler capacity can be constrained by hearth heat release, expressed as GJ per m² hearth cross-sectional area (ability to combust organic materials fired at 75%-80% black liquor solids (BLS) content, total dry solids content (tons BLS per hour), or steam flow (tons per hour) from steam drum that separates water from the liquid to the vapor phase. Scenario 1 assumes that black liquor solids flow per admt of production is the limiting factor for all clones.

2- Scenario 2: Digester Chip Feed Volumetric Capacity. A continuous digester feeder is a volumetric device and, therefore, the capacity is set by revolutions per minute x volume of chips fed per revolution. This in turn is dictated by the wood density. Scenario 2 assumes the wood density (dry t wood per m³) is a production bottleneck for all clones.

3- Scenario 3: Pulp Dryer Capacity. While not presently an issue, year 2000 designs were stretched to provide the pulp stock flow delivery, wire drainage, pressing, and drying capacity to achieve on the order of 1 million admt pulp at 10% moisture content. Scenario 3 assumes that production is fixed at that level for all clones.

Forest model

The main assumptions driving the Forest Model are presented in Appendix Table A2, and briefly discussed here. The main concept is that Brazilian pulp producers typically purchase land and begin development of plantations 8-10 years in advance of a planned mill startup, and in reality that forest has no economic value other than to supply wood for the mill that will be built later. Wood, then, must be transferred to the pulp mill at a price that pays back the land purchase and all

plantios a uma Taxa de Retorno idêntica à Taxa de Desconto estabelecida para o investimento da fábrica. Procedimento diferente resulta numa situação em que a floresta subsidia o investimento da fábrica. O investimento global do complexo floresta-fábrica poderia ser analisado como um empreendimento econômico integrado único. Entretanto, mantê-los separados possibilita estabelecer como as propriedades e taxas de crescimento dos clones impactam o preço de transferência da madeira da floresta para a fábrica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Impacto das propriedades dos clones nos retornos dos investimentos

Nas Figuras 4 a 6 são apresentados os resultados obtidos a partir do modelo, correspondentes às propriedades do clone F, onde cada propriedade foi ampliada em +/-10% em relação ao valor real (ponto zero) determinado por Gomide *et al.* (2005). Nessas Figuras, os extremos de +/-10% dos teores de lignina correspondem aos resultados calculados para polpação. Os resultados +/-10% para densidade e IMA foram determinados em simulações do Modelo Florestal.

plantation development costs at an Internal Rate of Return that is identical to the Discount Rate set for the mill investment (to do otherwise results in a situation where the forest subsidizes the mill investment). The entire forest-mill investment could be analyzed as a single integrated economic enterprise, but the value of keeping them separate is gain understanding of how the clone properties and growth rates impact the transfer price.

RESULTS AND DISCUSSION

How clone properties impact investment returns

In Figures 4-6 are presented the modeled results using clone F properties input to the model, with each property changed to +/-10% around the actual Gomide's result, and illustrate the principal findings of this study as discussed below. In these Figures the zero point is based on the clone F properties from Gomide's, while +/- extremes for lignin contents are based on calculated pulping results. The +/-10% results for density and MAI are based on Forest Model simulations.

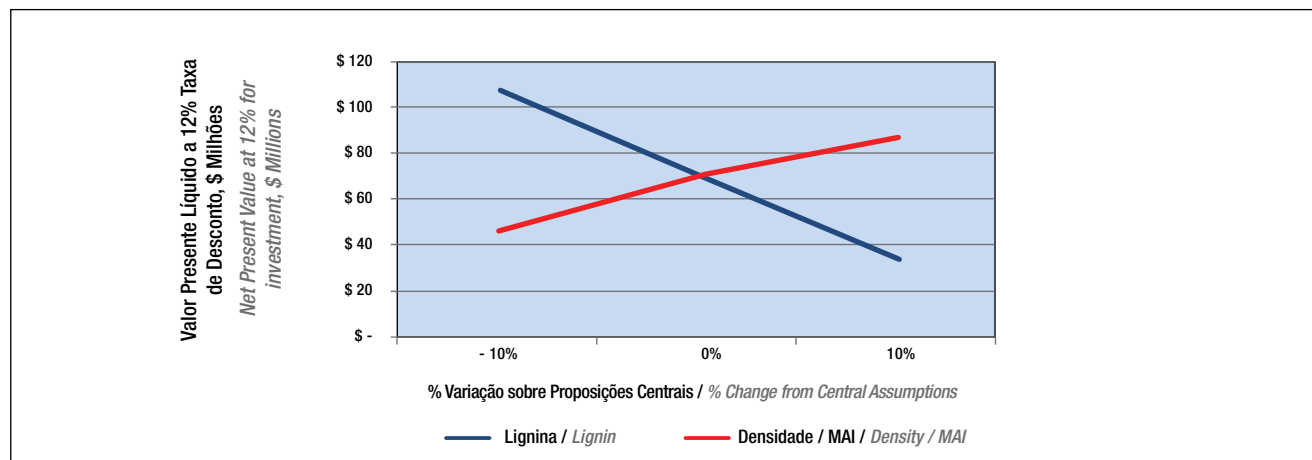


Figura 4. Valor presente líquido na taxa de desconto de 12% para o clone F (restrição da caldeira de recuperação) / **Figure 4.** Net present value at 12% discount rate of clone F (recovery boiler constraint)

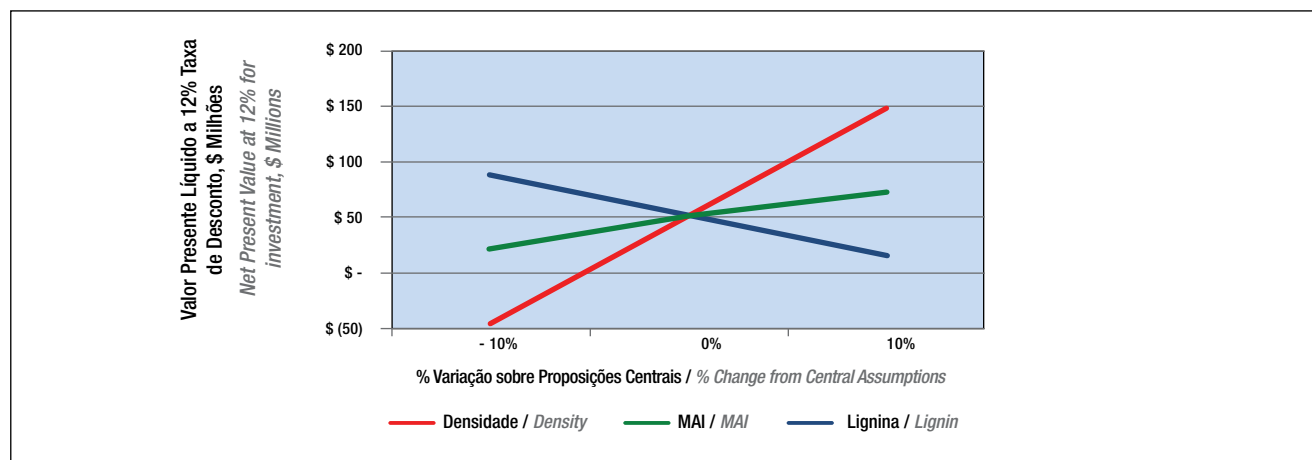


Figura 5. Valor presente líquido na taxa de desconto de 12% para o clone F (restrição da taxa de alimentação volumétrica) / **Figure 5.** Net present value for 12% discount rate of clone F (volumetric feed rate constraint)

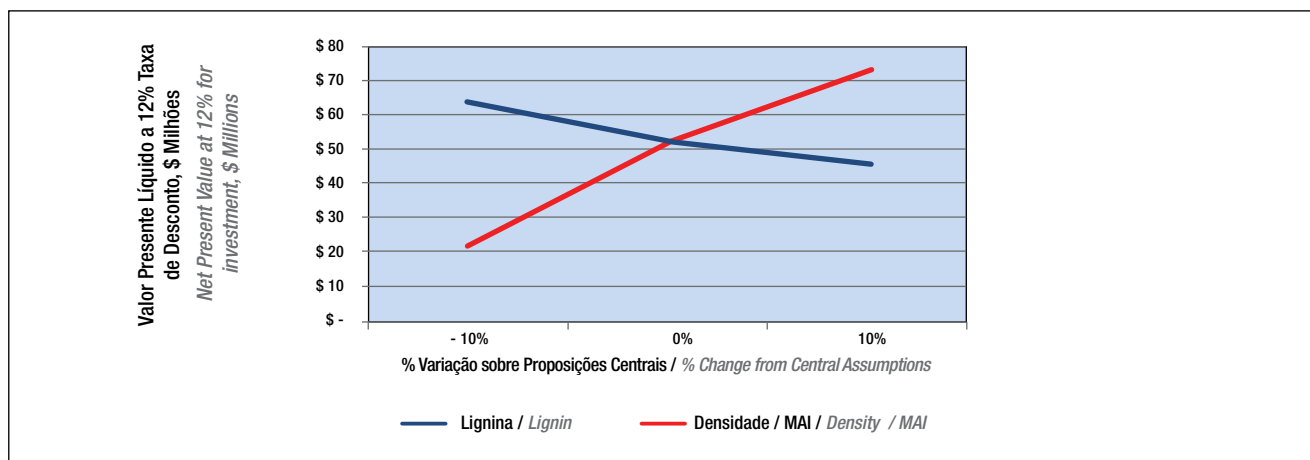


Figura 6. Valor presente líquido na taxa de desconto de 12% para o clone F (restrição da secadora de celulose para produzir 1 milhão t s.a./ano)
Figure 6. Net present value for 12% discount rate of clone F (pulp dryer constrained to produce 1 million admt pulp per year)

As Figuras 4 a 6 mostram claramente as principais observações deste estudo:

Em condições de restrição da caldeira de recuperação, o teor de lignina apresentou 1,7x o efeito da densidade da madeira ou do IMA, que foram iguais. Embora esta tendência não seja surpreendente, a magnitude relativamente pequena da influência da lignina demonstra a importância das outras propriedades da madeira.

Sob condições de constrangimento da alimentação volumétrica de madeira, a densidade da madeira teve um efeito 2,5x o impacto do teor de lignina e 3,3x o impacto de IMA.

Sob condições de restrição da capacidade de secagem da celulose, em que foi estabelecido que todos os modelos produziam 1 milhão de toneladas de celulose/ano, o custo de fabricação foi o principal fator propulsor. O IMA e a densidade foram idênticos, exercendo 1,5 vezes o efeito do teor de lignina.

A compreensão destas influências num único clone facilita a interpretação do valor financeiro dos dez diferentes clones, que apresentaram uma ampla variação de propriedades com relação às três características principais, e de como essas características afetaram os resultados nos três cenários de restrição da produção.

Produção de celulose

Na Figura 7 são mostradas as taxas de produção anual para todos os clones nos três cenários de restrição de produção. Considerando os pressupostos para essas análises, bem como a importância da geração de receita para obter rentabilidade, a primeira consideração é para a taxa de produção anual. O cenário de produção constante de celulose é o mais fácil de analisar, uma vez que a produção foi fixada em 1 milhão de toneladas s.a./ano. Todos os clones atingiram esse nível ainda que, obviamente, com diferentes custos. No caso de alimentação constante, o clone F proporcionou o nível mais elevado de produção de celulose. Embora o clone F apresentasse uma densidade ligeiramente inferior à do

Figures 4-6 clearly show the main outcomes of this study:

Under recovery boiler constraint, lignin content had 1.7x the impact of either wood density or MAI (which were equal). While the trend is not surprising, the relatively small magnitude of the lignin influence is, thus, indicating the importance of the other wood properties.

Under volumetric wood feed constraint, wood density had 2.5x the impact of lignin content and 3.3x the impact of MAI.

Under pulp dryer capacity constraint, where all models were constrained to produce 1 million admt of pulp, manufacturing cost was the main driver. Here, MAI and wood density were identical and had 1.5x the influence of lignin content.

Understanding these influences on a single clone will facilitate interpretation of the financial value of the ten different clones, all of which presented a wide distribution of properties with respect to the three main characteristics, and how those characteristics drive results under the three scenarios of production constraint.

Pulp production

Figure 7 shows the annual production rates for all clones under the three production rate scenarios. Given the assumptions that drive this analysis and the importance of revenue generation to profitability, first consideration was given to annual production rate. The constant pulp scenario was easiest to interpret: Since pulp production was set at 1 million admt pulp, all clones could achieve this level, although, obviously, with different input costs. In the case of constant feed, clone F produced the highest pulp level. Although clone F was slightly lower in wood density than clone A, the

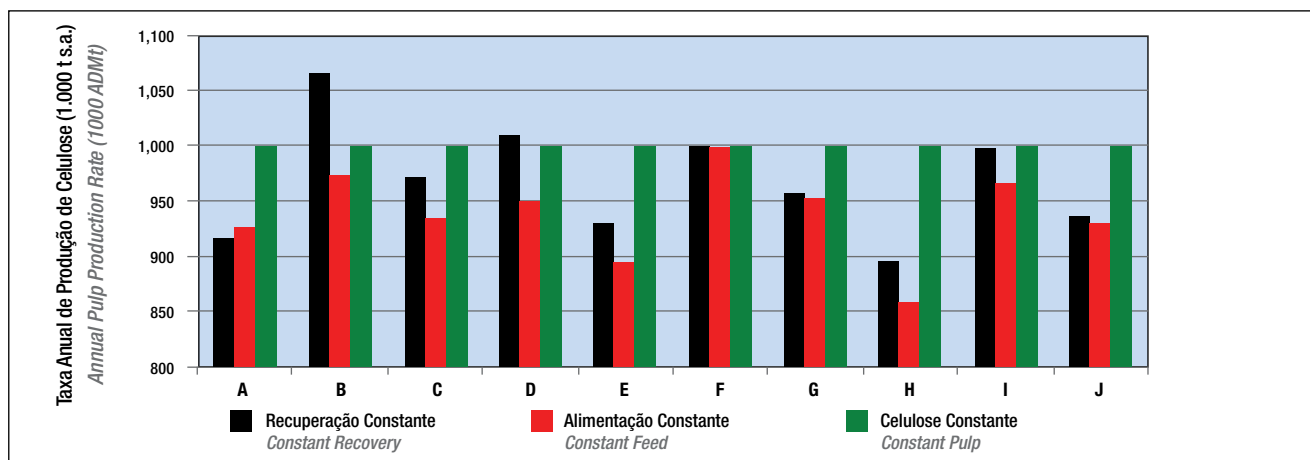


Figura 7. Taxa de produção anual para cada clone nas condições dos três cenários de produção

Figure 7. Annual production rate achieved for each clone under the three production rate scenarios

clone A, o seu nível de lignina era significativamente mais baixo, de modo que o rendimento em celulose por unidade de madeira alimentada foi significativamente mais elevado. Os resultados com recuperação constante foram superiores para o clone B, o que não foi surpreendente, uma vez que esse clone apresentava dentre todos os outros o mais baixo teor de lignina e o mais alto teor de carboidratos.

Rendimento em celulose

A celulose de mercado de eucalipto é um produto de elevada alvura, quase completamente livre de lignina. A madeira, além de carboidratos e lignina, contém pequenas quantidades de outros constituintes, tais como extrativos e cinza, que são dissolvidos em larga escala nos processos de polpação e branqueamento. Portanto, pode-se prever que baixos teores de lignina proporcionem rendimentos mais altos de celulose branqueada (celulose a.s. / madeira a.s.). A Figura 8 mostra que essa relação é positiva ($R^2 = 0,75$), mas que outros constituintes também afetam a equação. O impacto econômico da lignina foi mais pronunciado nas condições de

lignin level was significantly lower and thus pulp yield per unit wood fed was significantly higher. The results with constant recovery were superior for clone B, which, not surprisingly, had the lowest lignin and highest carbohydrate content among all the clones.

Pulp yield

Eucalyptus market pulp is a high brightness product almost completely lignin-free. Wood contains small amounts of other constituents, such as extractives and ash that are largely dissolved in the pulping/bleaching process. It would be reasonable to expect lowest lignin content in wood to give the highest bleached pulp yield (bone dry pulp / bone dry wood). Figure 8 shows this relationship ($R^2=0.75$) was good, but clearly other constituents also enter the equation. The economic impact of lignin will be shown most profound under

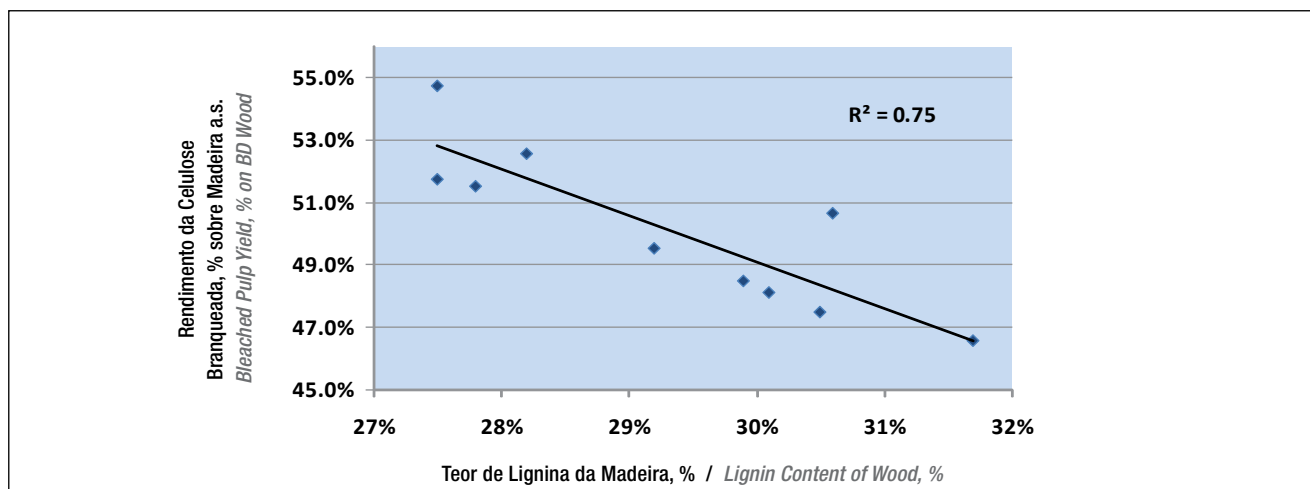


Figura 8. Rendimentos em celulose branqueada dos dez clones de eucalipto com base em modelos de polpação e branqueamento

Figure 8. Bleached pulp yields calculated for the 10 clones based on pulping and bleaching models

restrição da caldeira de recuperação, como apresentado na seção abaixo, uma vez que influencia o custo da madeira em dois aspectos diferentes: (1) mais lignina significa que mais madeira precisa ser comprada; (2) uma quantidade maior de madeira comprada resulta em madeira proveniente de maiores distâncias, elevando o custo de transporte da madeira.

Custo da madeira

Internacionalmente, é prática comum expressar o custo da madeira fornecida em dólares por metro cúbico, principalmente por motivos históricos. Entretanto, é mais apropriado expressar o custo em dólares por tonelada de madeira absolutamente seca (US\$/t a.s.), como apresentado na Figura 9. Esta medição já inclui a densidade da madeira e também considera que o eucalipto colhido e descascado na floresta tende a apresentar teor de umidade mais baixo que o descascado na fábrica. As diferenças para um mesmo clone nos três cenários de produção devem ser ocasionadas inteiramente por diferenças na produção de celulose, uma vez que produção mais alta requer mais madeira, o que implica em custo de transporte mais alto da floresta até a fábrica, e em maiores custos de plantações florestais mais extensas.

As diferenças do custo da madeira nos três cenários de restrição foram ocasionadas não somente por diferenças da taxa de produção, mas, também, pela taxa de crescimento da floresta e pela densidade da madeira. O clone E apresentou o custo de madeira mais elevado, acima de US\$70/t a.s. em todos os três cenários, principalmente porque ele se localizava abaixo do ponto médio em relação a todas as propriedades principais que determinam o custo da madeira, como mostrado na Tabela 1. O clone A apresentou o menor custo de madeira fornecida, caracterizado por uma alta taxa de crescimento da floresta e alta densidade da madeira, embora apresentasse teor de lignina mais alto.

the recovery boiler product constraint scenario 1, but it influences wood cost from two different perspectives: (1) more lignin, more wood must be purchased; (2) more wood purchased means wood must come from further distance, driving the transportation component of wood cost up.

Wood cost

Internationally, it is common to compare delivered wood cost in dollars per m³ basis, largely for historical reasons. In fact, dollars per bone dry ton (Figure 9) is more appropriate, since this measure removes the impact of wood density, and also considers that harvested eucalyptus debarked in the forest tends to be lower moisture content than commonly wood pulp logs. Differences for a given clone within the three production scenarios were entirely due to differences in pulp production, since higher production requires more wood and thus higher transportation cost from the forest to the mill, as well as greater plantation costs as they impact annual volume requirement.

The costs differences among the 10 clones were due, not only to production rate differences, but also growth rate and density. Clone E appeared anomalously high (over US\$70 per b.d. t in all three scenarios), largely because it was below midpoint in Table 1 in all major properties that determine wood cost. Clone A presented the lowest delivered wood cost, featuring high growth as well as high density, though lignin was on the high side.

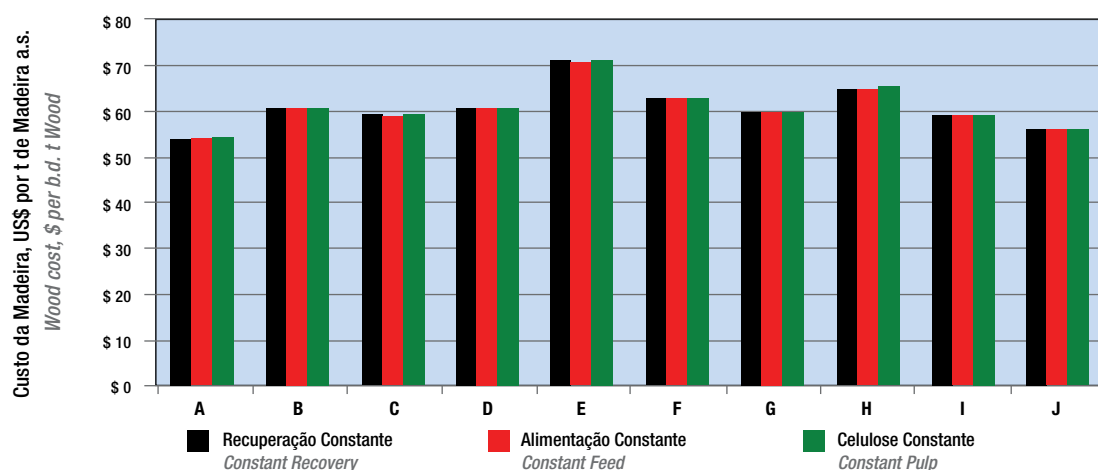


Figura 9. Custo da madeira (US\$/tonelada a.s.) / **Figure 9.** Wood cost (US\$ per b.d. metric tonne)

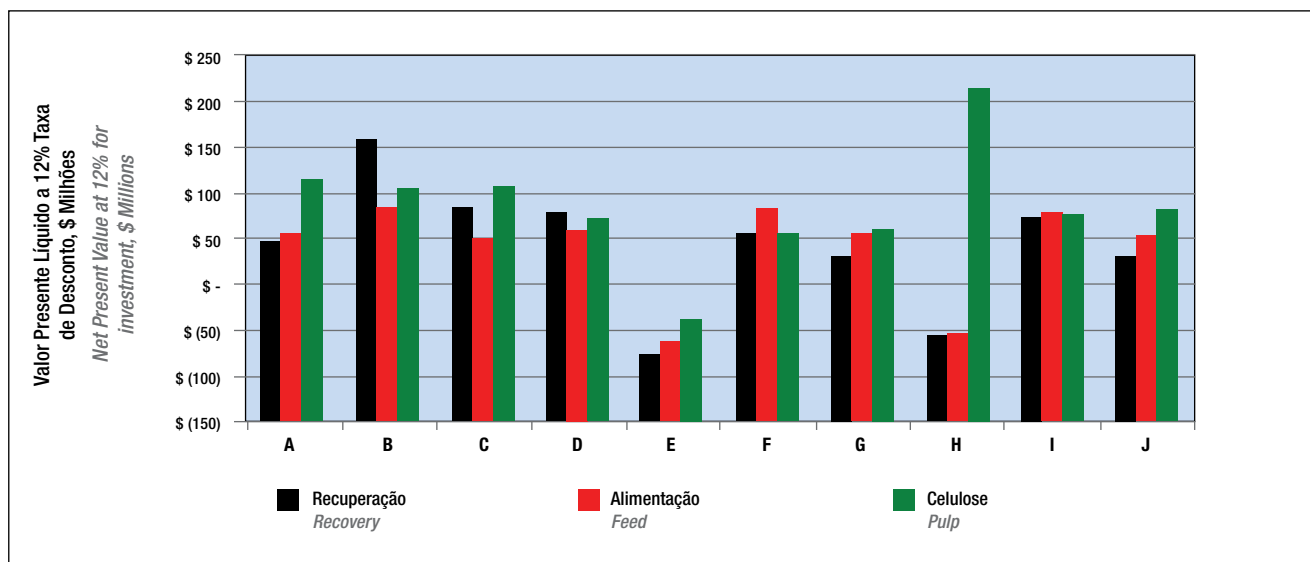


Figura 10. Valor Líquido Presente dos clones nos cenários de restrição da produção / **Figure 10.** Net Present Value of clones as a function of the production constraint scenarios

Comparações financeiras

As comparações quantitativas e qualitativas acima estabelecidas são tecnicamente importantes, mas na Figura 10 é apresentado, de uma maneira global, o desempenho financeiro de cada clone nos três cenários de produção. O clone F foi constante para os três cenários de produção, uma vez que ele foi selecionado como referência para a capacidade de recuperação, para o volume de madeira e para a produção de celulose. Cada cenário será discutido, a seguir, separadamente.

1- Capacidade Constante da Caldeira de Recuperação.

Alto rendimento em celulose deve resultar em baixa carga para a caldeira de recuperação e, portanto, os clones B, D, I e F foram favorecidos, sem considerar nenhum outro fator nos cálculos. De fato, o clone B foi muito superior a qualquer outro. O clone F foi somente o quinto melhor, prejudicado por um crescimento florestal relativamente lento. O clone I, com apenas 27,8% de lignina e com IMA e densidade relativamente competitivos, ocupou a segunda posição em relação a alto VPL (Valor Presente Líquido) no Cenário 1. Os clones E e H (ambos com mais de 30% de lignina e densidade abaixo de 0,49 t/m³) foram os clones de mais baixos desempenhos nas condições de restrição da capacidade da caldeira de recuperação.

2 - Taxa de Alimentação Volumétrica Constante do Digestor.

Alta densidade básica da madeira favorece a alimentação do digestor em condições de restrição e, portanto, poder-se-ia esperar que os clones A (0,510 de densidade) e F (0,505 de densidade) fossem os clones de melhor desempenho. Entretanto, esses clones ocuparam o segundo e terceiro níveis mais altos em termos de VLP (Valor Presente Líquido). O clone B, que possuía a densidade mais baixa (0,465), proporcionou o mais alto VPL por causa do seu baixo teor de lignina (27,5%) e alto rendimento em celulose (51,5%), em comparação com o clone A que possuía teor mais

Financial comparisons

The above quantitative and qualitative comparisons are technically interesting, but the financial performance of each clone under the three production scenarios rolls all the factors together in Figure 10. Each scenario will be separately discussed. Clone F was constant for all three production scenarios as it was selected to be the base for recovery capacity, wood volume, and pulp production in all cases.

1 - Constant Recovery Boiler Capacity. High pulp yield per bone dry ton of wood should result in the lowest load on the recovery boiler, and would favor clones B, D, I and F if no other factor entered the calculation. In fact, clone B was far superior to any other. Clone F was only fifth best, suffering from relatively slow growth. Clone I, with only 27.8% lignin and relatively competitive MAI and density, took second rank for high NPV in scenario 1. Clones E and H, both with more than 30% lignin and below 0.49 density, were the lowest performing clones under constraints of constant recovery boiler capacity.

2 - Constant Digester Volumetric Feed Rate. High wood density should be favored under this constraint, so clone A (0.510 density) and F (0.505 density) should be expected to be among the best performing clones. While these clones were second and third highest in NPV, clone B (0.465 density), the lowest density clone in the set, produced the highest net present value, due to its low lignin level and high pulp yield

elevado de lignina (30,5%) e rendimento mais baixo (47,5%). O clone F apresentou alto custo da madeira, ocasionado pela sua baixa taxa de crescimento florestal. O clone E, cujo custo da madeira foi o mais alto de todos, apresentou o pior desempenho.

3 - Produção Constante de Celulose. Os clones A e I foram os que apresentaram os melhores desempenhos nas condições de restrição de produção da secadora de celulose e, mais uma vez, o clone E apresentou o pior desempenho. Neste cenário, a ordem do desempenho financeiro parece seguir rigorosamente o custo da madeira por tonelada e o rendimento em celulose que, conjuntamente, constituem o custo da madeira por tonelada de celulose.

O investimento de capital inicial é um fator propulsor primordial do Valor Presente Líquido (VPL). Como anteriormente mencionado, a estrutura de capital pressuposta para esta análise foi a de uma fábrica genérica, construída para atingir 1 milhão de toneladas de celulose por ano, com base nas propriedades do clone F. Iniciada a operação da fábrica, as propriedades dos clones determinaram a evolução da produção e do custo ao longo do período de tempo desta análise. A Eficiência do Capital, medida pelo Custo de Capital por Tonelada Anual, foi diferente para cada clone nas condições de cada cenário, conforme mostrado na Figura 11. O clone B, nas condições de restrição da capacidade de recuperação constante, apresentou o uso mais eficiente do capital (e também apresentou o maior valor líquido atual, conforme mostrado na Figura 10). Os clones E e H, em geral, apresentaram a menor eficiência do capital e os menores valores VPL dentre as 30 comparações, tendo sido os únicos clones em que todas as características principais da madeira estavam abaixo da média.

(54.7%) versus clone A (47.5%). Clone F suffered high wood cost due to its low growth rate. Clone E, the highest wood cost, was the poorest performer.

3 - Constant Pulp Production. Clones A and I were the top performers under this production constraint, and once again clone E was the poorest. In this scenario, the order of financial performance appears to strictly follow wood cost per ton wood and pulp yield, which together comprise wood cost per ton of pulp.

Initial capital investment is a major driver of Net Present Value (NPV). As discussed earlier, the capital framework assumed for this analysis was a single, generic mill that was built with the expectation of achieving 1 million admt of product per year, based on clone F properties. Upon startup, the clonal properties determined how production and cost evolved over the time period under analysis. It follows that Capital Efficiency, as measured by Capital Cost per Annual Ton was different for each clone under each scenario, which was the case as shown in Figure 11. Clone B, under the constraint of constant recovery capacity, was the most efficient use of capital (and also had the highest single net present value as shown in Figure 10). Clones E and H generally had the lowest capital efficiency and lowest NPV values among the 30 comparisons, and were the only clones where all major wood characteristics were below average.

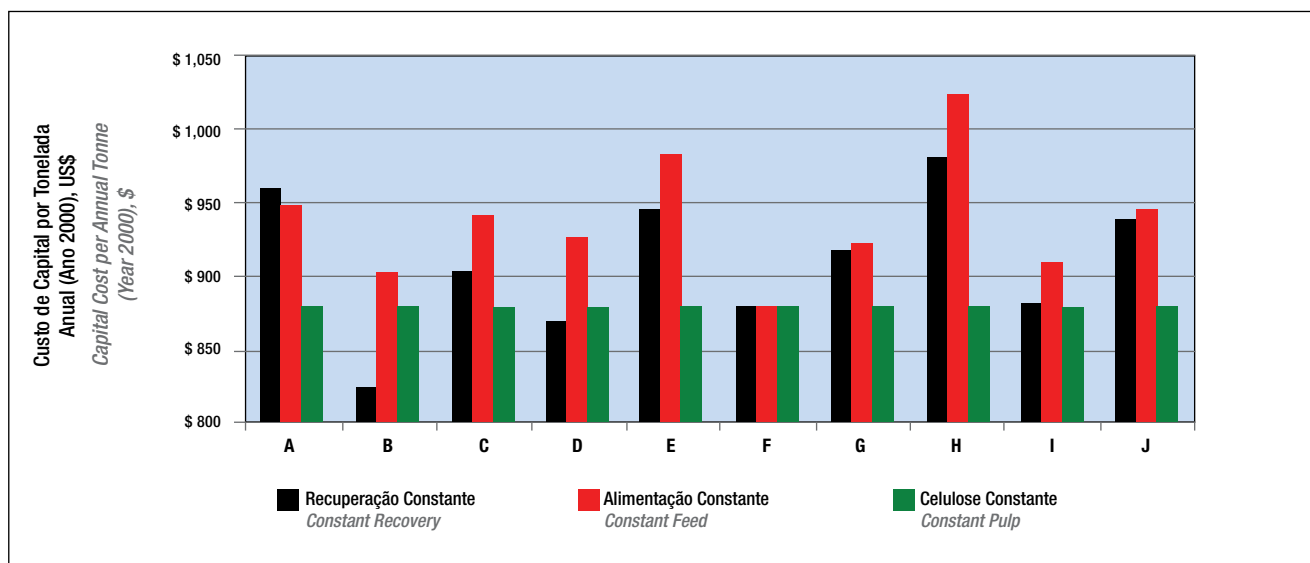


Figura 11. Custo do capital por tonelada anual de produção de celulose para cada clone
Figure 11. Capital cost per annual ton of pulp production for each clone

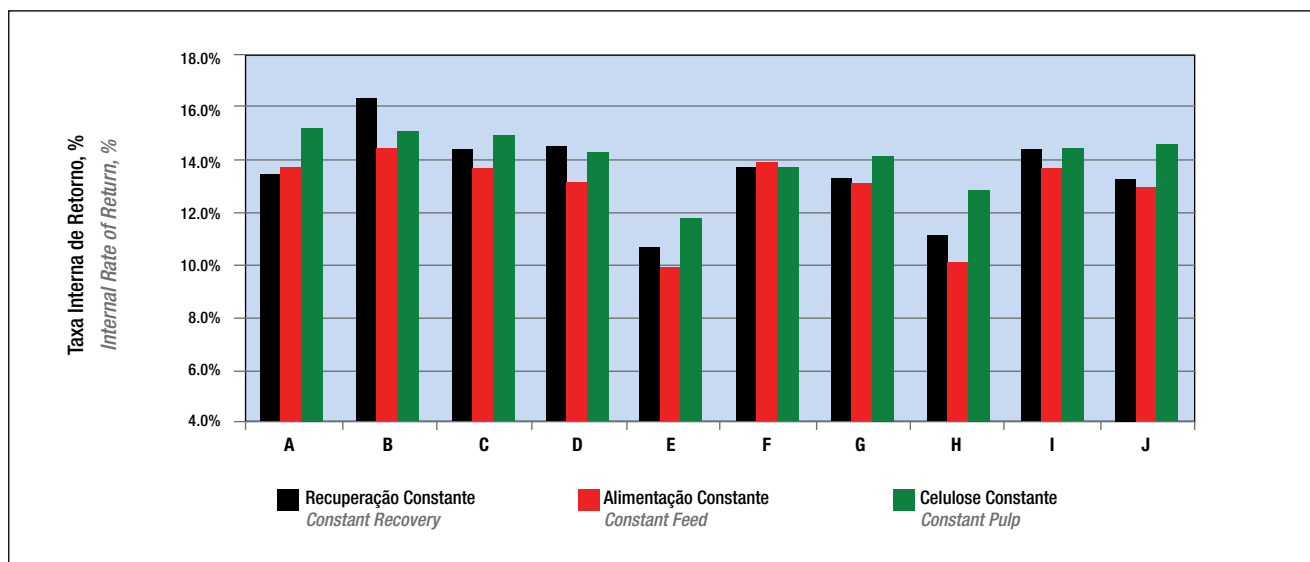


Figura 12. Taxa interna de retorno do investimento no complexo integrado floresta-fábrica
Figure 12. Internal rate of return on the integrated forest-pulp mill investment

Os melhores clones

Um dos objetivos deste estudo foi proporcionar orientação para cientistas florestais no desenvolvimento futuro de clones de eucaliptos. Para essa finalidade, deve-se considerar a Taxa Interna de Retorno (TIR) dos diferentes clones nas condições dos cenários de restrição da produção (Figura 12) e, então, tentar identificar os “melhores” e os “piores” clones. Na Figura 12, os clones que renderam mais de 12% da taxa interna de retorno, nas condições dos três cenários de restrição da taxa de produção, foram considerados “melhores” e os que rendem menos de 11% foram os “piores”.

Ouve-se, com frequência, que o sucesso das fábricas brasileiras de celulose de eucalipto baseia-se em madeira e mão de obra de baixo custo, mas essa afirmação deixa de considerar importantes fatores. Embora o eucalipto brasileiro seja de baixo custo em comparação com madeiras de vários países, são as elevadas taxas de crescimento das florestas de eucalipto, aliadas ao custo relativamente baixo da terra e da mão de obra, que tornam a relação entre volume e custo de madeira muito atrativa. No Brasil, fábricas de celulose de elevada produção podem ser construídas sem que seja necessário transportar a madeira a grandes distâncias, o que poderia tornar o empreendimento financeiro pouco atraente. Intuitivamente, pode-se esperar que o custo unitário da madeira fornecida seja determinado pela taxa de crescimento, uma vez que alto IMA possibilita aquisição de menores áreas de terra e proporciona custos de transporte mais baixos. Contudo, a variabilidade da densidade da madeira, por menor que seja, também é um fator que deve ser considerado.

Pode-se esperar que as características de composição química da madeira, principalmente o teor de lignina, determinem o rendimento em celulose e, conseqüentemente, afetem tanto o custo de fabricação quanto o de investimento

The best clones

One objective of this analysis was to provide direction to forest scientists to guide future development of eucalyptus clones. To that end, one shall look at the Internal Rate of Return of the different clones under the production constraint scenarios (Figure 12), and then try to identify the “best” and the “worst” clones. All clones which yield >12% under all three production rate constraint scenarios were considered “best” and those less than 11% were “worst”.

One frequently hears that the success of the Brazilian eucalyptus mills is based on low cost wood and labor, but this observation misses the main point. While Brazilian eucalyptus wood is low cost compared to many parts of the world, it is the prolific growth rates and relatively low cost land and labor that serve to make the volume/cost relationship attractive. In Brazil the massive production facilities can be built without the producer have to haul wood over such long distances that the financial proposition would be unattractive. Intuitively, one should expect that unit delivered wood cost will be driven by growth rate, since a high MAI would lead to lower land purchase requirements and lower transportation costs. However, wood density variability, however small, is also a factor.

One should expect that wood composition properties, especially lignin content, drives pulp yield and thus both manufacturing and investment costs to produce a finished ton of product.

para produzir uma tonelada do produto acabado. Embora as diferenças tenham sido significantes nas comparações com restrição da caldeira de recuperação, mais de US\$200 milhões de diferença do VPL entre o melhor e o pior caso, elas se intensificaram nas comparações referentes à alimentação constante do digestor.

Na Tabela 3 é apresentada uma classificação dos clones, de “melhor” para “pior”, somando-se a taxa interna de retorno dos três cenários de restrição de produção e comparando a classificação com as classificações relativas das três principais propriedades dos clones (% lignina, densidade e IMA).

As análises realizadas demonstraram claramente que os clones H e E foram inferiores aos demais. O clone B foi, de modo geral, o “melhor”, quando se somou a Taxa Interna de Retorno (TIR) para os três cenários. A ordem geral de classificação se correlacionou melhor com o teor de lignina, embora o clone A (o melhor em IMA e densidade) contrarie tal afirmação. A correlação com a densidade foi a mais fraca, mas a faixa de variação da densidade (CV = 0,03) foi bem pequena.

Este estudo indicou que, embora as propriedades do eucalipto impactem significativamente os retornos do investimento numa fábrica de celulose de mercado de eucalipto, o gargalo de produção da fábrica determina exatamente qual propriedade do clone é a mais importante. Toda fábrica de celulose possui um gargalo de produção. Tipicamente esse gargalo pode ser a taxa de alimentação de cavacos (nesse caso a maior densidade será a melhor), ou a taxa de queima de sólidos orgânicos na caldeira de recuperação (nesse caso o menor teor de lignina será o melhor) ou, ainda, a taxa de secagem da máquina secadora de celulose (nesse caso a taxa de crescimento da floresta é a mais significativa). Não considerar a floresta como um empreendimento financeiro autônomo, com expectativa de obter o mesmo retorno financeiro minimamente aceitável (Taxa de Desconto) que o da fábrica de celulose, poderá conduzir os investidores na direção errada.

While the differences were significant in the recovery limited comparisons, more than US\$200 million NPV difference between the best and worst case, they were accelerated in the constant feed comparisons.

Table 3 shows the ranking of the 10 clones, classified from “best” to “worst” by summing the internal rate of return of the three production scenarios and comparing the ranking with the relative rankings in the three main clonal properties.

Overall, it is clear that clones H and E were inferior to the others. Clone B was overall the “best” when summing the % IRR for the three scenarios. The general order correlates best to lignin content, though clone A (best in MAI and density) violates that conclusion. The correlation with density was the weakest, but the range of density variation (CV = 0.03) was quite small.

This study shows that, while Eucalyptus properties significantly impact the investment returns on a eucalyptus market pulp mill, the mill production bottleneck will dictate exactly which clonal property is most important. All mills have a production bottleneck. Typically that bottleneck will be either chip feed rate (in which case highest density is best) or recovery boiler organic solids burning rate (where lowest lignin is best) or pulp machine drying rate (in which case the forest growth rate is most significant). Without insisting that the forest be treated as a stand-alone financial enterprise with expectation for the same minimum acceptable financial return (the Discount Rate) as the pulp mill, investors may be led in the wrong direction.

Tabela 3. Classificação dos 10 clones (de “melhor” para “pior”) / Table 3. Ranking of the 10 clones (“best” to “worst”)

Clones / Clones	Total / Total	Recuperação constante Constant recovery	Alimentação constante Constant feed	Produção constante Constant pulp
B	46%	1	1	3
C	43%	2	7	2
I	43%	4	2	5
D	42%	3	2	6
A	42%	6	6	1
F	42%	5	4	8
J	41%	8	8	4
G	41%	7	5	7
H	35%	9	9	9
E	33%	10	10	10

Modelo técnico da fábrica

TAEM é um modelo de simulação de processo configurável pelo usuário que permite especificar até cinco diferentes tipos de fábricas, abrangendo quatro máquinas de papel, duas máquinas de celulose, quatro cortadeiras de folhas e até oito diferentes tipos de fibra (inclusive fibra comprada). As máquinas podem ter iniciado a operação entre 1986 e 2007, e o modelo calculará automaticamente o custo do capital e a depreciação anual a partir de um programa selecionado pelo usuário. A tecnologia do processo é selecionada pelo usuário a partir de um menu de configurações do digestor e do branqueamento. O rendimento em celulose e o número kappa podem ser especificados. O usuário também pode selecionar o desenho e a configuração da instalação de força motriz, e o programa calculará a produção de vapor e energia. O TAEM possui um modelo florestal configurável ou pode ser conectado, como no presente estudo, a um modelo de plantação externo mais detalhado. O modelo está disponível, sem custos, mediante solicitação ao Dr. Richard Phillips (autor).

Como muitos investimentos, o Rendimento por Unidade Produzida (custo do capital por tonelada anual de celulose) é o principal determinante da rentabilidade. No presente estudo, os preços reais de celulose de mercado de eucalipto, publicados entre 2000 e 2007, foram adotados para calcular os ganhos por tonelada, descontados em 14% para clientes localizados na Ásia, tendo sido idênticos para cada clone e cada cenário.

Para as celulosas de mercado, o frete é normalmente pago pelo produtor até um armazém localizado no país do cliente, sendo os custos de distribuição local negociados separadamente. Um custo do frete de US\$106 por tonelada s.a., para o ano de 2007, foi incluído como um custo direto. O frete é, normalmente, o componente de maior peso do custo e foi estabelecido o mesmo valor para todos os clones e cenários.

Os preços dos produtos se baseiam em preços reais publicados e são estimados descontos para clientes nos anos anteriores a 2007, bem como tendências de preços futuros. O usuário seleciona a localização da fábrica e dos clientes, por região, o que possibilita estabelecer o custo do frete.

Os preços das matérias-primas são os reais para o ano de 2007 e podem ser ajustados pela inflação e índices para todos os anos no passado e futuro. São disponíveis duas categorias de manutenção e produtividade da fábrica, juntamente com estratégias de re-investimento da fábrica. O quadro de pessoal é estabelecido pela configuração da fábrica e os salários e custos de benefícios podem ser padronizados ou, então, serem ajustados para diferentes regiões. Todos os custos diretos e indiretos são selecionados pelo usuário e são alocados às unidades de produção ou estabelecidos em sua totalidade.

Um demonstrativo de receita rastreia todos os rendimentos e custos anuais, bem como a depreciação e investimentos anuais,

Mill technical model

TAEM is a user-configurable process simulation model that allows the user to specify up to five different types of mill, four paper machines, two pulp machines, four sheeters, and up to eight different types of fiber (including purchased fiber). Machines may start up from 1986 to 2007 and the model will automatically calculate capital cost and annual depreciation (from a user-selected schedule). Technology is user-selected from a menu of digester and bleach plant configurations. Pulp yield and/or kappa number are selected. The user may also select power plant design and configuration, and the program will calculate steam and power production. TAEM has a configurable forest model or can be connected, as in this study, to a more detailed external plantation model. Model available at no cost upon request from Dr. Richard Phillips (author).

Like many investments, Revenue per Unit Produced (capital cost per annual ton of pulp) is the main determinant of profitability. In this study, actual published 2000-2007 eucalyptus market pulp list prices were used for revenue per ton, discounted by 14% to customers located in Asia, and was identical for each clone and each scenario.

For market pulp, freight is normally paid by the producer to a warehouse in the customer country, and local distribution costs are negotiated separately. A 2007 freight cost of US\$106 per admt was included as a direct cost. Freight was the largest component of cost, and was the same for each clone and scenario.

Product prices are based on actual list prices and estimated customer discounts for all years prior to 2007, and trend line models for future pricing. The user selects the mill location as well as location of customers by region, which serves to set freight cost.

Raw material prices are fact for 2007, and adjusted by inflation and indices for all years in the past and future. Two classes of mill maintenance and productivity are available, along with mill re-investment strategies. Staffing level is driven by the mill configuration, default salaries and benefit costs are provided, and may be adjusted for different regions. All direct and indirect costs are driven by the user selections, costs are allocated to production units as well as collected in total.

An income statement tracks all annual revenues and costs, as well as annual depreciation and in-

e calcula o desempenho financeiro anual desde o início de operação até 20 anos além do ano-base (ano 2007). São calculados Fluxos de Caixa Pós-Impostos que são usados para determinar o Valor Presente Líquido e a Taxa Interna de Retorno. Um resumo dessas informações está apresentado na Tabela A1.

Relação das características da madeira com o TAEM

A metodologia usada para relacionar o Modelo Florestal específico dos cenários e clones com o TAEM está descrita a seguir:

Cenário 1 – Carga de Recuperação Constante. O clone F foi selecionado como um clone acima da média, mas não o melhor, e foi utilizado para estabelecer a carga de recuperação da fábrica de 1 milhão de toneladas s.a. por ano. Todos os outros clones foram ajustados para a mesma carga de recuperação, ajustando do nível de produção para o ano 2007. A quantidade de madeira necessária para cada clone (que depende da composição da madeira, principalmente teor

vestments, and calculates annual financial performance from startup to 20 years past the base year (currently 2007). After Tax Cash Flows are calculated and used to determine Net Present Value and Internal Rate of Return.

Linking wood characteristics to TAEM

Following describes the methodology used to link the scenario, and clone-specific Forest Model to TAEM:

Scenario 1: Constant Recovery Loading. Clone F was selected as an above-average but not best clone available to set mill recovery load for 1 million admt pulp production. All other clone cases were set to the same recovery load by adjusting the 2007 production level. The wood requirements for each case (which in turn are based on wood composition, mainly lignin content and

Tabela A1. Resumo dos pressupostos financeiros para o modelo da fábrica / **Table A1.** Summary of financial assumptions for mill model

Fator / Factor	Discussão / Discussion
Investimento de capital <i>Capital investment</i>	Estimado pelo TAEM com base na capacidade da fábrica e na tecnologia selecionada. Embora cada variação tenha diferido em demanda da área de processo, TAEM foi ajustado manualmente para proporcionar um Custo Instalado Total (CIT) idêntico para cada uma das 30 variações. <i>Estimated by TAEM based on the mill capacity and technology selected. Although each variation differed in process area demand, TAEM was manually adjusted to give identical Total Installed Cost (TIC) for each of the 30 variations.</i>
Programação do projeto <i>Project schedule</i>	O numerário foi distribuído por um período de 4 anos, com término em 1º de janeiro de 2000. O programa de despesas tomou por base 5%-15%-30%-50%. <i>Cash was dispersed over a 4-year period ending on January 1, 2000. Spending schedule was 5%-15%-30%-50% basis.</i>
Início da produção <i>Product startup</i>	O início de operações foi estabelecido como 1º/1/2000. A taxa de produção anual para os primeiros quatro anos de operação foi acoplada a uma produtividade anual (0,4%/ano, seguindo quatro anos de ascensão) para resultar na taxa de produção de celulose objetivada para 2007. <i>Startup commenced January 1, 2000. Annual production rate for the first four years of operation were coupled with an annual productivity (selected as 0.4% per year, following four years of ramp up) to give the target pulp production rate for 2007.</i>
Tecnologia <i>Technology</i>	Os parâmetros da tecnologia foram selecionados de modo a refletir uma fábrica de celulose totalmente nova, incluindo digestor, deslignificação por oxigênio em 2 estágios e branqueamento em 5 estágios (D_{0-0+P} DED). <i>Technology parameters were selected to reflect a vintage-2000 greenfield pulp mill, including digester system, 2-stage oxygen delignification, 5-stage D_{0-0+P} DED bleaching process.</i>
Recuperação e energia <i>Recovery and power</i>	Licor negro e serragem da operação dos picadores foram os únicos combustíveis usados, além do forno de cal que queimou gás natural. O vapor da queima do licor negro foi suficiente para prover todo o vapor de processo e o excesso foi condensado para geração de energia adicional. Pressupôs-se madeira descascada na floresta e a serragem dos picadores foi queimada para prover energia adicional. Em todos os casos, foi instalada na fábrica uma geração de energia de 120 MW e o excesso de demanda de energia foi suprido com energia comprada. <i>Black liquor and sawdust from chipper operation were the only fuels used outside the lime kiln (which burned natural gas). Steam from black liquor was sufficient to provide all process steam and provide excess that was condensed for additional power generation. Wood was assumed debarked in the forest and the chipper sawdust was burned to provide additional power. In all cases, 120 MW power generation was installed at the mill and excess power demand was met from a purchased power tie.</i>

Custo da madeira <i>Wood cost</i>	Calculado para cada clone e cenário como custo de Madeira Fornecida, estimado pelo Modelo Florestal e transferido para a fábrica. <i>Calculated for each clone and scenario as the Delivered Wood Cost estimated by the Forest Model and transferred to the mill.</i>
Re-investimento de capital <i>Capital re-investment</i>	Re-investimento anual de 0,5% do Valor do Ativo de Reposição que se supôs gerar a base para a melhoria da produtividade mencionada acima mais a redução de custos de 3 anos de recuperação do investimento (antes de imposto). Essas pressuposições foram arbitrárias, mas consistentes com a Melhor Prática. <i>Annual re-investment of 0.5% of Replacement Asset Value was made and assumed to generate the basis for the productivity improvement cited above plus cost reduction of 3-year payback (before tax). These assumptions are arbitrary but consistent with Best Practice.</i>
Depreciação <i>Depreciation</i>	A depreciação em todos os investimentos de capital, com exceção da terra, foi calculada iniciando-se no ano em que o ativo foi utilizado. Um sistema de 7 anos de Recuperação de Custo Acelerado Modificado (RCAM) foi adotado em todos os investimentos depreciáveis, com exceção da infra-estrutura (sequência de 20 anos). <i>Depreciation on all capital investments (except land) was calculated starting with the year the asset was placed in service. A 7-year Modified Accelerated Cost Recovery System (MACRS) was used on all depreciable investments except infrastructure (20-year straight line).</i>
Taxa do imposto <i>Tax rate</i>	O imposto foi computado em 35% da Receita Antes dos Juros e Impostos (RAJI). Quando a RAJI era negativa, a perda do imposto foi acumulada e transportada. <i>Tax was computed at 35% of Earnings Before Interest and Taxes (EBIT). When EBIT was negative, tax loss was accumulated and carried forward.</i>
RAJIDA <i>EBITDA</i>	Receita Antes dos Juros, Imposto, Depreciação e Amortização (RAJIDA) é frequentemente usada como indicação do desempenho financeiro do ativo, porque representa a receita operacional fundamental da fábrica, livre de impostos e ajustes financeiros feitos externamente à área de operações. <i>Earnings Before Interest, Tax and Depreciation and Amortization. Frequently used as a barometer of asset financial performance because it represents fundamental mill operational earnings, free of taxes and financial adjustments made outside the operations area.</i>
Fluxo de caixa <i>Cash flow</i>	Soma da renda pós-imposto (renda líquida) + depreciação anual. <i>Sum of after-tax income (net income) + annual depreciation.</i>
Fluxo de caixa livre <i>Free cash flow</i>	Soma do fluxo de caixa (inclusive investimentos feitos antes do início das operações) menos investimento anual em novo capital fixo. <i>Sum of cash flow (including investments made before startup) less annual investment in new fixed capital.</i>
Valor presente líquido com taxa de desconto de 12% <i>Net present value at 12% discount rate</i>	Todos os Fluxos de Caixa Livres, antes, durante e após o início de operações são descontados para o Ano 2000, adotando-se a taxa de desconto de 12%. A seleção da taxa de desconto é feita de maneira a refletir uma expectativa de retorno financeiro ajustada ao risco. <i>All Free Cash Flows before, during, and after startup are discounted to Year 2000 by using 12% discount rate. The selection of discount rate is made to reflect a risk-adjusted expectation of financial return.</i>
Vida do projeto <i>Project life</i>	Apenas para fins de avaliação financeira, a vida do projeto é estabelecida em 10 anos após o início de operações no Ano 2000 (isto é, até e inclusive 2009). <i>For financial evaluation purposes only, the project life is set at 10 years following Year 2000 startup (i.e. up to and including 2009).</i>
Valor terminal <i>Terminal value</i>	Para fins de avaliação financeira, um Valor Terminal do Projeto no Ano de 2009 é calculado como sendo 5 x RAJIDA no ano de 2009. O Valor Terminal representa, teoricamente, um Valor de Venda que poderia ser aplicado à fábrica. <i>For financial evaluation purposes, a Project Terminal Value in Year 2009 is calculated as 5 x EBITDA in year 2009. The Terminal Value theoretically represents a Sales Value that could be placed on the mill.</i>
Taxa interna de retorno <i>Internal rate of return</i>	Taxa de Desconto com a qual o Valor Presente Líquido seria igual a zero. <i>Discount Rate at which Net Present Value would be zero.</i>

de lignina, e da composição da polpa) foi relacionada com modelo florestal específico dos clones ao nível de demanda do ano 2007. Com estas informações, o Modelo Florestal utiliza a densidade da madeira e a taxa de crescimento da floresta para estimar a área anual de terra necessária e a distância de transporte para suprir a demanda de madeira para cada ano de produção. Cada clone tem um custo específico de madeira fornecida, determinado pelo valor da madeira em pé, custo fixo da colheita e custo de transporte baseado na distância média. O custo calculado da madeira é realimentado no TAEM e usado como parte do cálculo dos custos de produção.

Cenário 2 – Alimentação Constante de Cavacos no Digestor. A taxa de alimentação volumétrica (metro cúbico por unidade de tempo) do clone F serviu de base para todos os cálculos referentes aos outros clones. No modelo florestal de cada clone usou-se a densidade da madeira específica do clone para estabelecer o volume anual de madeira equivalente ao clone F. Assim, foi determinada a massa real de madeira para a fábrica de celulose, que foi alimentada no TAEM específico do clone. A taxa de produção foi ajustada para combinar com o fluxo volumétrico de madeira para o clone F.

Cenário 3 – Produção Constante de Celulose. Todos os modelos TAEM foram ajustados para uma produção de celulose de 1 milhão de t/ano, tendo como resultado a massa de madeira. A massa de madeira de cada clone foi alimentada no modelo florestal, obtendo-se as características econômicas específicas de cada clone.

Modelo florestal

Foi construído um modelo florestal genérico para cada clone, utilizando a área de terra necessária que foi determinada com base na quantidade de madeira necessária, na taxa de crescimento da floresta e na densidade da madeira. Foi estabelecida uma rotação da floresta de sete anos, com a primeira aquisição de terra e o início dos plantios sete anos antes da data de início de operação da fábrica, fixada para 1º de janeiro de 2000. Áreas adicionais de terra para plantações futuras foram adquiridas na medida da necessidade. Os custos da terra foram baseados no custo médio de 2007, publicados no Brasil, tendo sido ajustados pelas taxas de inflação brasileiras e taxas de câmbio (reais para dólares americanos). Não foi feita qualquer alteração, dentro do modelo de clone, da taxa de crescimento ano a ano. Todos os custos de depreciação foram estimados com base em custos publicados, também ajustados pela inflação e taxa de câmbio. Os custos de colheita foram constantes em todos os casos e os custos de transporte foram calculados com base na distância média entre a plantação e a fábrica, adotando-se US\$0,15 por tonelada de madeira úmida por quilômetro. Não se pressupôs qualquer processo de replantio após a primeira colheita, dependendo-se da brotação natural para obtenção do segundo e terceiro ciclos de rotação.

O custo da madeira foi baseado no preço de transferência da floresta para a fábrica, estabelecido para se obter uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 12% sobre o investimento

pulp compositional analysis) are linked back to the clone-specific forest model as a 2007 demand level. From this, the Forest Model uses wood density and wood growth rate to estimate the land requirements, by year, and hauling distance required to supply the demand level of wood for each year of production. Each clone case has a specific delivered wood cost based on stumpage, fixed harvesting cost, and a transportation cost based on average distance. The calculated wood cost is fed back to TAEM and used as part of calculating production costs.

Scenario 2: Constant Chips Feed to Digester. Clone F volumetric feed rate (m^3 per unit time) was used as the basis for all other clone calculations. Each clone forest model used clone-specific wood density to establish annual wood volume equivalent to clone F. This establishes actual wood mass to the pulp mill, which was fed to the clone-specific TAEM. Production rate was adjusted to match the volume wood flow to clone F.

Scenario 3 – Constant Pulp Production. In these cases, all TAEM models were set to 1 million admt of pulp production, with wood mass as an output. The wood mass output was linked to the forest model, and thus drove the model output to reflect the economics of the clone-specific wood supply.

Forest model

A generic forest model was constructed for each clone by calculating land requirements, based on wood requirements, and as influenced by the clone-specific growth rate and density. A seven-year planting rotation was assumed, with the first land acquisition and planting begun 7 years before the startup date of January 1, 2000. Additional land was purchased as needed for future planting. Land costs were based on the average 2007 published cost in Brazil, with all years adjusted for actual Brazilian inflation rates and Brazilian reais per U.S. dollar exchange rates. No change was made within a clone model in the growth rate year to year. All depletion costs were estimated based on published costs, also adjusted for inflation and exchange rate. Harvesting costs were constant in all cases and transportation costs were calculated based on the average distance from the plantation to the mill site, using US\$0.15 per green ton per kilometer. No replanting was assumed following harvest, depending on natural regeneration from coppice to provide the second and third rotation cycles.

The cost of wood to the mill in each case was based on the transfer price from the forest required to achieve a 12% Internal Rate of Return on the

Tabela 2. Resumo dos pressupostos financeiros para o modelo florestal / **Table 2A.** Summary of financial assumptions for forest model

Fator / Factor	Discussão / Discussion
IMA / MAI	Os valores para cada clone foram obtidos de: Gomide (2005) / Values for each clone, taken from Gomide (2005)
Densidade da madeira Wood density	As densidades para cada clone foram obtidas de: Gomide (2005) / Values for each clone, taken from Gomide (2005)
Terra Land	Comprada pelo preço de US\$2.500 por hectare (base de 2007), valor representativo da média das regiões Sul e Sudeste do Brasil. Tratada como um investimento para o cálculo do fluxo de caixa. A área de terra necessária foi estimada para cada cenário dos dez clones, pressupondo-se uma cobertura florestal de 80% e o IMA específico dos clones. Pressupõe-se que a terra valorizasse à razão de 1% ao ano e pudesse ser vendida valorizada no ano 7. A venda da terra foi tratada como um valor terminal para o cálculo do fluxo de caixa no ano 7 a contar do início de operações da fábrica / Purchased at US\$2,500 per hectare (2007 basis), based on average from Brazil south and southeast areas. Treated as an investment for cash flow calculation. Land requirements are estimated for each scenario and all 10 clones, assuming 80% forest coverage and the clone-specific MAI. Assumed that land appreciates at 1% per year and can be sold in year 7 at the appreciated value. The land sale is treated as a terminal value for cash flow calculation in year 7 following the mill startup.
Custos de plantio Planting costs	US\$1.000 por hectare (base de 2007), com base na média dos custos brasileiros publicados. US\$1,000 per hectare (2007 basis) based on average Brazilian published costs.
Custos do consumo Depletion costs	O custo das mudas, a preparação do local, os produtos químicos, a mão de obra de plantação e os aluguéis foram mantidos como um custo do ano em que o trabalho foi realizado. Os custos de consumo associados a uma área plantada específica foram tratados como um investimento no ano em que se plantou e como uma despesa, antes de impostos, no ano de colheita. Cost of seedlings, site preparation, chemicals, and planting labor and rentals are carried as a cost in the year work was done. Depletion costs associated with a specific planted area are treated as an investment in the year planted and as a before-tax expense in the year harvested.
Valor da madeira em pé Stumpage	Custo de transferência da floresta para a fábrica, por ocasião da colheita, para proporcionar uma taxa interna de retorno de 12% para a floresta. The transfer cost required at the time of harvest to produce a 12% internal rate of return to the forest.
Custo da colheita Harvesting cost	Custo constante da madeira fornecida, à razão de US\$6 por tonelada verde. Treated as a constant cost of delivered wood, at US\$6 per green ton.
Custo de transporte Transportation cost	Tratado como um custo constante, no valor de US\$0,15/tonelada verde por quilômetro transportado, mais US\$6 de custo fixo para cada viagem. Treated as a constant cost on a US\$0.15 per green ton per kilometer hauled basis, plus US\$6 per green ton fixed cost for each trip.
Custo total da entrega, US\$/t verde Total delivery cost, US\$/t green ton	Soma dos valores da madeira em pé, do custo da colheita e do custo de transporte. Sum of stumpage, harvesting and transportation cost.
Taxa de imposto Tax rate	A taxa de imposto do lucro da floresta foi de 25%. A taxa nominal de imposto brasileiro sobre o lucro é de 25%, mais um imposto social de 9%. Até 70% do imposto sobre o lucro pode ser perdoado pelo governo estadual brasileiro. As despesas em relação ao valor da madeira em pé foram calculadas de maneira a resultar na taxa interna de retorno pós-imposto de 12%. Tax rate of forest profit was 25%. Brazilian nominal tax rate on profit is 25% plus a 9% social tax. Up to 70% of the profit tax can be forgiven by the Brazilian state government. Stumpage charges for the wood were calculated to yield the 12% after tax internal rate of return.

florestal. Esta metodologia é a indicada para se avaliar um investimento num complexo integrado floresta-fábrica, mas difere de relatórios comumente publicados, que indicam valores muito mais baixos para os custos da madeira brasileira. A taxa de desconto de 12% é apropriada quando tanto a floresta quanto a fábrica constituírem parte da mesma empresa, mas poderia ser diferente se volumes significativos de madeira fossem comprados de terceiros, que poderiam aceitar um retorno menor. Por exemplo, fábricas norte-americanas adquirem madeira de empresas que não investem em fábricas e que poderiam ficar satisfeitos com uma taxa de 6%. ▲

forest investment. This methodology is the correct way to assess an integrated forest-mill investment, but differs from commonly published reports that show much lower values for Brazilian wood costs. The 12% discount rate is appropriate where both forest and mill are part of the same company, but could be different if significant volumes of wood are purchased from woodlot owners who may accept a lower return. For example, U.S. mills buying from entities which are not mill's investors, and might therefore be satisfied with a 6% IRR. ▲

REFERÊNCIAS / REFERENCES

- GOMIDE, J.L., COLODETTE, J.L., OLIVEIRA, R.C. & SILVA, C.M. Caracterização tecnológica para produção de celulose da nova geração de clones de *Eucalyptus* do Brasil. Revista Árvore, v.29, n.1, p.129-137. 2005.
- GOMIDE, J.L., COLODETTE, J.L., OLIVEIRA, R.C. & SILVA, C.M. Technological characterization of the new generation of Brazilian *Eucalyptus* clones for kraft pulp production. In: 2005 Tappi Pulping Conference, Philadelphia, PA, USA. Conference Proceedings, 2005.

Benchmarking Energético na Indústria de Celulose e Papel

Energy Benchmarking in the Pulp and Paper Industry

Autor/Author*: Dorian L. Bachmann

Introdução

A indústria sempre deu importância ao consumo energético dos processos devido à sua relevância como componente de custo. Recentemente, a questão da energia passou a ser vista também pelo seu aspecto ambiental. Por essa razão, a gestão energética atual tem buscado tanto o menor custo quanto o uso de insumos e tecnologias que causem os menores impactos sociais ou ambientais. Tal prática exige o conhecimento das características dos combustíveis disponibilizados para a produção, além do entendimento de toda a cadeia produtiva. Só assim é possível afirmar que não há desrespeito a questões sociais, como o uso de carvão obtido com mão-de-obra infantil ou escrava, ou de lenha retirada de florestas nativas. É importante, ainda, a minimização da geração de gases do efeito estufa por meio do uso intensivo das chamadas energias renováveis.

O Projeto Indicadores ABTCP colabora nesse processo pelo levantamento periódico de indicadores de desempenho que permitem a comparação de resultados, inclusive energéticos e ambientais, e a identificação de pontos para melhoria. O conhecimento, por exemplo, de que outra empresa consegue produzir quantidade semelhante de celulose com um consumo significativamente menor de energia elétrica serve de incentivo para a busca de tecnologias e soluções capazes de reproduzir os bons resultados do concorrente. Para viabilizar as comparações, os levantamentos são feitos com a aplicação de métricas padronizadas e avaliadas pelas comissões técnicas da ABTCP. Embora criados para *benchmarking*, os indicadores ABTCP estão sendo adotados por algumas empresas do setor em seus processos internos de gestão. A descrição completa da metodologia de cálculo dos indicadores já padronizados, inclusive os não descritos neste trabalho, pode ser encontrada nos sites da ABTCP e da Bachmann & Associados.

Principais indicadores ABTCP de energia

- Consumo Específico de Vapor no Cozimento (CEVC)
- Consumo Específico de Vapor na Secadora (CEVS)
- Geração Específica de Vapor na Caldeira de Recuperação
- Eficiência na Evaporação do Licor Preto
- Consumo Específico de Energia Elétrica (CEEE).

Introduction

The industry has always given importance to the energy consumption of processes, due to its relevance as a cost component. Recently, energy began also being analyzed for its environmental aspect. For this reason, current energy management has pursued not only the lowest cost but also the utilization of raw materials that cause lower social and environmental impacts. Such practice requires knowing the characteristics of fuels available for production, since this is the only way to state that social matters are not being disrespected, such as the use of carbon obtained from infant or slave labor, or the use of wood removed from native forests. It is also important to minimize the greenhouse effect gases through the intensive use of renewable energies.

The ABTCP Indicators Project helps in this process through the periodic gathering of performance indicators that allow comparing results, including those relative to energy and the environment, and identify areas for improvements. By knowing, for example, that another company is able to produce a similar quantity of pulp with a significantly less energy serves as an incentive to seek technologies and solutions that allow reproducing the good results obtained by the competitor. In order to allow for comparisons, studies are carried out by applying standardized metrics and approved by ABTCP's technical commissions. Although created for benchmarking purposes, ABTCP's indicators are being adopted by some companies in the sector in their internal management processes. The complete description of the calculation methodology of these already standardized indicators, including those not described in this paper, can be found in the ABTCP and Bachmann & Associados websites.

ABTCP key energy indicators

- Specific Consumption of Steam in Cooking (CEVC)
- Specific Consumption of Steam in the Dryer (CEVS)
- Specific Generation of Steam in the Recovery Boiler
- Black Liquor Evaporation Efficiency
- Specific Consumption of Electric Energy (CEEE)

***Referências do Autor / Author's references:**

Bachmann & Associados Ltda. – Rua Desembargador Motta, 1.499 – conj. 501 – Batel – 80420-190 – Curitiba (PR)
Site: www.bachmann.com.br – E-mail: bachmann@bachmann.com.br

Como demonstração, seguem alguns resultados de 2007 retirados de levantamento-piloto, com dados de 14 fábricas de celulose, conduzido pela ABTCP e Bachmann & Associados. Do mesmo modo que nos relatórios fornecidos às empresas participantes e demais interessados, os nomes das fábricas foram codificados para que o sigilo seja mantido.

Consumo Específico de Vapor no Cozimento

O Consumo Específico de Vapor no Cozimento (CEVC) da celulose tem o propósito de avaliar a eficiência energética dessa etapa do processo. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

Consumo Específico de Vapor no Cozimento (CEVC)

$$\text{CEVC} = \frac{\Sigma (\text{Vapor} \times \text{Fator})}{\text{Celulose}}$$

Onde:

Vapor – quantidade de vapor, de determinada classe de pressão, alimentada no digestor durante o período considerado, em toneladas.

Fator – equivalência energética do vapor correspondente, em GJ/t de vapor.

Celulose – quantidade de celulose produzida, medida na descarga do digestor, durante o período considerado, em toneladas de celulose seca ao ar.

A medida do consumo de vapor, expressa em Joules, facilita a comparação entre plantas que usam vapor em diferentes pressões e temperaturas, além de ser uma prática consagrada no exterior.

No levantamento, para o qual foram comparados os resultados de 2007 de 14 fábricas, o CEVC variou de 1,5 a 6,8 GJ/tsa, com a mediana em 2,9 GJ/tsa (Figura 1). Naturalmente, esses resultados são bastante influenciados pela tecnologia usada (RDH, Enerbatch, Super-Batch, Lo-Solids, Compact Cooking, ITC e Convencional, entre outras) e pela existência ou não de sistema de recuperação de condensados. O con-

As example, provided below are some results for 2007 obtained from the pilot study with 14 pulp mills, conducted by ABTCP and Bachmann & Associados. As in the reports furnished to the participating companies and other interested parties, the names of mills were codified in order to maintain confidentiality.

Specific Consumption of Steam in Cooking

The specific consumption of steam in pulp cooking aims to assess the energy efficiency in this stage of the process. As such, lower values indicate better results.

Specific Consumption of Steam in Cooking (CEVC)

$$\text{CEVC} = \frac{\Sigma (\text{Steam} \times \text{Factor})}{\text{Pulp}}$$

Where:

Steam – amount of steam, of a given pressure class, fed into the digester during the period under analysis, in tons.

Factor – energy equivalence of corresponding steam, in GJ/t of steam.

Pulp – amount of pulp produced, measured through the discharge from the digester, in tons of air-dried pulp.

The steam consumption measure, expressed in Joules, facilitates comparisons among mills that utilize steam with different pressures and temperatures, in addition to being a standard practice abroad.

In the study, in which the results of 14 mills in 2007 were compared, the specific consumption of steam in cooking varied between 1.5 and 6.8 GJ/adt, with a mean of 2.9 GJ/adt (figure 1). Naturally, these results are highly influenced by the technology employed (RDH, Enerbatch, Super-Batch, Lo-Solids, Compact Cooking, ITC, Conventional, etc.) and the existence or not of a con-

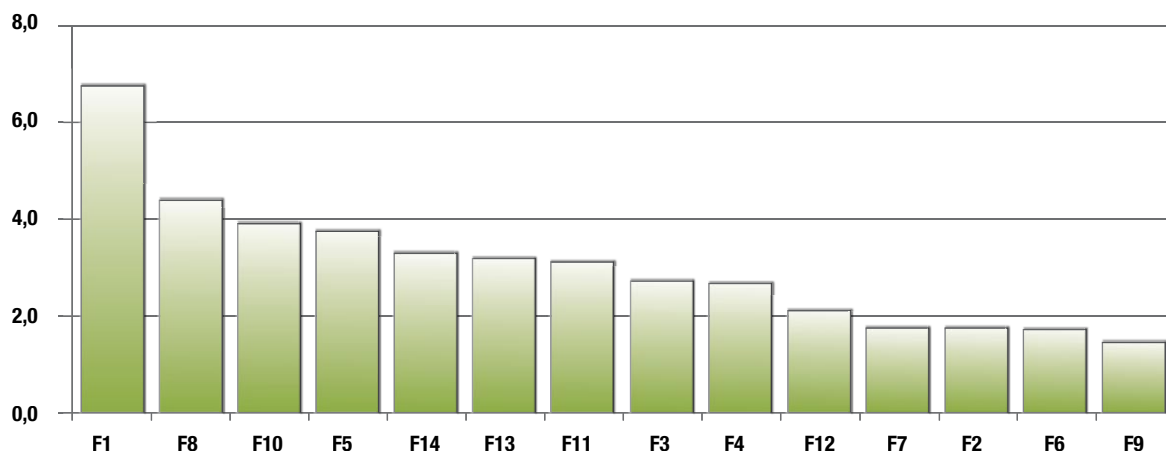


Figura 1 – Consumo Específico de Vapor no Cozimento, GJ/tsa / **Figure 1** – Specific Consumption of Steam in Cooking, GJ/adt

Tabela 1 – Consumo Específico de Vapor no Cozimento (CEVC), GJ/tsa / Table 1 - Specific Consumption of Steam in Cooking (CEVC), GJ/adt

Fábricas Mills	F8	F5	F14	F3	F4	F7	F6	F9	F1	F10	F11	F13	F12	F2	Média Average	Média 20% 20% Average
CEVC	4,4	3,7	3,3	2,7	2,7	1,8	1,7	1,5	6,8	3,9	3,1	3,2	2,1	1,7	3,0	1,6
Fibra Fiber	Longa Long	Curta Short	Curta Short	Curta Short	Curta Short	Curta Short	Curta Short	Curta Short	Curta/longa Short/long	Longa Longa	-	Curta /longa Short/long	Curta/longa Short/long	-		

Nota: A "Média 20%" corresponde à média dos 20% melhores resultados da amostra / Note: The "20% Average" corresponds to the average of the 20% best results in the sample

sumo específico de vapor no cozimento médio das fábricas com processo kraft ficou em 2,8 GJ/tsa, e o das fábricas que processam exclusivamente fibras curtas foi de 2,5 GJ/tsa. Esses valores são significativamente superiores à média dos 20% melhores resultados (1,6 GJ/tsa), uma primeira referência para *benchmarking* (Tabela 1).

Consumo Específico de Vapor na Secadora

O indicador Consumo Específico de Vapor na Secadora (CEVS) mede o consumo específico de vapor usado na secadora de celulose, com o propósito de avaliar a eficiência energética na secagem. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

Consumo Específico de Vapor na Secadora (CEVS)

$$CEVS = \frac{\text{Vapor}}{\text{Celulose}}$$

Onde:

Vapor – quantidade de vapor de baixa pressão (4 kgf/cm² man.) alimentada na secadora de celulose, no período considerado, em toneladas.

Celulose – quantidade de celulose produzida, medida na descarga da secadora de celulose, no período considerado, em toneladas de celulose seca ao ar.

O Consumo Específico de Vapor na Secadora das fábricas de celulose que processam fibras curtas é bastante uniforme (Tabela 2), com uma média de 0,96 t/tsa. Porém, duas fábricas (F1 e F3) apresentaram valores mais baixos, de apenas 0,64 t/tsa (Figura 2). O levantamento não considerou o tipo de celulose produzida nem as características da secadora.

denser recovery system. The average specific consumption of steam at mills with kraft process was 2.8 GJ/adt, while that of mills that exclusively process short fibers was 2.5 GJ/adt. These values are significantly higher to the average of the 20% best results (1.6 GJ/adt), which is the first reference for benchmarking (Table 1).

Specific Consumption of Steam in the Dryer

The Specific Consumption of Steam in the Dryer (CEVS) indicator measures the specific consumption of steam used in the pulp dryer, for purposes of assessing the energy efficiency in the drying process. As such, lower values indicate better results.

Specific Consumption of Steam in the Dryer (CEVS)

$$CEVS = \frac{\text{Steam}}{\text{Pulp}}$$

Where:

Steam – quantity of low pressure steam (4 kgf/cm² man.) fed into the pulp dryer during the period under analysis, in tons.

Pulp – amount of pulp produced, measured through the discharge from the pulp dryer, during the period under analysis, in tons of air-dried pulp.

The Specific Consumption of Steam in the Dryer at pulp mills that process short fibers is quite uniform (table 2), with an average of 0.96 t/adt. However, two mills (F1 and F3) presented lower values, of just 0.64 t/adt (figure 2). This study did not take into account the type of pulp produced or the characteristics of the dryer.

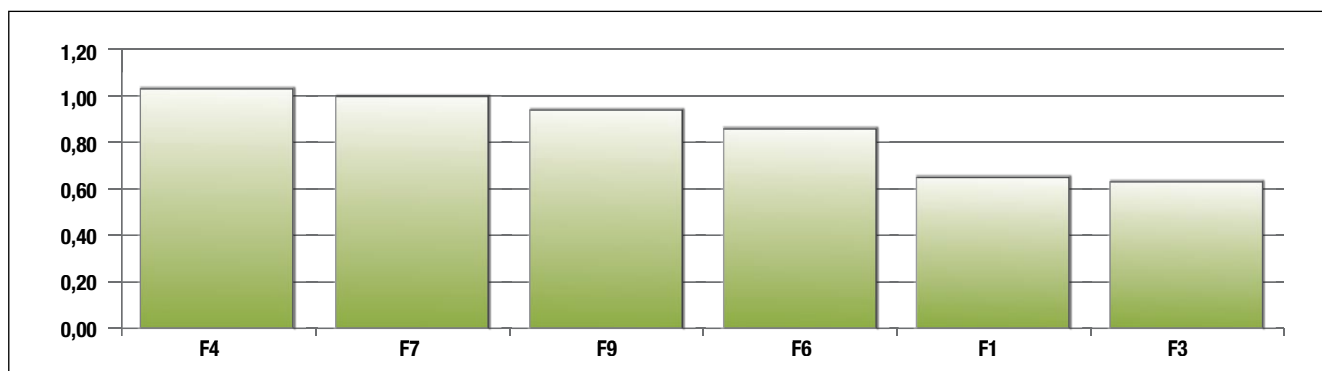
**Figura 2 – Consumo Específico de Vapor (de 4 kgf/cm² man.) na Secadora, t/tsa**

Figure 2 – Specific Consumption of Steam (4 kgf/cm² man.) in the Dryer, t/adt

Tabela 2 – Consumo Específico de Vapor (de 4 kgf/cm² man.) na Secadora, t/tsa*Table 2 - Specific Consumption of Steam (4 kgf/cm² man.) in the Dryer, t/adt*

Fábrica / Mill	F4	F7	F9	F6	Média / Average
CEVS / CEVS	1,02	0,99	0,95	0,86	0,96

Nota: apenas fábricas de celulose que processam fibra curta / Note: Only pulp mills that process short fiber

Consumo Específico de Energia Elétrica

Este indicador mede o consumo específico de energia elétrica na produção de celulose e papel, com a finalidade de avaliar a eficiência energética do processo. Assim, valores menores indicam resultados melhores.

Consumo Específico de Energia Elétrica (CEEE)

$$CEEE = \frac{\text{Energia consumida}}{\text{Celulose} + \text{Papel}}$$

Onde:

Energia consumida – quantidade total de energia elétrica consumida na fábrica (comprada + produzida internamente – vendida) no período considerado, em kWh.

Celulose – quantidade total de celulose para venda, produzida no período considerado, em toneladas de celulose seca ao ar.

Papel – quantidade total de papel para venda, produzida no período considerado, em toneladas.

O Consumo Específico de Energia Elétrica nas fábricas de celulose variou entre 439,9 e 937,5 kWh/tsa, com média de 686,7 kWh/tsa. Nas fábricas integradas, o indicador variou em uma faixa mais ampla: de 212,9 a 1556,2 kWh/t, com média de 778,0 kWh/t (Tabela 3). Na amostra disponível, não foi possível correlacionar o Consumo Específico de Energia Elétrica com a escala de produção. Embora o indicador possa ser calculado tanto para fábricas de celulose quanto para de papel e integradas, a comparação só deve ser feita entre instalações semelhantes. No caso das fábricas integradas, a

Specific Consumption of Electric Energy

This indicator measures the specific consumption of electric energy in the production of pulp and paper, for purposes of assessing the energy efficiency of the process. As such, lower values indicate better results.

Specific Consumption of Electric Energy (CEEE)

$$CEEE = \frac{\text{Energy consumed}}{\text{Pulp} + \text{Paper}}$$

Where:

Energy consumed – amount of electric energy consumed at the mill (purchased + produced internally - sold) during the period under analysis, in kWh.

Pulp – Total amount of pulp for sale, produced during the period under analysis, in tons of air-dried pulp.

Paper – Total amount of paper for sale, produced during the period under analysis, in tons.

The Specific Consumption of Electric Energy at pulp mills varied between 439.9 and 937.5 kWh/adt, the average being 686.7 kWh/adt. In integrated mills, the indicator registered a greater variation, between 212.9 and 1,556.2 kWh/t, the average being 778.0 kWh/t (table 3). In the sample available, it wasn't possible to correlate the Specific Consumption of Electric Energy with the production scale. Although the indicator can be calculated both for pulp mills and integrated pulp and paper mills, comparisons should only be made among similar installations. In the case of

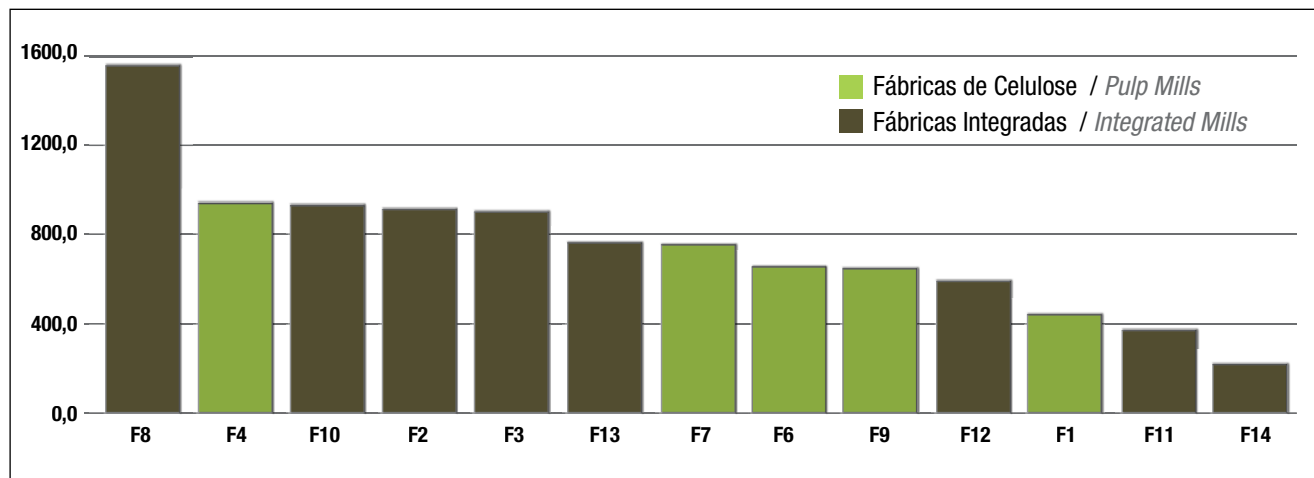
**Figura 3** – Consumo Específico de Energia Elétrica, kWh/t / **Figure 3** – Specific Consumption of Electric Energy, kWh/t

Tabela 3 – Consumo Específico de Energia Elétrica, kWh/t / Table 3 – Specific Consumption of Electric Energy, kWh/t

Fábricas / Mills	F4	F7	F9	F6	F1	F3	F14	F8	F12	F13	F11	F10	F2	Média Average
Celulose / Pulp	937,5	755,6	643,8	656,8	439,9	-	-	-	-	-	-	-	-	686,7
Integrada / Integrated	-	-	-	-	-	899,9	212,9	1556,2	587,0	760,0	372,2	926,8	909,3	778,0

Nota: este indicador foi calculado em kWh/tsa para as fábricas de celulose e em kWh/t (t de papel + tsa de celulose) para as integradas

Note: This indicator was calculated in kWh/adt for the pulp mills and in kWh/t (t of paper + adt of pulp) for the integrated plants

comparação ainda é prejudicada porque algumas delas usam apenas uma parte da celulose para fabricar papel.

Considerações finais

Os levantamentos de *benchmarks* realizados periodicamente pela ABTCP, em parceria com a Bachmann & Associados, permitem que as fábricas de celulose e de papel comparem, de forma segura e sigilosa, seu desempenho com empresas concorrentes. Essa comparação facilita a identificação de pontos para melhoria e mobiliza as equipes na busca das melhores práticas, visando ao aumento da competitividade e da lucratividade.

No aspecto específico da gestão energética, a razoável dispersão dos resultados encontrados no levantamento-piloto, ainda que parcialmente explicada pelas diferenças tecnológicas, aponta oportunidades de ganhos para boa parte das empresas. A medida do efetivo aproveitamento dessas oportunidades poderá ser observada nos resultados dos levantamentos que serão feitos nos próximos anos. ▲

integrated mills, the comparison is still hindered because some of them use only a part of the pulp to produce paper.

Final considerations

The benchmarking studies carried out periodically by ABTCP, in partnership with Bachmann & Associados, allow pulp and paper mills to compare, in a safe and confidential manner, their performance against competing companies. This comparison facilitates the identification of areas for improvement and mobilizes teams in their pursuit of better practices for purposes of boosting competitiveness and profitability.

With regards to energy management aspects, the reasonable dispersion of results obtained in the pilot study point to gain opportunities for most companies. The measurement of these opportunities being effectively tapped will be able to be observed in studies that will be carried out in the following years. ▲

REVISTA **O PAPEL**. QUEM VÊ O SEU ANÚNCIO AQUI NÃO ESQUECE

A revista **O Papel** é o periódico mais importante do mercado de celulose e papel. Trabalhos técnicos, entrevistas, reportagens sobre o setor, novas tecnologias... Tudo passa por suas páginas. São mais de 16 mil leitores atingidos diretamente. Pessoas que fazem o dia-a-dia do mercado e que não podem ficar de fora da estratégia de comunicação da sua empresa.

Revista **O Papel**. A informação que você precisa, e o produto que você procura, você só encontra aqui.



Entre em contato com a ABTCP, por email: relacionamento@abtcp.org.br
ou telefone (11) 3874-2738.

VOCÊ TEM **MUITAS RAZÕES** PARA ASSOCIAR A SUA EMPRESA À ABTCP.



Informação
poder de decisão



Relacionamento
rede de contatos

Capacitação Técnica
valorização de capital humano



Soluções Tecnológicas
competitividade operacional

Entre em contato com a **Central de Relacionamento**
pelo e-mail relacionamento@abtcp.org.br
ou tel. 11 3874-2720/38



ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel
Rua Zequinha de Abreu, 27 - Pacaembu - CEP 01250-050 - São Paulo - SP
Fone: (11) 3874-2720 / 2728 / 2733 / 2738 - Fax: (11) 3874-2730
E-mail: relacionamento@abtcp.org.br Home Page: www.abtcp.org.br

PROPOSTA ASSOCIATIVA PESSOA FÍSICA

Categorias e Taxas Associativas*:

Assinale a melhor opção:

- ☐ **Associado Individual** R\$ 100,00 o semestre
☐ **Associado Aposentado** R\$ 62,00 o semestre (Deverá apresentar comprovante de aposentadoria)
☐ **Associado Estudante** R\$ 49,00 o semestre (Deverá apresentar comprovante de estudante)

Data de término do curso: _____

* Valores vigentes para 2009. Sujeitos a reajustes anuais.

Nome:				
Formação Profissional:				
Data de Nascimento:	/ /	CPF:	RG:	Órgão emissor:
Endereço Residencial:			Bairro:	
Cep:	Cidade:	Estado:		
Fone:	Celular:	Fax:	E-mail:	
Empresa:			Cargo:	
Endereço Comercial:				
Cep:	Cidade:	Estado:		
Fone:	Celular:	Fax:	E-mail:	
Site:				

Endereço para envio de Correspondência: ☐ Residencial ☐ Comercial
Endereço para envio de Cobrança: ☐ Residencial ☐ Comercial
E-mail para envio de informativos: ☐ Residencial ☐ Comercial

Indicado por: _____

> Preenchimento de todos os campos obrigatório <

Direitos do Associado Pessoa Física:

- Recebimento de 1 (um) exemplar da Revista "O Papel" por mês;
- Recebimento de 1 (um) exemplar da Revista "Nosso Papel" por bimestre;
- Recebimento do Clipping Setorial diariamente;
- Desconto nas inscrições em eventos organizados pela ABTCP (sujeito a alterações de acordo com as parcerias);
- Desconto na aquisição de cópias de material técnico de pesquisa no Acervo eletrônico da ABTCP;
- Credencial para participação gratuita nas Exposições organizadas pela ABTCP;
- Direito de publicar o currículo na seção Banco de Currículos no site da ABTCP;
- Acesso à área restrita aos associados no site da ABTCP;
- Direito de visualização total das publicações da ABTCP, no site www.abtcp.org.br

Deveres do Associado Pessoa Física e procedimento de envio da proposta: O associado deve estar em dia com a contribuição associativa para poder usufruir das vantagens acima mencionadas e confere à ABTCP o direito de uso de seu nome para publicação na Revista "O Papel". Caso o pagamento da contribuição não seja efetuado no prazo, o associado está sujeito a perder seus benefícios, só podendo reavê-los depois de ter regularizado sua situação. O prazo de inadimplência é de 2 (duas) contribuições associativas.

A renovação da contribuição associativa será feita automaticamente, após o vencimento dos primeiros 6 meses de associação. O associado deverá informar, por escrito, caso deseje cancelar a sua associação à ABTCP.

Esta proposta poderá ser enviada por fax, correio e ou meio eletrônico (quando a proposta for enviada por meios eletrônicos, por exemplo: e-mail e acesso na home page, o próprio registro do envio caracteriza que a pessoa interessada está ciente dos dados mencionados nesta proposta).

Favor enviar uma foto 3x4 para cadastro da ABTCP.

Diretório de Associados: A ABTCP publica em sua homepage o "Diretório dos Associados". Ele é um banco de dados que contém os dados dos associados (nome, foto, telefone, endereço e e-mail) e é divulgado somente entre associados. Por favor, assinale a seguir sua opção quanto à publicação de seus dados nesse diretório:

- ☐ Autorizo a inclusão de meus dados no Diretório dos Associados da ABTCP
☐ Não autorizo a inclusão de meus dados
☐ Autorizo a inclusão somente dos seguintes dados: _____

Áreas de Interesse:

() Automação () Celulose () Higiene e Segurança do Trabalho () Manutenção () Meio Ambiente () Papel
() Tissue () Treinamento / RH () Recuperação () Revestimento () Outros.

Outra área de interesse: _____

Procedimento para pagamento da 1ª contribuição associativa:

Você tem 02 maneiras de efetuar o pagamento. Assinale uma das opções ao lado: ☐ Boleto bancário ☐ Cartão de Crédito (Visa)

Dados do cartão para débito:

Tipo de cartão: _____

Nome: _____

Número: _____ - _____ - _____

Validade: _____ / _____

Código de Segurança: _____

Para as próximas contribuições, será enviado boleto bancário.

Declaro estar ciente dos dados mencionados nesta Proposta de Associado e aceitar integralmente os Estatutos da ABTCP (disponível em nosso site: www.abtcp.org.br - menu "Institucional").

_____, _____ de _____ de 2008.

Assinatura _____

De acordo ABTCP _____

JÁ ESTAMOS SEGUINDO RUMO À RECUPERAÇÃO?

Carlos José Caetano Bacha
Professor Titular da ESALQ/USP

Apesar de ser cedo para garantir, há claros sinais de que o pior (o chamado “fundo do poço”) já está passando nos mercados de celulose, papéis e aparas. Nos mercados internacionais de celulose ocorreu cenário misto de preços em dólar em maio, seguido de tendência de alta em junho. Já nos mercados internacionais de papéis prevaleceu o cenário misto de preços em junho, assim como no Brasil. O mesmo ocorre nos mercados de aparas no Brasil (nesse último, considerando as cotações em reais).

Em maio passado, os preços em dólar da celulose subiram na China e na Europa, mas caíram nos EUA e no Brasil. No entanto, em junho, os preços em dólar da celulose subiram nessas quatro regiões. Também na Europa, as cotações em euros das celuloses subiram em junho. Uma das possíveis explicações para essa recuperação de preços é a queda dos estoques de celulose na Europa e o bom desempenho das economias dos BIC (Brasil, Índia e China). Apesar dessa recuperação de preços, as cotações atuais ainda são muito inferiores aos picos de meados de 2008 (gráficos 1 e 2). Resta, agora, observar os meses seguintes para saber se essa recuperação dos preços da celulose se mantém.

As cotações em dólar dos papéis indicam piora de situação nos EUA, com expressiva queda dos preços do papel jornal em junho. Enquanto isso, na Europa, os preços da maioria dos papéis caíram em euros em junho, mas, devido à valorização do euro frente ao dólar, essas cotações aumentaram em dólar.

No Brasil, observou-se em junho um cenário misto nas cotações em reais dos papéis. A maioria deles manteve o mesmo preço vigente em maio, mas houve pequena alta no preço do papel off-set e pequena redução no preço do testliner.

No mercado de aparas, o cenário de preços também é misto. A maioria das aparas manteve, em junho, as mesmas cotações em reais que estiveram vigentes em maio, mas com as cotações das aparas de jornal e cartolina 2 caindo e as cotações das aparas

Gráfico 1 - Evolução dos preços da tonelada de celulose de fibra longa nos EUA e Europa (US\$ por tonelada)

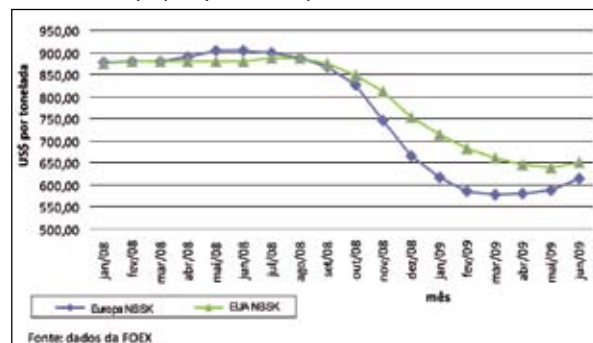


Gráfico 2 - Evolução dos preços da tonelada de celulose de fibra curta na Europa, China e no Brasil (US\$ por tonelada)

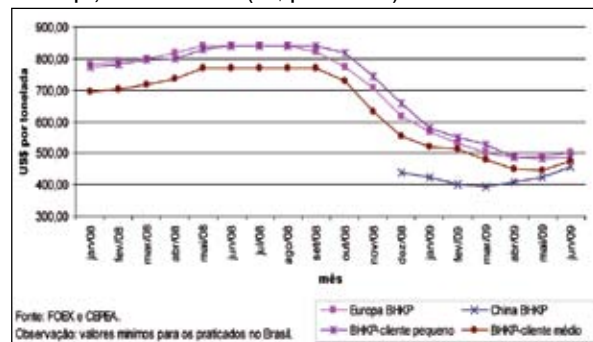


Tabela 1 - Preços médios da tonelada de celulose na Europa - preço CIF - em dólares
Table 1 - Average prices per tonne of pulp in Europe - CIF price - in dollars

	Fev/09 Feb/09	Mar/09 Mar/09	Abr/09 Apr/09	Mai/09 May/09	Jun/09 Jun/09
Celulose de fibra curta / Short fiber pulp	529,34	500,41	484,59	490,56	501,75
Celulose de fibra longa / Long fiber pulp	585,98	577,95	579,51	588,58	613,45

Fonte/Source: Foex

Tabela 2 - Preços médios da tonelada de celulose na Europa - preço CIF - em euros
Table 2 - Average prices per tonne of pulp in Europe - CIF price - in euros

	Fev/09 Feb/09	Mar/09 Mar/09	Abr/09 Apr/09	Mai/09 May/09	Jun/09 Jun/09
Celulose de fibra curta / Short fiber pulp	416,34	382,28	366,19	356,79	357,08
Celulose de fibra longa / Long fiber pulp	460,92	441,42	439,13	428,09	436,73

Fonte/Source: Foex

Tabela 3 - Evolução dos estoques internacionais de celulose (mil toneladas)
Table 3 - International pulp inventories (1000 tonnes)

	Fev/09 Feb/09	Mar/09 Mar/09	Abr/09 Apr/09	Mai/09 May/09
Utipulp ^A	856	769	782	777
Europulp ^B	1.761	1.667	1.467	1252

Fonte/Source: Foex / Nota: "Valor sujeito a retificação / N.d. - não divulgado / A= estoques dos consumidores europeus / B= estoques nos portos europeus
Note: "amount subject to correction; n.a. - data not available. / A = inventories of European consumers / B = inventories in European ports

Tabela 4 - Preços médios da tonelada de celulose e papel-jornal nos EUA - preço CIF - em dólares
Table 4 - Average prices per tonne of pulp and newsprint in USA - CIF price - in dollars

	Fev/09 Feb/09	Mar/09 Mar/09	Abr/09 Apr/09	Mai/09 May/09	Jun/09 Jun/09
Celulose de fibra longa / Long fiber pulp	681,48	656,59	645,87	639,73	651,50
Papel-jornal / Newsprint	719,27	692,48	668,89	618,45	546,90

Fonte/Source: Foex
Nota: o papel jornal considerado tem gramatura de 48,8 g/m² / 30 lb./3000 pés²

Tabela 5 - Preços médios da tonelada de celulose fibra curta na China - em dólares
Table 5 - Average prices per tonne of pulp in China - in dollars

	Fev/09 Feb/09	Mar/09 Mar/09	Abr/09 Apr/09	Mai/09 May/09	Jun/09 Jun/09
Preço / Price	400,24	391,88	409,04	421,67	458,27

Fonte/Source: Foex

Tabela 6 - Preços médios da tonelada de papéis na Europa - preço delivery - em dólares
Table 6 - Average prices per tonne of papers in Europe - delivery price - in dollars

	Mar/09 Mar/09	Abr/09 Apr/09	Mai/09 May/09	Jun/09 Jun/09
Papel LWC(cuchê) / LWC Paper (couchê)	909,01	920,58	958,05	980,79
Papel Ctd WF / Ctd WF Paper	909,59	921,27	954,37	978,32
Papel A-4(cut size) / A-4 Paper (cut size)	1.075,10	1.080,08	1.118,24	1.137,44
Papel-jornal* / Newsprint*	673,39	682,66	712,32	729,07
Kraftliner / Kraftliner	576,92	556,80	560,78	558,15
Miolo / Fluting	358,45	340,61	342,87	341,51

Fonte/Source: Foex / Nota: *o preço do papel-jornal na Europa é CIF
Note: *the price of newsprint in Europe is CIF

brancas do tipo 4 aumentando em relação às cotações vigentes em maio.

MERCADO INTERNACIONAL

As cotações em dólar das celuloses na Europa, EUA e China tiveram diferentes intensidades de altas em junho. Variações diferentes também tiveram as cotações em dólar de papéis similares entre EUA e Europa.

Europa

As tabelas 1 e 2 evidenciam os aumentos, em junho, das cotações dos preços em dólar e em euros, respectivamente, para as celuloses de fibra longa e curta na Europa. A maior elevação percentual foi da cotação da celulose de fibra longa. Observa-se na tabela 1 que esse produto teve aumento de 4,2%, em média, de seus preços entre maio e junho. Isto correspondeu a quase US\$ 25 a mais por tonelada desse produto. Essas altas são, em parte, atribuídas à desvalorização do dólar frente ao euro, mas também ocorrem devido ao aumento em euros das cotações da celulose (que foi de 2% em junho, em relação à cotação média de maio, para o caso da celulose de fibra longa).

A elevação das cotações das celuloses na Europa se deve, em grande parte, à redução dos estoques desse produto na Europa. Observa-se, na tabela 3, que nos últimos três meses há expressivas reduções desses estoques.

Segundo a FOEX, alguns produtores já almejam, para julho, preço de US\$ 660 por tonelada de celulose de fibra longa a ser vendida na Europa. Em final de junho, esse produto era cotado ao preço médio de US\$ 621,36 por tonelada na Europa. Para a celulose de fibra curta, a intenção de preço é de US\$ 530 por tonelada em julho, sendo que em final de junho o mesmo produto foi vendido na Europa ao preço médio de US\$ 505,74 por tonelada.

Em junho houve claro cenário de variações mistas das cotações em euros dos papéis na Europa. Observando os dados da tabela 7 constata-se que os preços em euros dos papéis cuchê e jornal aumentaram em junho em relação às cotações de maio, mas caíram as cotações médias dos papéis cut size, kraftliner e miolo. Mas devido à desvalorização do dólar frente ao euro, as cotações em dólar de todos os tipos de papéis supracitados aumentaram em junho (ver tabela 6).

Segundo a FOEX, ao longo do 1o semestre de 2009, a demanda de papéis foi menor do que em idêntico período de 2008. No entanto, as quedas de demanda têm sido menores nos dois últimos meses, indicando que o mercado de papéis está “piorando menos”. Isto, associado ao aumento dos preços da celulose, explica as pequenas altas de preços em euros de alguns tipos de papéis na Europa. Resta observar se essas altas de preços se generalizam e se mantêm nos próximos meses.

EUA

Em junho, houve aumento de mais de US\$ 20 no preço de cada tonelada de celulose de fibra longa negociada nos EUA. Observa-se na tabela 4 que, em maio, a cotação média vigente para a tonelada desse produto foi de aproximadamente US\$ 640 nos EUA, passando a quase US\$ 652 em junho. Os vendedores

Tabela 7 – Preços médios da tonelada de papéis na Europa – preço delivery – em euros
Table 7 – Average prices per tonne of papers in Europe – delivery price – in euros

	Mar/09 / Mar/09	Abr/09 / Apr/09	Mai/09 / May/09	Jun/09 / Jun/09
Papel LWC / Cuchê	693,83	695,76	696,57	698,06
Papel Ctd WF / Off set	696,23	696,29	693,90	696,31
Papel A-4 / Cut size	820,69	816,43	813,05	809,56
Papel jornal* / Newsprint	513,98	516,34	517,90	518,91
Kraftliner / Kraftliner	440,51	418,95	407,75	398,50
Miolo / Fluting	273,80	253,57	249,32	243,06

Fonte: FOEX / Source: FOEX; Nota: * o preço do papel jornal na Europa é preço CIF / Note: * the price of newsprint in Europe is CIF

Tabela 8 - Preços da tonelada de celulose de fibra curta (tipo seca) posta em São Paulo - em dólares
Table 8 - Prices per tonne of short fiber pulp (dried) put in São Paulo - in dollars

			Abr/09 / Apr/09	Mai/09 / May/09	Jun/09 / Jun/09
Venda doméstica Domestic sales	Preço-lista / List price	Mínimo/Minimum	485	483	488
		Médio/Average	512	502	513
		Máximo/Maximum	570	540	570
	Cliente médio / Medium-size client	Mínimo/Minimum	448	445	476
		Médio/Average	468	464	479
		Máximo/Maximum	485	480	483
Venda externa Export sales			334	319	n.d.

Fonte: Grupo Economia Florestal - CEPEA/ESALQ/USP e MDIC, n.d. valor não disponível. Source: Group of Forestry Economics - CEPEA and MDIC
Nota: Os valores para venda no mercado interno não incluem impostos / Note: The values for sale on the domestic market do not include taxes

Tabela 9 - Preços da tonelada de celulose úmida em São Paulo – valores em dólares
Table 9 - Price per tonne of wet pulp in São Paulo - in dollars

		Mar/09 / Mar/09	Abr/09 / Apr/09	Mai/09 / May/09	Jun/09 / Jun/09
Venda doméstica Domestic sales	Preço-lista / List price	500	475	450	450
	Cliente médio / Medium-size client	465 a 475	425	425	425

Fonte/Source: Grupo Economia Florestal - Cepea /ESALQ/USP

Tabela 10 - Preços médios da tonelada de papel posta em São Paulo - sem impostos - vendas domésticas - em reais
Table 10- Average prices per tonne of paper put in São Paulo - without taxes - domestic sales - in reais

Produto/Product		Mar/09 / Mar/09	Abr/09 / Apr/09	Mai/09 / May/09	Jun/09 / Jun/09
Cut size		2.707	2.707	2.737	2.737
Cartão/Board (resma)/ream	dúplex	2.831	2.831	2.831	2.831
	tríplice	3.333	3.333	3.333	3.333
	sólido/solid	3.933	3.933	3.933	3.933
Cartão/Board (bobina)/reel	dúplex	2.710	2.710	2.710	2.710
	tríplice	3.203	3.203	3.203	3.203
	sólido/solid	3.803	3.803	3.803	3.803
Cuchê/Couché	resma/ream	3.400	3.400	3.400	3.400
	bobina/reel	3.395	3.395	3.395	3.395
Papel offset/Offset paper		2.980	2.980	2.980	2.982

Fonte/Source: Grupo Economia Florestal - Cepea /ESALQ/USP

Tabela 11 - Preços médios da tonelada de papel posta em São Paulo - com impostos - vendas domésticas - em reais
Table 11- Average prices per tonne of paper put in São Paulo - with taxes - domestic sales - in reais

Produto/Product		Mar/09 / Mar/09	Abr/09 / Apr/09	Mai/09 / May/09	Jun/09 / Jun/09
Cut size		3.466	3.466	3.505	3.505
Cartão/Board (resma)/ream	dúplex	3.625	3.625	3.625	3.625
	tríplice	4.268	4.268	4.268	4.268
	sólido/solid	5.036	5.036	5.036	5.036
Cartão/Board (bobina)/reel	dúplex	3.470	3.470	3.470	3.470
	tríplice	4.102	4.102	4.102	4.102
	sólido/solid	4.870	4.870	4.870	4.870
Cuchê/Couché	resma/ream	4.353	4.353	4.353	4.353
	bobina/reel	4.347	4.347	4.347	4.347
Papel offset/Offset paper		3.815	3.815	3.815	3.818

Fonte/Source: Grupo Economia Florestal - Cepea /ESALQ/USP

Tabela 12 – Preços sem desconto e sem ICMS e IPI da tonelada dos papéis miolo, testliner e kraftliner (preços em reais) para produto posto em São Paulo sem ICMS e IPI / Table 12 - Prices without discount for tonne of fluting paper, testliner and kraftliner for product put in São Paulo - Without ICMS and IPI taxes - in reais

		Mar/09 / Mar/09	Abr/09 / Apr/09	Mai/09 / May/09	Jun/09 / Jun/09
Miolo (R\$ por tonelada) Fluting (R\$ per tonne)	Mínimo/Minimum	902	861	861	861
	Médio/Average	1.097	1.074	1.067	1.067
	Máximo/Maximum	1.310	1.310	1.310	1.310
Capa reciclada (R\$ por tonelada) Recycled liner (R\$ per tonne)	Mínimo/Minimum	902	961	961	961
	Médio/Average	1.041	1.056	1.056	1.056
	Máximo/Maximum	1.180	1.150	1.150	1.150
Testliner (R\$ por tonelada)	Mínimo/Minimum	1.590	1.590	1.550	1.530
	Médio/Average	1.645	1.645	1.625	1.615
	Máximo/Maximum	1.701	1.700	1.700	1.700
Kraftliner (R\$ por tonelada)	Mínimo/Minimum	1.476	1.320	1.320	1.320
	Médio/Average	1.602	1.568	1.557	1.557
	Máximo/Maximum	1.877	1.870	1.870	1.870

Fonte: Grupo Economia Florestal - Cepea .Source: Grupo Economia Florestal - Cepea /ESALQ/USP

Tabela 13 – Preços da tonelada de papel kraftliner em US\$ FOB para o comércio exterior – sem ICMS e IPI - Brasil / Table 13 - Prices per tonne of kraftliner paper for export - Without ICMS and IPI taxes - Brazil - Price FOB - in dollars

		Fev/09 / Feb/09	Mar/09 / Mar/09	Abr/09 / Apr/09	Mai/09 / May/09
Exportação (US\$ por tonelada) Export (US\$ per ton)	Mínimo/Minimum	366	351	329	317
	Médio/Average	479	474	435	411
	Máximo/Maximum	624	617	585	488
Importação (US\$ por tonelada) Imports (US\$ per ton)	Mínimo/Minimum	0	328	578	0
	Médio/Average	0	328	578	0
	Máximo/Maximum	0	328	578	0

Fonte: Aliceweb. Source: Aliceweb

Tabela 14 - Preços da tonelada de aparas posta em São Paulo - em reais / Table 14 - Prices per tonne of recycled materials put in São Paulo - in reais

Produto/Product		Maio 09 / May 09			Junho 09 / June 09		
	Tipo Grade	mínimo minimum	médio average	máximo maximum	mínimo minimum	médio average	máximo maximum
Aparas brancas White recycled material	1	1.000	1.030	1.100	1.000	1.030	1.100
	2	500	631	720	500	631	720
	4	320	408	580	350	414	580
Aparas marrons (ondulado) Brown materials (corrugated)	1	180	212	250	180	211	250
	2	150	197	250	150	195	250
	3	140	180	220	140	180	220
Jornal / Newspaper		180	228	300	180	225	300
Cartolina Folding Board	1	240	245	260	240	245	260
	2	250	260	270	250	255	260

Fonte: Grupo Economia Florestal - Cepea .Source: Grupo Economia Florestal - Cepea /ESALQ/USP

Tabela 15 – Importações brasileiras de aparas marrons (código NCM 4707.10.00) – ano de 2009 / Table 15 – Recycled brown waste papers [Code NCM 4707.10.00] – Brazilian import - Year 2009

	Valor em US\$ / US\$	Quantidade (em kg) / Amount kg	Preço médio (US\$ / t) / Average (US\$ / t)
Janeiro / 09 January / 09	10.875	125.000	87,00
Fevereiro / 09 February / 09	10.875	125.000	87,00
Março/09 March/09	10.875	125.000	87,00
Abril/09 April/09	19.575	225.000	87,00
Maio/09 May/09	21.750	250.000	87,00

Fonte: Aliceweb. Source: Aliceweb.

Confira os indicadores de produção e vendas de celulose, papéis e papelão ondulado no site da ABTCP, www.abtcp.org.br.

falam, segundo a FOEX, em solicitar de US\$ 670 a US\$ 680 por tonelada de celulose de fibra longa na América do Norte em julho.

No entanto, as cotações em dólar dos papéis de imprensa estão caindo persistentemente em 2009. Entre junho e fevereiro, o preço da tonelada desse produto reduziu-se em US\$ 172 nos EUA. Segundo a FOEX, essa redução de preços advém da forte queda da demanda de papel jornal nos EUA, a qual se origina da redução da propaganda em jornais, do tamanho das notícias publicadas e das economias de papel pelos jornais.

China

A recuperação dos preços da celulose de fibra curta e seca no mercado chinês é consistente desde abril (ver tabela 5). Apenas em junho, o preço médio da tonelada de celulose de fibra curta na China aumentou US\$ 37 em relação à cotação média vigente em maio. Esses aumentos de preços são atribuídos ao aumento da demanda interna de celulose na China.

MERCADO DOMÉSTICO

As cotações domésticas em dólar da celulose de fibra curta e seca no Brasil acompanharam, em junho, o cenário de alta de preços na Europa. E no mercado de papéis vigorou, também, um cenário misto de preços, mas em reais. O mesmo ocorreu no mercado de aparas.

Mercado de pastas

Observa-se na tabela 8 que ocorreram altas de preços na tonelada de celulose vendida aos clientes pequenos e médios no Brasil. Essas altas são mais próximas às vigentes na Europa do que na China. Por exemplo, o preço-lista médio da tonelada de celulose tipo seca de fibra curta em junho no Brasil foi US\$ 11 superior ao de maio, e o preço médio pago por clientes médios foi US\$ 15 a mais em junho em relação a maio. A alta de preço de produto similar na Europa foi de US\$ 11 por tonelada e, na China, de US\$ 37.

Já no mercado doméstico de celulose úmida observa-se que as cotações ficaram estáveis em junho em relação a suas cotações de maio (tabela 9).

Mercado de papéis

Em junho, a maioria dos preços dos papéis de imprimir, escrever e embalagem manteve as mesmas cotações em reais que estavam vigentes em maio. As exceções foram a pequena alta do preço médio do papel off-set (de R\$ 2 por tonelada, sem incluir impostos) e a queda de R\$ 10 por tonelada de papel testliner (ver as tabelas 10 e 12, respectivamente).

Mercado de aparas

As cotações em reais das aparas também indicaram cenário misto em junho. Houve queda de R\$ 3 no preço médio da tonelada de aparas de jornais e de R\$ 5 por tonelada de aparas de cartolina do tipo 2 em junho em relação às cotações de maio. Já o preço médio das aparas brancas do tipo 4 teve aumento de R\$ 6 por tonelada (tabela 14).

Há relativa estabilidade dos preços das aparas importadas pelo Brasil. Desde o início de 2009, o preço médio das aparas marrons importadas pelo Brasil tem sido de US\$ 87 por tonelada (ver tabela 15).

DIRETORIA EXECUTIVA - Gestão 2008/2009

Presidente:

Alberto Mori

Vice-Presidente:

Lairton Oscar Goulart Leonardi

1º Secretário-Tesoureiro:

Gabriel José

2º Secretário-Tesoureiro:

Jair Padovani

CONSELHO DIRETOR

Alessandra Fabiola B. Andrade/Equipalcool; Alexandre Baron/Clariant; Alexandre Molina/Tesa; Anderson Bonaldi/BASF; André Luis de Oliveira Coutinho/Woodward; Angelo Carlos Manrique/DAG Química; Antonio Claudio Salce/Papirus; Aparecido Cuba Tavares/Orsa; Ari A. Freire/Roll-doctor; Arnaldo Marques/Avebe; Aureo Marques Barbosa/CFF-Federal; Carlos Alberto Farinha e Silva/Pöyry; Carlos Alberto Fernandes/SKF; Carlos Alberto Jakovacz/ Senai-Cetcep; Carlos Alberto Sanchez Fava/Melhoramentos; Carlos de Almeida/Alstom; Carlos Renato Trecenti/Lwarcel; Celso Luiz Tacla/Metso; Cesar Augusto de Matos Gaia/DOW; Claudia de Almeida Antunes/Dupont; Claudinei Oliveira Gabriel/Schaeffler; Cláudio Andrade Bock/Tidland; Darley Romão Pappi/Xerium; Étore Selvatici Cavallieri/Imetame; Francisco F. Campos Valério/Votorantim Celulose e Papel; Gilmar Avelino Pires/Prominent; Haruo Furuzawa/NSK; José Alvaro Ogando/VLC; José Edson Romancini/Looking; Jatyr Drudi Júnior/Nalco; José Gertrudes/Conpacel; José Joaquim de Medeiros/Buckman; José Luiz Dutra Siqueira/Peróxidos; Jürgen Meier/Evonik Degussa; Livia Silva Mello/Contech; Luiz Carlos Domingos/Klabi; Luiz Leonardo da Silva Filho/Kemira; Luiz Mário Bordini/Andritz; Luiz Walter Gastão/Ednah; Manoel Moyses Zauberman/Inpal; Marcelo Ronald Schaalmann/Omya; Marco Antonio Andrade Fernandes/Enfil; Marco Aurélio da Fonseca/Xerium; Marcus Aurelius Goldoni Junior/Schweitzer – Mauduit; Nestor De Castro Neto/Voith; Newton Caldeira Novais/H. Bremer; Nicolau Ferdinando Cury/Ashland; Oswaldo Cruz Jr./Fabio Perini; Paulo Kenichi Funo/GI&V; Paulo Roberto Bonet/Bonet; Paulo Roberto Brito Boechat/Brunnschweiler; Paulo Roberto Zinsly De Mattos/TMP; Pedro Vicente Isquierdo Gonçalves/Rexnord; Rafael Merino Gomes/Dynatech; Renata Pirozzi/Inlacinox; Reynaldo Barros/Corn Products; Ricardo Araújo do Vale/Biochamm; Robinson Félix/ Cenibra; Rodrigo Vizotto/CBTI; Rosiane Soares/Carbinox; Sérgio Kono/1001; Simoni de Almeida Pinotti/Carbocloro; Sonia Pedroso/STI; Valcinei Fernando Bisineli/Golden Fix; Valentin Suchek/Eka Chemicals; Vilmar Sasse/Hergen; Vinícius Alvarenga/Lyon; Waldemar Antonio Manfrin Junior/TGM; Wellington Cintra/ABB.

CONSELHO EXECUTIVO — GESTÃO 2006/2009

Carlos Alberto Farinha e Silva/Pöyry Tecnologia; Celso Luiz Tacla/Metso Paper; Dino Angelo Ranzani/Grupo Orsa; Edson Makoto Kobayashi/Suza-no; Elídio Frias/Albany; Francisco Barel Júnior/Santher; Francisco Cezar Razzolini/Klabi; Floreal Promethee Puig/Aracruz; Jeferson Lunardi/Melhoramentos; João Florêncio da Costa/Votorantim Celulose e Papel; Luiz Eduardo Taliberti/Cocelpa; Nelson Rildo Martini/International Paper; Nestor de Castro Neto/Voith Paper; Pedro Stefanini/Lwarcel; Roberto Nascimento/Peróxidos do Brasil.

DIRETORIAS DIVISIONÁRIAS

Associativo: Ricardo da Quinta

Cultural: Thérèse Hofmann Gatti

Relacionamento Internacional:

Celso Edmundo Foelkel

América do Norte: Lairton Cardoso

• **Canadá:** François Godbout

• **Chile:** Eduardo Guedes Filho

• **Escandinávia:** Taavi Siuko

• **França:** Nicolas Pelletier

Marketing e Exposição: Valdir Premero

Normas Técnicas: Maria Eduarda Dvorak

Planejamento Estratégico: Umberto Caldeira Cinque

Sede e Patrimônio: Jorge de Macedo Máximo

Técnica: Vail Manfredi

REGIONAIS

Espírito Santo: Alberto Carvalho de Oliveira Filho

Minas Gerais: Maria José de Oliveira Fonseca

Rio de Janeiro: Áureo Marques Barbosa, Matathia Politi

Rio Grande do Sul:

Santa Catarina: Alceu A. Scramocin

CONSELHO FISCAL - Gestão 2008/2011

Efetivos:

Gentil Godtdfriedt Filho

Mauro Antonio Cerchiari

Vanderson Vendrame

Suplentes:

Altair Marcos Pereira

Franco Petrocco

Jeferson Domingues

COMISSÕES TÉCNICAS PERMANENTES

Automação – Ronaldo Ribeiro/Cenibra

Celulose – Carlos Santos

Manutenção – Hilário Sinkoc/SKF

Meio Ambiente – Nei Lima

Papel – Julio Costa/SMI

Comissão Técnica de Papel Reciclado – Alfredo Leon

Recuperação e Energia – César Anfe/Lwarcel

Recursos Humanos – Deyzi Weber/Sindus

Revestimento e Acabamento – Rui Vogt/Dow

Segurança do Trabalho e Saúde Ocupacional

Tissue – Edison da Silva Campos

COMISSÕES DE ESTUDO – NORMALIZAÇÃO

ABNT/CB29 – Comitê Brasileiro de Celulose e Papel

Superintendente: Maria Eduarda Dvorak (Regmed)

Aparas de papel

Coord: Manoel Pedro Gianotto (Klabi)

Ensaio gerais para chapas de papelão ondulado

Coord: Maria Eduarda Dvorak (Regmed)

Ensaio gerais para papel

Coord: Leilane Ruas Silvestre (Suzano)

Ensaio gerais para pasta celulósica

Coord: Daniel Alínio Gasperazzo (Aracruz)

Ensaio gerais para tubetes de papel

Coord: Hélio Pamponet Cunha Moura (Spiral Tubos)

Madeira para a fabricação de pasta celulósica

Coord: Luiz Ernesto George Barrichelo (Esalq)

Papéis e cartões dielétricos

Coord: Milton Roberto Galvão

(MD Papéis – Unid. Adamas)

Papéis e cartões de segurança

Coord: Maria Luiza Otero D'Almeida (IPT)

Papéis e cartões para uso odonto-médico-hospitalar

Coord: Roberto S. M. Pereira (Amcor)

Papéis para fins sanitários

Coord: Ezequiel Nascimento (Kimberly-Clark)

Papéis reciclados

Coord: Valdir Premero (ABTCP)

Terminologia de papel e pasta celulósica

Coord: -

ESTRUTURA EXECUTIVA

Gerência Institucional

Central de Relacionamento: Ana Paula Assis e

Fernanda G. Costa Barros

Contas a Pagar: Margareth Camillo Dias

Coordenador Administrativo e Financeiro: Abdo

Geosef Tufik Bandouk

Coordenadora de Comunicação: Patrícia Capo

Coordenadora de Relações Institucionais: Claudia Cardenette

Diagramação: Juliana Tiemi Sano Sugawara

Financeiro: Viviane Aparecida Alves Santos

Gerente Institucional: Francisco Bosco de Souza

Recursos Humanos: Solange Mininel

Revistas e Publicações: Luciana Perecin e Marina Faleiros

Recepção: Ariana Pereira dos Santos

Tecnologia da Informação: James Hideki Hiratsuka

Zeladoria / Serviços Gerais: Nair Antunes Ramos e Messias Gomes Tolentino

Gerência Técnica

Capacitação Técnica: Alan Domingos Martins, Denise Peixoto de Araújo e Viviane Nunes

Coordenadora de Capacitação Técnica:

Patrícia Féra de Souza Campos

Coordenadora de Eventos: Milena Lima

Coordenadora de Normalização: Cristina Dória

Coordenador de Soluções Tecnológicas: Celso Penha

Gerente Técnico: Afonso Moraes de Moura

ANO 2009

CALENDÁRIO DE EVENTOS



Agosto

COMISSÃO TÉCNICA	DATA	EVENTO	LOCAL
PAPEL	19-20	Encontro de operadores maquina de revestimento	FATEB - SC
RECUPERAÇÃO	27	19º Seminário de recuperação	FAAP - SP
MEIO AMBIENTE	06	Mesa-redonda sobre paradigmas do setor (Eucalipto, Dioxinas e consumo de água)	ABTCP - SP
CELULOSE	11	Mesa-redonda sobre o consumo de água no branqueamento	ABTCP - SP

Setembro

COMISSÃO TÉCNICA	DATA	EVENTO	LOCAL
MANUTENÇÃO	1	Mesa-redonda - Seminário ABRAMAN	RECIFE - PE
	15-16	Curso de fabricação de papel	ABTCP - SP

Outubro

COMISSÃO TÉCNICA	DATA	EVENTO	LOCAL
PAPEL	27	Mesa-redonda sobre competitividade do papel	Congresso ABTCP-PI
RECURSOS HUMANOS	27	Mesa-redonda sobre recrutamento e seleção	Congresso ABTCP-PI
MANUTENÇÃO	28	Mesa-redonda sobre sustentabilidade e seus subtemas associados: conservação dos recursos naturais, redução de consumo de energia	Congresso ABTCP-PI
SEGURANÇA E SAÚDE	28	Mesa-redonda sobre ergonomia	Congresso ABTCP-PI
RECUPERAÇÃO E ENERGIA	29	Mesa-redonda sobre o impacto dos NPE's no ciclo de recuperação, ações e medidas mitigatorias	Congresso ABTCP-PI

INFORMAÇÕES:

Central de Relacionamento ABTCP,

tels. (11) 3874-2720 / 2738

ou pelo email: relacionamento@abtcp.org.br



Nosso Centro de Treinamento foi criado para reduzir o desgaste de um de seus equipamentos mais valiosos: os colaboradores.

A NSK trabalha dia e noite para colocar no mercado de papel e celulose rolamentos de altíssima performance, que reduzem o tempo das paradas para manutenção e garantem mais produtividade. Mas nós não estamos preocupados apenas com suas máquinas. Acreditamos que quanto mais capacitados seus colaboradores estão, melhor ainda será o desempenho da sua empresa. É por isso que a NSK é a única empresa do setor a oferecer exclusivamente para esse mercado o CCTM, um Centro de Capacitação e Treinamento Móvel que vai até seus colaboradores. É a NSK indo muito além do que você espera. Mais informações: treinamento@nsk.com – Tel.: (11) 4744-2591.



BTC
(Brazilian Technology
Center)



CCTM
(Centro de Capacitação e
Treinamento Móvel)



In Company

MOTION & CONTROL
NSK

