

o papel®

REVISTA MENSAL DE TECNOLOGIA EM CELULOSE E PAPEL - ANO LXX N° 05 MAIO 2009
MONTHLY MAGAZINE OF PULP AND PAPER TECHNOLOGIES - YEAR LXX, NO. 05, MAY 2009

RECURSOS HÍDRICOS

Os esforços dos
fabricantes do setor
para reduzir as taxas
de consumo de água
em suas plantas

WATER RESOURCES

The efforts of pulp and
paper makers to reduce
water consumption
levels in their mills



ENTREVISTA — RUY CORTEZ DE OLIVEIRA E JORGE SANO, DIRETORES DO KAIZEN INSTITUTE, FALAM SOBRE OS CONCEITOS E PRÁTICAS ENVOLVIDOS QUANDO O ASSUNTO É A MELHORIA DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

INTERVIEW — KAIZEN INSTITUTE DIRECTORS RUY CORTEZ DE OLIVEIRA AND JORGE SANO TALK ABOUT THE CONCEPTS AND PRACTICES INVOLVED WHEN THE SUBJECT IS INDUSTRIAL PROCESS IMPROVEMENTS



Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel



O universo do **CONHECIMENTO** está à sua espera na ABTCP. **Basta você chegar!**

Pós-Graduação ABTCP/UFV

Inscrições até 30 de junho/2009

Início do curso: 07 de agosto de 2009

Duração do curso: 18 meses

Carga horária: 480 horas

Disciplinas do Curso:

- Estrutura anatômica e química da madeira
- Tecnologia de celulose
- Química e tecnologia do branqueamento da celulose
- Ciclo de recuperação química do processo Kraft
- Tecnologia do papel
- Propriedades do papel
- Controle ambiental na indústria de celulose e papel
- Estatística aplicada à indústria de celulose e papel
- Embalagens
- Reciclagem de papéis
- Gestão da produção
- Automação e controle do processo

A ABTCP, em parceria com a UFRV, está com inscrições abertas para o Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Celulose e Papel, em São Paulo-SP.

Portanto, se você sente que a sua carreira tem de avançar na velocidade da tecnologia, corra em direção ao seu futuro! Assim, você não será esquecido pelo mercado de trabalho.

Informações na ABTCP, tel. (11) 3874-2710

e-mail: posgraduacao@abtcp.org.br ou acesse www.abtcp.org.br



Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

Natureza empresarial

BANCO DE IMAGENS ABTCP



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

Cada empresa tem a própria história para contar sobre seu relacionamento organizacional com o meio ambiente e, em especial, com a água na produção de celulose e papel. Assim como experiências de vida, algumas relações empresariais com a água são dignas de prêmio e reconhecimento público – como no caso da Lwarcel.

Hoje, a empresa tem um dos menores consumos específicos de água do setor no Brasil e, provavelmente, um dos menores do mundo, como afirma Pedro Stefanini, gerente industrial da Lwarcel, em nossa Reportagem de Capa.

O apelo para reduzir o consumo de água nos processos, na maior parte dos casos, é puramente ambiental. “O custo da água ainda é muito baixo no Brasil, mas há outros aspectos que temos de levar em consideração, como redução de efluentes”, diz Wanderlei Peron, especialista ambiental da IP, também entrevistado para a matéria de capa desta edição. Peron explica que os projetos que instigam o reaproveitamento de água no processo são os que surtem mais efeito para a redução de consumo.

Há de se avaliar, então, caso a caso, a melhor relação custo-benefício sobre o investimento em tecnologias para gestão do uso da água e de efluentes. Isso atualmente

está na pauta de todas as empresas, devido à pressão para reduzir custos e otimizar processos. Como cada caso é um caso, a implementação de melhorias nos processos, bem como reestruturações, devem ser feitas com foco na geração de ganhos financeiros.

Embora os tempos de crise econômica tenham lançado diversos desafios ao setor, um dos pontos positivos está no fato de terem trazido consigo maior atenção e critério na avaliação dos investimentos tecnológicos. Mudar por mudar simplesmente não gera inovação; a mudança precisa ocorrer de forma contínua em prol da eficiência dos processos e das organizações. Quando se tem a melhoria contínua como essência, a infraestrutura da inovação é realidade.

A Entrevista do mês, realizada com Ruy Cortez de Oliveira e Jorge Sano, diretores do Kaizen Institute, aborda experiências de organizações com processos de mudança, melhoria contínua e reorganização. Um dos pontos principais observados pelos consultores refere-se à falta de planos de ação relacionados à aplicação de ferramentas de gestão, com estímulo à inovação, bem como integração de novas idéias com foco em melhorias. “Destá forma, muitas vezes os resultados de cada área se perdem no contexto geral da empresa e não se refletem em ganho financeiro”, avaliam. ▲

Corporate nature

Each company has its own story to tell about its organizational relationship with the environment, especially when it has to do with water in the pulp and paper production process. Just like in real life, some corporate relationships with water deserve a prize as well as public recognition. We're talking here about Lwarcel.

Today this company has one of the sector's lowest water consumption rates in Brazil and most likely one of the lowest rates in the world claims Pedro Stefanini - Lwarcel's industrial manager in our Cover Story.

The appeal toward reducing water consumption in the processes is merely environmental in most cases. "The cost of water in Brazil is still pretty low, but there are other aspects that should be taken into consideration such as effluent reduction", says Wanderlei Peron - IP Environmental Specialist - also interviewed for this issue's cover story. Peron explains that projects that prompt water reutilization in the process are the ones which are more effective in reducing consumption.

Therefore, case-by-case should be assessed so that the best cost-benefit alternative for the investment in water utilization and effluent technologies are made. This is, indeed, a major

concern for all the companies these days due to the pressure to reduce costs and optimize processes. As each case is unique, the improvement implementation in the processes as well as restructuring should be made so that it generates earnings.

This time of crisis has challenged the sector in many ways; however, one of the positive points is that such challenges have somehow made people more attentive and discriminating when assessing technological investments. Changing for the sake of changing will not generate innovation. This change should be an ongoing one aiming at the efficiency of processes and organizations. When continuous improvement is the key element, the innovation infrastructure becomes real.

In this month's Interview we present Ruy Cortez de Oliveira and Jorge Sano - Kaizen Institute directors talking about companies' experience with the changing process, continuous improvement and reorganization. According to the consultants, one of the major issues has to do with the fact that companies lack action plans in terms of management tool application such as innovation stimulus as well as the integration of new ideas aiming at improvement. "This way, many times each department's results remain unperceived in the company as a whole and as such do not generate earnings", they say. ▲

GOLDEN FIX
SISTEMAS DE FIXAÇÃO

Qualidade e tecnologia mundiais em favor de sua empresa

Confie em marcas que são referência mundial em qualidade e tecnologia. Svecom® e Mario Cotta® são marcas distribuídas exclusivamente no Brasil pela Golden Fix.



SVECOM P.E.
Alta tecnologia em movimentação e fixação de bobinas



mario cotta
A melhor performance em sistemas de cortes.



Golden Fix

R. Francisco Parolin, 358 B
Parolin Curitiba/Pr - Brasil

Tel: +55 41 3332.0033
Fax: +55 41 3023.7343

www.goldenfix.com.br
vendas@goldenfix.com.br

gpa@prospem.com.br

Conhecimento é poder.

E com essas vantagens de acesso a ele, querer também é.



- 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)

Seja um associado ABTCP.

Para sua informação, não há melhor negócio no setor.

Ser um associado ABTCP é a escolha certa para quem busca relacionamentos e capacitação técnica no setor de celulose e papel. O associado ABTCP ganha desconto no congresso anual organizado pela entidade, descontos nas inscrições de outros eventos técnicos e o acesso total ao Acervo eletrônico da ABTCP.

Recebe também um exemplar mensal da revista O Papel e um trimestral da revista Nosso Papel, além de credencial para a participação gratuita na Exposição Anual de Celulose e Papel. As vantagens não param por aí. Na internet ele tem acesso à área restrita do site, com informações exclusivas sobre o mercado, ciência e tecnologia, pode ler todas as publicações da ABTCP e ainda publicar o currículo na seção "Banco de Currículos" e no informativo eletrônico da entidade.

Preencha a ficha no verso e associe-se. Ou entre em contato com a Central de Relacionamento para associar sua empresa.

Conhecimento é algo que ninguém apaga. Nem o tempo...



Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

relacionamento@abtcp.org.br

ou ligue: (11) 3874-2738/2728/2720



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: _____

Procedimento para pagamento da 1ª contribuição associativa:

Você tem 02 maneiras de efetuar o pagamento. Assinale uma das opções ao lado: Boletim 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 _____

09 ENTREVISTA

Interview

DIVULGAÇÃO KAIZEN INSTITUTE



Ruy Oliveira e Jorge Sano

Busca por melhorias precisa gerar ganhos financeiros

CADERNO ABTCP *ABTCP Section*

15 | ATIVIDADES ABTCP e GALERIA DO SETOR
ABTCP's Activities and Sector's Gallery



Capa: Criação Fmais

Ano LXX Nº05 Maio/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 # 05 May/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: patriciaacapo@abtcp.org.br

Conselho Editorial Executivo / *Executive Editorial Council:*

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

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 (EFGP, 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 Orcotoma (PAPRICAN, Canadá), Jurgen 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),

CADERNO ABPO *ABPO Section*

16 | ARTIGO ABPO *ABPO Article*
Cursos e treinamentos na ABPO
por Juarez Pereira

17 | COLUNA ABPO *ABPO Column*
Embalagem é investimento, e não custo!
por Paulo Sérgio Peres

CADERNO BRACELPA *BRACELPA Section*

19 | COLUNA BRACELPA *Bracelpa Column*
Em busca do futuro
por Elizabeth de Carvalhaes

20 | REPORTAGEM BRACELPA *Bracelpa Report*
Setor retoma exportações de celulose em março

25 | ATIVIDADES BRACELPA *Bracelpa Activities*

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 Capó - 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@groupenp.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 emittentes. 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.*

REPORTAGEM

DIVULGAÇÃO CENIBRA



26 REPORTAGEM DE CAPA

Cover Story

Apesar da abundância, recursos hídricos exigem boa gestão

Investimentos em equipamentos e no fechamento de circuitos muitas vezes não se pagam, mas as companhias do setor acreditam que devem preocupar-se com o meio ambiente e pensar no futuro, quando a água poderá não ser mais tão acessível

SÉRIE ESPECIAL

“Cenários e Perspectivas Setoriais” - Artigo 1

Special Series “Industry Scenarios and Perspectives” - Article 1

37 O futuro do setor de papel e celulose a partir de uma ótica brasileira

Por Marcos Avó e Ricardo Altmann

ARTIGOS TÉCNICOS

Peer-reviewed articles

- 43** | A CONVENÇÃO DE ESTOCOLMO E A INDÚSTRIA DE CELULOSE E PAPEL - PARTE II
- 56** | COMPARAÇÃO DAS CINÉTICAS DE BRANQUEAMENTO NO ESTÁGIO FINAL DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO DAS SEQUÊNCIAS DE BRANQUEAMENTO DE_{OP}DP E OQ(PO)DP
- 69** | EXTRAÇÃO DE LIGNINA DE BIOMASSA DE MADEIRA MEDIANTE UMA SOLUÇÃO HIDROTRÓPICA

INFORME TÉCNICO *Technical Report*

- 83** | BENCHMARKING DE INDICADORES DE AUTOMAÇÃO NA INDÚSTRIA DE CELULOSE
por Dorian L. Bachmann e Ronaldo N. Ribeiro

- 87** | INDICADORES DE PREÇOS
Data of the industry - prices

- 90** | DIRETORIA
Board of Directors

ÍNDICE DE ANUNCIANTES	
AVEBE	18
CARBINOX	21
CENTROPROJEKT	24
GOLDEN FIX	03
NSK	4ª capa
PROMINENT	08
ROLLDOCTOR	22
SKF	14
TECNOSAN	34
TIDLAND	17
VOITH	31

O PAPEL IN ENGLISH

12 - Interview

The search for improvement must generate profit

23 - Bracelpa Report

Sector resumes pulp exporting in March

📖 Read the English version of the article *Future of the pulp and paper sector from Brazilian perspective - Special series* at www.abtcp.org.br.

32 - Cover Story — Despite still plentiful, water resources demand for good management

Investments in equipments and circuits closure are very often an economically inconvenient move, but sector's companies are convinced they must concern about environment and think on the future, when water might become not so easily available

TECHNICAL ARTICLES

43 - The Stockholm Convention and the pulp and paper industry - Part II

56 - Comparison of bleaching kinetics in the final hydrogen peroxide stage of DE_{OP}DP and OQ(PO)DP bleaching sequences

69 - Lignin extraction from wood biomass by a hydrotropic solution

TECHNICAL REPORT

83 - Benchmarking of automation indicators in the pulp industry

Aplicação de Dióxido de Cloro em Indústrias de Papel



Bello Zon®



SVP-Pure®

A ProMinent completa 12 anos de excelência no mercado brasileiro de tratamento de água e dosagem de químicos.

Com a instalação da nova fábrica da ProMinent no Brasil, serão produzidos sistemas completos para atender as solicitações de cada cliente.

As unidades Bello Zon® e SVP-Pure® são o que existe de mais moderno em termos de tecnologia de geração de dióxido de cloro pelos processos Clorito/Ácido e Clorato de Sódio + Peróxido de Hidrogênio + Purate®/Ácido Sulfúrico. Esses equipamentos empregam sistemas de dosagem das matérias primas controladas por microprocessadores de última geração, que atuam em função de sinais proporcionais das vazões a serem tratadas ou de residuais de dióxido de cloro na água.

O gerador Bello Zon®, com capacidade de 5 até 10.000 g de ClO_2/h , e o gerador SVP-Pure®, que possui capacidade de 300 até 100.000 g de ClO_2/h , são projetados para diversas necessidades de geração, operando com matérias primas diluídas ou concentradas.

A ProMinent proporciona soluções confiáveis para indústrias de papel e celulose de maneira eficiente e econômica.

Busca por melhorias precisa gerar ganhos financeiros

Por Marina Faleiros

Uma pesquisa publicada em março pela consultoria Deloitte apontou que, das 259 empresas brasileiras consultadas, 86% estavam ou já estiveram envolvidas em algum processo de reorganização. Para mais da metade dos empresários entrevistados, o processo de reorganização é necessário, pois está diretamente ligado à busca de novos mercados e à necessidade de expansão dos negócios. “Mas é preciso lembrar que a cultura de mudanças precisa estar dentro das empresas, ser uma busca contínua por melhoria, e não apenas um espasmo esporádico, no qual o executivo acha que fez uma mudança que será suficiente para vários anos seguintes”, comenta **Ruy Cortez de Oliveira**, diretor do Kaizen Institute, entrevistado do mês na revista *O Papel* juntamente com o também diretor **Jorge Sano**.

Segundo os consultores, as empresas brasileiras estão abertas à aplicação de ferramentas de gestão para estimular a inovação e a integração de novas idéias que permitam melhorias, porém geralmente não as associam a um plano de ações. Assim, muitas vezes os resultados de cada área se perdem no contexto geral da empresa e não se refletem em ganho financeiro. “A alta administração precisa conhecer os processos de melhoria que estão sendo trabalhados e utilizá-los de forma estratégica para que os resultados apareçam”, pontua Sano. Os dois são adeptos da metodologia Kaizen, palavra japonesa que significa “mudança para melhor” e que ganhou projeção ao ser aplicada na montadora Toyota, onde cada funcionário é estimulado a contribuir com temas que podem resultar em melhores processos de produção.



DIVULGAÇÃO / KAIZEN INSTITUTE

Oliveira e Sano reforçam que a melhoria contínua deve estar na cultura da empresa e ocorrer sempre de maneira estruturada

O Papel – As empresas já sabem que precisam buscar mudanças constantemente e trabalham para isso. Mesmo assim, esse tema sempre volta aos debates. Por que isso acontece?

Ruy Cortez de Oliveira – Na verdade, as pessoas estão gastando uma energia muito grande na busca por melhorias, mas muitas vezes não têm um objetivo certo a alcançar. Dentro das companhias, é comum vermos grupos de funcionários trabalhando por melhorias de maneira isolada, sem

que haja a aplicação de uma estratégia comum de melhoria contínua. Para que isso aconteça, é preciso que adotem um modelo de direcionamento de cima para baixo, mas que a construção e as idéias dessas melhorias venham de todos os departamentos, até mesmo do chão de fábrica. Caso não exista um modelo certo e um objetivo claro para todos, o principal executivo da empresa vai precisar sempre perder muito tempo explicando por que uma melhoria pode ser aplicada e outra não, obtendo

resultados apenas pontuais. No final, ninguém vê resultado no caixa, não entra dinheiro das melhorias aplicadas. É muito comum vermos melhorias do tipo “pop corn”: pulam aqui e ali dentro da empresa, mas sem que haja coordenação entre si.

O Papel – As empresas realmente estão trabalhando por melhorias reais ou perdendo tempo com processos inúteis?

Oliveira – As empresas estão, sim, fazendo melhorias, mas faltam

ferramentas consistentes para mostrar resultados. O modelo não pode ter burocracia, pois ao longo do tempo a atividade deve ser corriqueira e fazer parte da cultura da empresa. Além disso, quando se pensa em melhoria, é preciso que os funcionários considerem se é replicável para outras áreas e identifiquem o grau de comprometimento da administração para fazer com que chegue ao negócio como um todo. Se as pessoas simplesmente inventam melhorias que não podem sair de suas áreas, é como ficar reinventando a roda o tempo todo, um desperdício de tempo e recursos, pois uma área vai fazer o processo de uma forma, enquanto outra vai pensar de forma totalmente diferente. Por fim, cada vez mais passam a discutir modelos de aplicação de melhorias em vez de atacarem o problema em si.

O Papel – *Um dos objetivos da melhoria de processo na indústria é sempre reduzir os desperdícios. Qual a visão dos senhores sobre esse tema?*

Oliveira – A taxa de desperdício ainda é bastante grande. Para se ter idéia, nos últimos trabalhos de consultoria que fizemos, a perda de produtividade ficava entre 25% e 75%. Para acabar com essas falhas, é sempre preciso mudar a forma como se olham os processos.

Jorge Sano – As empresas ainda não aprenderam a olhar seus desperdícios de uma maneira macro. Na verdade, desperdício é tudo aquilo que não agrega valor para o negócio. Esse conceito ainda não está claro, pois os sistemas internos das companhias acabam oficializando tais perdas como normais no processo. Por isso, é preciso que as empresas invistam em ferramentas que façam um diagnóstico mais preciso, de modo a mudar o prisma de quem olha as perdas no processo. Geralmente, quando as empresas se dão conta das perdas, ficam espantadas, e o primeiro passo para mudanças reais é tomar consciência de que existe desperdício e fazer a mensuração exata de seu tamanho.

O Papel – *Existe alguma área mais crítica nas empresas em termos de desperdício?*

Oliveira – Na área industrial, sempre é mais fácil perceber os desperdícios. Praticamente em todo negócio existe a regra de que apenas 5% das atividades agregam valor, enquanto os 95% restantes são necessários ao negócio, mas não influem diretamente nos ganhos da companhia. Numa fábrica de papel, por exemplo: se é preciso transportar uma bobina para um armazém muito distante, isso não está agregando valor ao produto. Não adianta comprar uma empilhadeira muito cara que vai aumentar a velocidade de transporte, pois se trata de um investimento que não agrega valor. O cliente não está pagando para o fabricante carregar a bobina de um lado para outro da fábrica, mas sim para ter o papel, pelas suas características físicas e químicas. Isto é muito comum nas empresas: investir em algo que não agrega valor.

O Papel – *Em tempos de crise como o atual, o corte de custos é uma constante. Os senhores consideram este momento ideal para repensar processos e cortar gastos?*

Oliveira – O ideal não é cortar custos, mas sim gerenciá-los. Se simplesmente o executivo sai cortando custos num momento crítico, pode ser que tire verba de coisas importantes para o negócio. Só com uma visão clara dos reais desperdícios é possível fazer um corte mais adequado. No momento de crise, o executivo precisa ser ainda mais seletivo nos cortes, pois pode ser que uma retomada do mercado venha logo em seguida e que ele não consiga manter seu negócio plenamente ativo.

Sano – É óbvio que, na crise, cortar custos é a forma mais rápida para recuperar o fôlego em um negócio, mas é preciso focar em áreas que não agregam valor. Hoje, muitos gerentes saem cortando o máximo possível, na maior parte das áreas, sem analisar realmente as perdas do processo.

O Papel – *A recente pesquisa da Deloitte apontou que 86% das empresas*

estão em processo de reorganização ou já passaram por isso. Alterar processos é sempre algo positivo?

Oliveira – Acredito que sim, mas é preciso lembrar que a cultura de mudanças precisa estar dentro das empresas, ser uma busca contínua por melhoria, e não apenas um espasmo esporádico, no qual o executivo acha que fez uma mudança que será suficiente para vários anos seguintes. É preciso ter visão de longo prazo. Acontece que nós, ocidentais, temos esta cultura de fazer uma mudança e achar que dali para a frente ficará tudo bem. A mudança tem de seguir o princípio do Kaizen – ser contínua, para todas as pessoas, em todos os lugares e todos os dias.

Sano – O que interessa para a organização é o método, a realização das melhorias de maneira estruturada, para que todos os resultados se somem em um único caminho, focados em índices estratégicos. Hoje, quase todas as empresas utilizam ferramentas de melhorias, qualidade e produtividade, mas falta a filosofia de continuidade contida no Kaizen. A alta administração precisa conhecer os processos de melhoria que estão sendo trabalhados e utilizá-los de forma estratégica para que os resultados apareçam.

Oliveira – Um exemplo prático para isso, se pensarmos numa fábrica de papel, é investir na melhoria de uma máquina para aumentar produtividade, mas deixar de lado o comercial, que não consegue escoar o produto. De que adianta melhorar uma área se os outros departamentos não acompanham? Em vez de melhorar a saída de produto, aumenta-se a entrada de matéria-prima... É como abrir um chuveiro sobre um ralo que não dá vazão. É preciso uma visão conjunta de como melhorar o resultado da organização, se a questão é vender mais, produzir mais rápido ou entregar de forma diferenciada. Muitas empresas dizem que praticam o Kaizen, mas com que intuito? A maioria nem sabe o resultado financeiro proporcionado no final das contas, ainda não ganhou dinheiro com as melhorias. ▲

Sua produção como você sempre sonhou:

fmais



de um lado entra competência, do outro sai lucro.

Soluções tecnológicas ABTCP

- Avaliação gerencial
- Máquinas de Papel mais produtivas
- Melhor gestão de matérias-primas e insumos
- Papel com mais qualidade
- Gestão da manutenção
- Desenvolvimento de RH
- Otimização da Logística
- Software de Gestão da Produção

A ABTCP possui uma equipe técnica de consultores associados para prestar à sua empresa um serviço de assistência técnica, com foco na melhoria do desempenho da indústria de celulose, papel, fornecedores e convertedores do setor.

A equipe estuda cada detalhe da empresa e propõe ações, para aperfeiçoar a gestão e os processos, reduzir perdas e elevar a produtividade da produção, transformação, acabamento, manutenção e meio ambiente. Os projetos são personalizados, com resultados pré-estabelecidos, e a transferência de known how para empresa é completa, com retorno garantido sobre o investimento.

Soluções tecnológicas ABTCP. Para melhorar desempenho, não há melhor serviço.

Ligue para a ABTCP e conheça melhor o que ela pode fazer pela sua empresa e pelos seus resultados.

Contatos: Celso Penha, tel. (11) 3874-2718 ou e-mail: celsopenha@abtcp.org.br

The search for improvement must generate profit

By Marina Faleiros

A recent survey carried out by Deloitte Consultancy involving 259 Brazilian companies was published last March, and shows that 86% of these companies have already undergone some sort of reorganization process. For over half of the entrepreneurs interviewed, the reorganization process is necessary since it's connected with the search for new markets and the need to expand the business. "But it's important to bear in mind that this change culture needs to be part of the mindset of companies. It has to be an ongoing search for improvement and not only a sporadic spasm in which the executive thinks he has made changes that will last for years to come", points out **Ruy Cortez de Oliveira**, Kaizen Institute director who along with director **Jorge Sano** have been interviewed by this month's *O Papel* magazine.

According to consultants, Brazilian companies are open to the use of management tools which stimulate innovation and integrate new ideas which lead to improvement. However, they do not make a connection between this and an action plan and many times the results of each area get lost within the company as a whole and do not lead to any earnings whatsoever. "High administration is supposed to know all the processes that are being worked on and make use of them in a strategic way so that they yield clear results", claims Sano. They are both in favor of a methodology known as Kaizen, a word that means for better in Japanese, and which has become widely known after being used by Toyota. Under this methodology, each worker is stimulated to offer themes that might contribute to the improvement of the production processes.



BY KAIZEN INSTITUTE

Oliveira says that the culture of changes has to be on the mindset of companies

O Papel – Companies know for a fact that they need to seek for changes on and on and work to achieve so. However, this is a theme that is usually so debatable. Why is that?

Ruy Cortez de Oliveira – In fact, people have been wasting so much energy on this search for improvement, but without having a goal in mind to be achieved. It's common to see, within companies, workers working on their own on the search for improvement. They have no ongoing improvement strategy being carried out. In order to make it true it's important that a model be applied downward, but that the construction and improvement ideas come from all departments, even from factory workers. If there's no right model or a clear

goal for everyone, the major executive in the company will always be wasting a great deal of time explaining why a certain improvement might be applied and another may not and the results are always isolated. In the end no one can see any outcome in terms of income as a result of the improvement actions made. It's very usual to see "popcorn" improvements - they pop here and there within the company, but there's no sync among them.

O Papel – But are companies working really hard so as to achieve improvements or they are wasting time over useless processes?

Oliveira – Indeed companies are making improvements, but they lack consistent tools to achieve real results.

This model cannot be bureaucratic, because shortly this sort of activity should be part of the routine and culture of the company. On top of that, when it comes to improvement it's important that employees think whether it's reproducible to other areas of the company and to what extent management should be committed to enable it to be widespread in the business as a whole. If people think up improvements that cannot be applied anywhere else, it's as if we have to keep inventing the wheel over and over, a complete waste of time and resources because each area will do its own process and another will do it the other way round. In short, more and more they will discuss improvement application models instead of discussing the problem itself.

O Papel – One of the objectives in improving the process in industries is to minimize waste. What's your view on the issue?

Oliveira – The waste rate is still staggering. In the past consultancy works carried out showed that productivity loss ranged from 25% to 75%. To overcome these flaws it's always necessary to change the way we see the processes.

Jorge Sano – Companies are still learning to see waste from a macro viewpoint. In fact, wasting is everything that does not add value to the business and this concept is not yet clear since internal systems of companies take this waste for granted during the process. That's why it's mandatory that companies invest in tools that can provide an accurate diagnosis to change the views of people who look to waste along the process. By and large, when companies are fully aware of their losses, they get completely overwhelmed and the first step to be taken toward real changes is to be well aware of their waste and find out about its real dimension.

O Papel – Is there something like the most critical area within companies from a waste standpoint?

Oliveira – In the industrial area waste is more noticeable. Almost every business abides by the rule that 5% of all the activities add value to the product and the remaining 95% is necessary for the business, but do not influence the income of that company directly - for instance, the paper sector. If within the plant it's necessary to transport a paper reel to a distant warehouse, this is not adding value to the product. And it's no use buying a forklift truck because it's way too expensive and will only speed up the transport because it's an investment in something that will not add value to the product. The client won't pay for the transportation of paper reels from one part of the plant to the other. He will otherwise pay for the physical and chemical characteristics of the paper. This is very usual in companies

– investing in something that does not add value to the product.

O Papel – In time of crisis cost reduction is a must. Do you think this is the suitable moment to reassess processes and reduce costs?

Oliveira – Reducing costs is not the solution but manage them is. If executive just start reducing costs in critical times, perhaps he will be cutting investments to strategic parts of the business. Only by evaluating what the real waste is all about can we reduce costs. At a moment of crisis the executive has to be even more discriminating about cost reduction because the market can recover very fast and he might encounter difficulties keeping his business active.

Sano – Of course cost reduction is the fastest way to catch our breath during time of crisis, but it's necessary to focus on areas that add value to products. Nowadays, many managers cut costs as much as possible in most areas without assessing the losses in the process properly.

O Papel – A recent survey carried out by Deloitte shows that 86% of companies are already working on some sort of reorganization process or have already accomplished that. Does the change of processes always yield a positive outcome?

Oliveira – I believe so, but it's important to bear in mind that this culture of changes has to be on the mindset of companies. It has to be an ongoing search for improvement and not only a sporadic spasm in which the executive thinks he has made changes that will last for years to come. It's important to have a long-term vision, but we westerners have this habit to think that once we make a change, things will be perfect from that point on. Changes have to go by the Kaizen principle – an ongoing action, for everyone, everywhere and every day.

Sano – What matters to the



Sano: "High administration is supposed to know all the processes that are being worked on and make use of them in a strategic way"

organization is the method. Making improvements according to a plan so that all the results lead to just one thing – a strategic outcome. Nowadays most companies make use of improvement, quality and productivity tools, but lack the Kaizen ongoing philosophy. High administration is supposed to know all the processes that are being worked on and make use of them in a strategic way so that they yield clear results.

Oliveira – A practical example in paper companies is to invest in the improvement of a certain machine to boost productivity, but to leave the commercial area aside, which is unable to sell the product. What's the point in improving an area so much at the expense of other departments? Instead of improving product sales I buy a lot of raw material. It is as if you open your shower but the water is unable to go down the drain. There must be some sort of group work to set strategies on how to improve the organization results if the question is to sell more, produce faster and to provide high standard transportation. Many companies say they go by Kaizen, but what's the point anyway? Most of them don't even know what financial results have been achieved after all. They haven't made money as a result of such improvements yet.

Economia de Energia



De vez em quando surge uma inovação de produto que tem o potencial para enormes benefícios globais. Você já conhece as lâmpadas fluorescentes compactas (CFL). Descubra agora o potencial dos novos rolamentos SKF com Eficiência Energética (E2).

Estes rolamentos de baixíssimo atrito consomem um mínimo de 30% menos energia do que a linha padrão de rolamentos SKF. Comparados com os rolamentos de outros fabricantes, a redução de energia pode ser ainda mais significativa.

Os rolamentos rígidos de esferas SKF com Eficiência Energética (E2), podem durar até duas vezes mais em aplicações com cargas baixas a médias. E, em muitos casos, podem funcionar em temperatura menor com cargas e velocidades equivalentes, reduzir o consumo de lubrificante e estender potencialmente a vida útil do equipamento.

Realize uma pequena mudança: faça uma grande diferença. Substitua seus rolamentos convencionais pelos novos rolamentos SKF com Eficiência Energética. Para mais detalhes, incluindo recomendações de aplicação, consulte o seu representante SKF ou Distribuidores Autorizados.



www.skf.com/E2

The Power of Knowledge Engineering

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



Rolamentos SKF com Eficiência Energética

Mercado de carbono em debate

Oportunidades não faltam para o setor quando o assunto é o mercado de créditos de carbono. De nada adianta, porém, haver uma série de possibilidades se as empresas não estiverem preparadas para aproveitá-las. Uma ótima iniciativa nesse sentido foi o seminário Créditos de Carbono como Ferramentas para Redução de Custos e Competitividade nas Indústrias de Celulose e Papel, realizado no dia 28 de abril, em São Paulo, pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) com o apoio da ABTCP.

Um dos pontos fortes do evento foi a apresentação clara e focada das alternativas disponíveis para o setor e dos procedimentos necessários para atuar efetivamente neste mercado. “Muitos fabricantes de papel e celulose desenvolvem projetos que poderiam gerar créditos de carbono, mas que, principalmente por desconhecimento, acabam não sendo enquadrados como tal”, afirma Vail Manfredi, diretor técnico da ABTCP.

Também foi esclarecido no seminário que as empresas não precisam agir de forma isolada no mercado de créditos de carbono. “A criação de fundos com várias iniciativas, além de bem-vinda, é uma ótima alternativa para o setor de celulose e papel”, diz Manfredi. Considerando isso, a ABTCP, com o apoio da CNI e da Bracelpa, criará um grupo de trabalho específico para tratar do assunto.

A Associação já vem desenvolvendo diversos trabalhos nesta área, a exemplo do *position paper* “A inserção do setor de papel e celulose no contexto da implementação dos esforços globais para a estabilização do clima”, cuja cópia foi distribuída aos participantes do seminário. Para mais informações, os interessados devem entrar em contato com Viviane Nunes pelo e-mail viviane@abtcp.org.br ou pelo telefone (11) 3874-2709.

Guia de Compras 2009/2010


O *Guia de Compras Papel e Celulose ABTCP* tem uma grande novidade para este ano! Além da tradicional versão impressa, agora estará disponível online, facilitando sua difusão e oferecendo novas alternativas para a consulta de produtos e serviços. Para os anunciantes, o destaque são os novos espaços de divulgação publicitária, que aumentarão a visibilidade das inserções com o uso de banners estrategicamente localizados.

O lançamento do *Guia de Compras 2009/2010* será em outubro. Para participar desta edição, sua empresa deve fazer a adesão até 17 de julho de 2009. Para informações ou dúvidas, contate a equipe da Central de Relacionamento da ABTCP pelo e-mail relacionamento@abtcp.org.br ou pelos telefones (11) 3874-2720/2738.

Pós-graduação em SP tem inscrições abertas

Profissionais interessados em aprofundar os conhecimentos no setor e valorizar a carreira têm até 30 de junho para se inscreverem na pós-graduação em Tecnologia de Celulose e Papel realizada pela ABTCP em parceria com a Universidade Federal de Viçosa (UFV). O curso será oferecido em São Paulo (SP) a partir do dia 7 de agosto, com duração de 18 meses (carga horária de 480 horas). Para mais informações, entre em contato pelo telefone (11) 3874-2710 ou pelo e-mail posgraduacao@abtcp.org.br.

Relatório Anual ABTCP 2008

Foi lançado em abril o *Relatório Anual* referente às atividades de cada área da ABTCP em 2008. O arquivo está disponível para consulta no site da ABTCP: www.abtcp.org.br – seção Institucional. 

Galeria do Setor

CMPC COMPRA MELHORAMENTOS PAPÉIS

A CMPC Tissue S.A., filial da chilena Empresas CMPC, comprou por R\$ 400 milhões a Melhoramentos Papéis, da Melpaper, controlada pela Companhia Melhoramentos de São Paulo, conforme anunciado em abril. A Melpaper, de capital aberto, reúnia as operações de papéis e florestal. A venda envolve três unidades industriais de papel e celulose em Mogi das Cruzes e Caieiras (SP). A brasileira mantém as unidades de reflorestamento em Caieiras e Camanducaia (MG), onde também continuará operando uma fábrica de celulose. A venda ainda precisa ser confirmada em assembléia de acionistas, que deve ocorrer em maio.

SKF INAUGURA IXION SOLUTION FACTORY NO BRASIL

Uma nova unidade de negócios permitirá à SKF prover soluções industriais customizadas, de acordo com a necessidade de cada cliente, utilizando para isso todas as suas competências (rolamentos, vedações, sistemas de lubrificação, mecatrônica e serviços de engenharia) centralizadas em um único local, gerando ainda mais agilidade aos processos produtivos. A unidade brasileira, que teve cerca de R\$ 5 milhões de investimentos, é a quarta a ser inaugurada pela SKF no mundo. Já existiam duas na China e uma na Suécia.

CNPQ COMEMORA 58 ANOS

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) comemorou, em 14 de abril, 58 anos de apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico do País. A cerimônia aconteceu na sede da Agência, em Brasília, e contou com a presença do ministro da Ciência e Tecnologia, Sergio Rezende, entre outras autoridades, pesquisadores e representantes da comunidade acadêmica, servidores e parceiros. Na ocasião, houve a concessão do título de Pesquisador Emérito a estudiosos que prestaram relevantes contribuições para o País e homenagens a instituições parceiras.

KSR DISTRIBUIDORA COMEMORA TRAJETÓRIA DE 35 ANOS

A unidade de negócios da Votorantim Celulose e Papel completa 35 anos de atividades em 2009. Para comemorar a data, preparou diversas ações e projetos, entre os quais o lançamento do novo KSRonline (www.ksronline.com.br), o canal virtual da empresa, que estreia agora com mudanças estruturais e aperfeiçoamento de conteúdo e navegabilidade. Outras novidades são a criação de uma nova identidade visual e o Prêmio de Criatividade Gráfica. Hoje, a KSR atende cerca de 15 mil clientes dos diversos setores gráficos e editorial.

Cursos e treinamentos na ABPO

A Associação Brasileira do Papelão Ondulado (ABPO) ampliou seu programa neste ano com mais dois cursos: Resistência à Compressão da Embalagem e Controle de Qualidade e Assistência Técnica. Os cursos já foram ministrados, em sua primeira apresentação, em março (Resistência à Compressão da Embalagem) e abril (Controle de Qualidade e Assistência Técnica). Com isso, a associação vem proporcionando maior aprimoramento técnico tanto aos fabricantes quanto aos usuários de embalagens de papelão ondulado. O curso Resistência à Compressão da Embalagem é uma continuação dos cursos básicos sobre papelão ondulado e desenvolvimento de embalagens de papelão ondulado (que vêm sendo ministrados pela ABPO já há alguns anos), focalizando um item desse último curso: resistência à compressão. Para tratar o tema, ampliado, são discutidos detalhes que possibilitam analisar melhor os resultados dos ensaios e tirar conclusões capazes de ajudar os projetistas das embalagens de papelão ondulado a melhorar os projetos, visando aos aspectos econômicos e de resistência. Há, também, no curso, um estudo de aplicação da fórmula de McKee na

previsão da resistência à compressão dos acessórios, peças internas da caixa que têm funções diversas, desde simplesmente separar unidades do conteúdo ou funcionar como item de acolchoamento até aumentar a resistência da caixa à compressão. Essa última função é muito usada, até mesmo por motivos econômicos. O estudo da resistência à compressão dos acessórios é discutido no curso com ênfase ao aspecto de observação que o projetista deve desenvolver para compreender realmente como o acessório funciona dentro da caixa, suas áreas de sustentação e como se posicionam para maximizar a participação do acessório. O segundo curso, referente ao controle da qualidade e assistência técnica, vai ao encontro da necessidade de muitos fabricantes em aprimorar suas atividades de controle e relacionamento técnico com os usuários, que, mesmo conhecendo os produtos de papelão ondulado, podem não estar familiarizados com alguns detalhes importantes que ajudam, em muito, na análise durante a inspeção no recebimento. Tais detalhes podem, inclusive, estar ligados aos equipamentos de testes e aos procedimentos na análise, que devem estar de acordo com os descritos nas normas de ensaio.



BANCO DE IMAGENS ABTCP

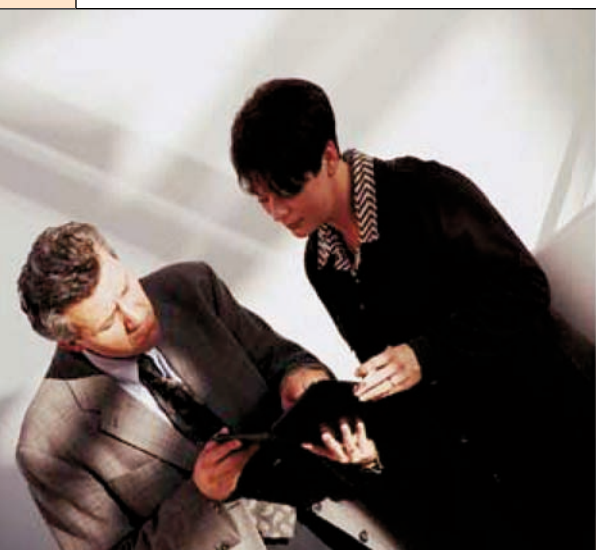
Por Juez Pereira,
assessor técnico da ABPO
E-mail: abpo@abpo.org.br

O conhecimento possibilita também aos usuários definir o que deve constar em suas especificações para as embalagens que utilizam e, para os parâmetros especificados, definir tolerâncias realistas. Para os fabricantes, o curso discute os procedimentos de inspeção para o controle durante o processo produtivo. Tal controle é também muito importante para o próprio pessoal da produção, pois permite correções durante o processo, o que, evidentemente, reduz possíveis e indesejáveis perdas que excederiam os limites de percentual de refugo objetivados pela fábrica. ▲

SEJA UM ASSOCIADO ABTCP

e descubra as vantagens de pertencer a uma das mais importantes entidades do segmento de papel e celulose em todo o mundo.

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



Embalagem é investimento, e não custo!

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

Sempre que posso, tenho batido nesta tecla como forma de forçar a cadeia produtiva – especialmente os usuários diretos – a repensar sua relação com as embalagens. A importância do tema ficou clara em pesquisa do Comitê de Estudos Estratégicos da Associação Brasileira de Embalagem (Abre), realizada pela Gfk Indicator. Dividida em duas fases, a pesquisa ouviu 20 empresas na etapa qualitativa e outras 150 na quantitativa (47 de alimentos, 39 de bebidas, 38 de cosméticos e cuidados pessoais e 26 de limpeza). Entre as principais conclusões, uma chama mais a atenção: além de oferecer boas embalagens, bons serviços e suporte técnico, a indústria tem a missão de ajudar seus clientes diretos a vencer as barreiras internas nas empresas, mostrando os ganhos no valor agregado da embalagem, bem como oferecendo agilidade diante das pressões ligadas aos prazos de entrega. Outro ponto relevante consiste no fato de que a maioria dos gestores de embalagem entrevistados tem mais autonomia nas questões operacionais e menos nas estratégicas, como tendências e inovação, cabendo mais uma vez ao fornecedor trazer essa inteligência e percepção de futuro, fato nitidamente reconhecido pelo cliente: “É considerado fornecedor ideal aquele que antecipa e sinaliza tendências”.

Afinal, quem são os gestores? A pesquisa mostrou que 45% desses profissionais atuam na área de compras, sendo que 74% têm total autonomia para desenvolver novos fornecedores de embalagem. Ainda assim, muitas das decisões sobre embalagens são divididas principalmente com as áreas de Desenvolvimento de Produtos e Marketing.


Portanto, todo o setor de embalagens, inclusive o de papelão ondulado, tem de fazer sua lição de casa – ou seja, como existe uma carência de informações para os gestores de embalagem, cabe à indústria dar-lhes suporte com o maior número possível de informações, especialmente no que tange a desenvolvimentos tecnológicos, inovações e tendências.

Hoje, a maioria dos profissionais que cuida de embalagem ainda está fortemente ligada à área de compras e, assim, suas escolhas acabam sendo balizadas fundamentalmente por custo. Como já sabemos, nem sempre o melhor custo garante a melhor embalagem, que, afinal, também é um elemento estratégico de formação e adição de valor à marca. Trata-se de um valor subjetivo que só é trazido à tona com um conhecimento mais aprofundado de toda a cadeia produtiva da embalagem.

Daí a importância dessa inicia-

tiva da Abre na elaboração e divulgação de pesquisas que respaldam todas as demais ações focadas na atribuição do real valor à embalagem. Para nossa satisfação, vemos que o tema não está sendo focado apenas no Brasil. Em uma das reuniões da Organização Mundial de Embalagem (WPO), ficou claro que tal importância é igualmente defendida por essa entidade, forte e com projeção internacional.

Ao promover o slogan *Better quality of life through better packaging for more people* (“Melhor qualidade de vida a partir de melhores embalagens para mais pessoas”), a WPO dá a real dimensão da importância da embalagem na sociedade moderna e na evolução social e econômica de qualquer país. Para citar apenas alguns exemplos, a embalagem garante que as pessoas se alimentem de forma mais saudável, ajuda a alavancar as exportações de produtos com maior valor agregado e possibilita aferir o grau de desenvolvimento tecnológico de uma sociedade.

É impossível imaginarmos uma sociedade sem embalagem. Para que a indústria mantenha seu grau de inovação e se empenhe em mais desenvolvimentos, essa mesma sociedade e as indústrias que se beneficiam da embalagem precisam enxergar sua real importância e entender seu real valor. 

SISTEMA DE REMOÇÃO DE PÓ

Tialland


Fone 11 - 3659.0999 - www.tialland.com.br


qualidade 1919 **Varo**
dutch inovação technology
 ogia **confiança** confiabilidade **papel**
milho mandioca aditivo **clientes**
foco raízes **SU**
 oportunidade
continuidade
 parcerias negóc
 lucratividade
conceitos
 joint-venture
 integridade **2000**
 América latina **plantação própria**
 par
competência performan


modernidade
silos scott bc
 d flocculação
 posifax suport
 rte **coating** so,
 superfax starfax
 optispray starco,
surface sizing
 solvistar star
 yl cationicidade
 ia size press
 ido pesquisa
2006 opti
 americana
 controle de qualidade
 enção amido **starches**
 ória centro de distribuição
 assis chateaubriand

clientes
 matéria-prima ass,
 edores logística **pu**
exportação tonelada:
 o **internacional** k
 navio caminhão **trem**
distribuição desen
 análise modernidade
 resultados téc
 durabilidade
 reconhecimento
 do melhorias
 ução **prêmio**
 tās reconhe
 meio ambiente
 ável inovação
 responsabilidade:
social ami
 o funcionário
lisa unidades p
 s produtivas lir
 nto **sucesso**
 pós-venda fc
 ouro **2009**
 investimentos
 américa latina c



 *Tudo isso é DSI hoje.*

 *All this is DSI today.*

 *Todo esto es DSI hoy.*

Em busca do futuro

Presidentes de algumas das principais empresas de celulose e papel de todo o mundo – incluído o Brasil – estarão reunidos em Londres, no dia 28 de maio, para participar da quarta *CEOs Roundtable*, um dos mais importantes eventos do setor, promovido pelo International Council of Forest and Paper Associations (ICFPA). Presidida por Teresa Presas, a entidade reúne associações de 40 países – entre as quais a Bracelpa – e blocos regionais, que representam as indústrias de base florestal e produtoras de celulose e de papel. A sustentabilidade das florestas do setor, o debate sobre as mudanças climáticas e a valorização ambiental dos produtos florestais estão entre as principais atividades do ICFPA.

O encontro deste ano terá como foco, além de um balanço dos impactos da crise financeira nos diferentes mercados desta indústria, o debate de perspectivas para os próximos 15 anos. O tema foi escolhido meses antes do abalo na economia mundial. O ICFPA tinha inicialmente a proposta de estabelecer um cenário para a indústria de celulose e papel em um período de crescimento da demanda, em especial por países em desenvolvimento. Seriam avaliadas, entre outras, questões relativas a alternativas para o consumo de energia e de água, o papel do setor na discussão das mudanças climáticas e a direção dos investimentos, uma vez que, em meados de 2008, se constatava uma tendência de migração das empresas do hemisfério Norte para o Sul.

Se, naquela época, essa pauta reunia pontos fundamentais para o setor, seu debate ganhou ainda maior importância, mas agora sob novo enfoque. Apesar de alguns sinais de retomada da economia e da volta de crédito, nenhum economista se arrisca a prever prazos para que, de fato, a estabilidade, mesmo que em parâmetros

diferentes dos anteriores à crise, volte aos mercados mundiais. Assim, diante deste complexo cenário, quais serão as tendências do setor de celulose e papel? Como se comportarão as empresas nas diferentes regiões do mundo?

Ainda há muitas perguntas sem resposta, porém já podemos afirmar que a presença do Brasil no mercado mundial de celulose e papel será maior no período após a crise. As empresas do setor de celulose e papel instaladas no País – assim como a própria economia nacional, que demonstra ter uma base sólida para enfrentar a atual instabilidade – estão estruturadas para, depois dessa fase conjuntural, saírem fortalecidas. Assim, o Brasil poderá transformar a crise em oportunidade de crescimento neste mercado com mais facilidade do que países desenvolvidos, diretamente afetados pela turbulência financeira.

Esse é o cenário de médio e longo prazos que a Bracelpa apresentará durante o encontro do ICFPA e que resume as perspectivas com as quais atualmente trabalham as empresas do setor de celulose e papel. Além da avaliação do mercado, esse cenário se baseia no fato de o Brasil ser referência mundial por suas práticas de manejo florestal sustentável, pela produtividade das florestas plantadas de pinus e eucalipto e pela qualidade da celulose e do papel que produz.

Durante a *CEOs Roundtable* também serão apresentados os resultados do Brasil nos primeiros meses de 2009. A partir de março, os números apontam a retomada nos mercados interno e externo, sobretudo com recuperação do segmento de papéis, que, em comparação a fevereiro, apresentou crescimento nos volumes de produção, vendas domésticas e exportação. No caso do mercado interno, a recuperação se deu, principalmente, em consequência do aumento das vendas de produtos de



DIVULGAÇÃO BRACELPA

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

consumo em geral, que levou ao aumento de 11,5% das vendas de papel em relação a fevereiro.

As vendas de celulose, com crescimento de 7,5% sobre fevereiro, começam a dar sinais de recuperação no mercado interno, com expectativas de que isso se mantenha. As exportações também mostram tendência de crescimento, principalmente em relação à China. Na avaliação do setor, os preços já chegaram aos seus índices mais baixos e deverão começar a se recuperar nos próximos meses. Enquanto isso, nota-se a retração da produção de fabricantes menos competitivos, principalmente os instalados no hemisfério Norte, inclusive com o fechamento de algumas fábricas.

Dados como esses mostram tendências de um realinhamento de mercado, no qual a importância do Brasil se revela cada vez mais real. Se a crise financeira foi gerada pelo crédito, terá solução no consumo. O Brasil, por todos os pontos aqui já apresentados, se destacará no atendimento mundial das demandas dos principais mercados de celulose e papel.

Setor retoma exportações de celulose em março

Por Marina Faleiros

O tom de otimismo voltou às mesas de debate do setor brasileiro de celulose e papel, em abril, com a divulgação dos resultados de março. Até mesmo o presidente Luiz Inácio Lula da Silva, durante as comemorações dos 110 anos da Klabin, em Telêmaco Borba (PR), discursou de forma positiva sobre o futuro das empresas brasileiras e instigou os empresários do segmento a serem arrojados e aproveitarem as terras degradadas existentes no País para novos reflorestamentos. “Nós temos 60 milhões de hectares para arborizar neste País, fazendo uma verdadeira revolução de florestamento e tornando o Brasil, definitivamente, o maior produtor de papel e celulose do mundo. Isso pode ser alcançado em pouco tempo”, afirmou o presidente.

Os fabricantes nacionais voltaram a registrar alta nas vendas de celulose para a Ásia e a América do Norte, com aumento de exportações nas duas regiões. De acordo com Elizabeth de Carvalhaes, presidente executiva da Bracelpa, houve um aumento “expressivo” nas vendas de celulose, que saíram de um patamar de 642 mil toneladas mensais, em março do ano passado, para quase 923 mil toneladas em março deste ano.

Em relação à crise, tudo indica que os momentos mais difíceis já passaram. Ainda em seu discurso, o presidente Lula disse que o Brasil passará melhor este período do que outros países, como os Estados Unidos, pois os fundamentos da economia brasileira estão sólidos, existem reservas em potencial para garantir as exportações e um mercado interno ávido. Além disso, foi específico sobre a importância do setor



DIVULGAÇÃO KLABIN / FRANKLIN XAVIER

Durante as comemorações dos 110 anos da Klabin, o presidente Luiz Inácio Lula da Silva discursou de forma positiva sobre o futuro das empresas brasileiras do setor

de celulose e papel para a economia nacional e se mostrou otimista com a produtividade brasileira: “Vi uma plantação enorme de pinus e eucalipto, misturada com florestas naturais. Estamos diante de uma floresta de bobinas de papel, e eu espero que possamos encher a China dessas bobinas, assim como os Estados Unidos e a Europa, porque eu acho que é o momento de o Brasil ser mais ousado neste setor”.

No final do ano passado, a China foi uma das grandes responsáveis pela queda nas vendas, quando parou de comprar commodities, entre as quais a celulose. Agora, em março, o país foi o pivô do crescimento nas exportações. “A China aumentou em 128% sua demanda por celulose brasileira. Em números totais, passou de 296 mil toneladas compradas no primeiro trimestre do ano passado para 675 mil no acumulado de janeiro a março de 2009”, disse Elizabeth.

A executiva da Bracelpa aponta uma interessante constatação após o início da crise: a geografia da demanda mundial também sofreu alterações. A Europa, até então, sempre figurou como a maior compradora de celulose brasileira, posto agora ocupado pelos chineses. “É a primeira vez na história que isso acontece”, explica Francisco Saliba, diretor de Negociações Setoriais da Bracelpa. “Isso se deve ao fato de que a China está reposicionando seus níveis de estoque e também substituindo a produção local. Atualmente, os países asiáticos são responsáveis pela compra de 38% da celulose brasileira exportada, ficando a Europa com 35% e os Estados Unidos com 16%.

Os volumes de exportação de celulose no primeiro trimestre de 2009 já são mais altos que os obtidos no mesmo período do ano anterior. “Esse resultado é bem representativo, pois no acumulado de janeiro a março cresce-

mos 11,2% em comparação a 2008”, diz Saliba.

No momento, a principal dificuldade para uma recuperação total das empresas continua sendo o preço. Nos piores momentos da crise, o valor da tonelada de celulose caiu cerca de 40%, ficando abaixo de US\$ 500. Nesse cenário, a receita de exportações do setor no primeiro trimestre apresentou queda de 12% para a celulose e de 18% para o papel. “Essa situação está prestes a mudar, pois já é possível tratar de aumento de preços nas negociações da matéria-prima, o que pode favorecer os resultados das empresas brasileiras neste ano”, acredita Elizabeth.

“É importante ressaltar que as empresas do setor não estão paradas. Neste momento, buscam racionalizar ao máximo seus custos e maximizar os resultados, ou seja, mais sinergia e eficiência. Tudo isso aparecerá em resultados futuros”, diz Elizabeth. Também é importante destacar que o setor continua com grande participação no saldo da balança comercial brasileira, responsável por 28% do superávit neste trimestre. “Estamos recuperando o fôlego, e o resultado no período é muito bom. Isso reflete o esforço das empresas para manterem as operações, mesmo com os preços menores.”

PERSPECTIVAS PARA O PAPEL

Apesar de estar mais voltado ao mercado interno que às exportações, o segmento de papel também enfrentou recuo com a chegada da crise. A que-


PERFIL DOS PRINCIPAIS COMPRADORES DA CELULOSE BRASILEIRA

- **China:** No momento de crise, deixou de comprar commodities não só do Brasil, mas de todo o mundo, aproveitando os estoques acumulados no período em que os preços estavam subindo. Voltou a comprar em dezembro, aproveitando a oportunidade de mercado naquele momento, que era de preços muito mais baixos. Possui US\$ 1 trilhão de reservas e deverá manter seu ritmo de crescimento.
- **Estados Unidos:** São bons compradores da celulose brasileira de fibra curta, que dá qualidade técnica e suavidade na produção de tissue. Como o país compra a celulose justamente para esse fim, as exportações para esse destino não foram tão afetadas, pois, apesar das quedas nas vendas de papéis em geral, os voltados para o segmento sanitário mantiveram-se nos mesmos patamares.
- **Europa:** A tendência é continuar sendo grande compradora de celulose do Brasil, pois ainda tem problemas com custos de energia e obtenção de madeira da Rússia. Possui máquinas de grande escala, mas empresas da região enxergam potencial na América Latina e já investem em suas próprias fábricas de celulose de eucalipto no Uruguai e no Brasil. O mercado europeu de papel é muito grande, com um consumo anual per capita de 300 quilos/habitante.

da no volume de vendas dos diversos segmentos do produto foi de 20%, em média. Em março, porém, assim como no caso da celulose, as vendas de papel já foram melhores.

Entre os tipos que já dão sinais de recuperação está o papelcartão, que apresentou, na comparação de março sobre fevereiro, 44% de aumento na produção. O principal motivo foi o crescimento da demanda por produtos de consumo, o que, por sua vez, também impulsionou a demanda por embalagens. “No geral, as exporta-

ções estão aumentando e o mercado interno deu uma boa recuperada. No acumulado do ano os números ainda não chegaram aos patamares de 2008, mas estamos confiantes”, aponta Saliba.

As vendas de papel de imprimir e escrever também cresceram 14% em março ante fevereiro, porém o segmento continua sendo afetado pela entrada, no País, de papéis declarados para fins editoriais e, por isso, imunes a tributos, mas, na realida, desviados para outros usos. 

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.



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 Inoxidáveis
- Divisão Elétrica/Hidráulica
- Divisão Trading

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

RollDoctor & Von Roll

A RollDoctor sempre em busca de novas tecnologias e inovação, informa aos seus Clientes que a partir de abril de 2009 oficializou a sua mais nova conquista, a parceria com a Von Roll, uma das maiores fabricantes de Lâminas Raspadoras do mundo.

Os materiais de lâminas Von Roll, os mesmos aplicados nas lâminas Clouth, já vem sendo utilizados pela RollDoctor com absoluto sucesso a alguns anos e ainda com alguns desenvolvimentos específicos para atender as necessidades de algumas posições especiais. Assim, temos desenvolvido lâminas de fibra de carbono, capazes de raspar um rolo de dureza 20pj ou ainda uma lâmina que atua de forma excepcional em um rolo de cerâmica.

A RollDoctor que tinha como um dos parceiros principais, a Joh Clouth, tradicional empresa alemã, fornecedora de laminas raspadoras, encontrou uma nova parceria com a Von Roll, principalmente em razão de das dificuldades com preços e prazos de entrega da Clouth nos últimos anos.

Em razão do grande conceito internacional que a RollDoctor adquiriu ao longo de anos de absoluto sucesso em seus fornecimentos no Brasil e em países como Argentina, Chile, Portugal, China e outros, acabou por estreitar os laços de amizade e comerciais com a Von Roll. Dessa forma, ao receber um convite para uma nova parceria com a Companhia Von Roll, aceitou imediatamente partindo para uma nova fase do negócio de Lâminas, com melhor qualidade de produtos, melhores preços e agilidade que não encontrávamos em nosso parceiro anterior.

A parceria RollDoctor & Von Roll representa um grande avanço para nosso mercado, até então as lâminas eram adquiridas em forma de bobinas e peças, onde nosso parceiro anterior, apenas recortava a matéria prima e nos enviava para serem manufaturadas em nossa unidade de Guarulhos. Ingressando na nova parceria, a RollDoctor passou a adquirir os materiais das lâminas em blanks, em forma de Jumbo Roll, eliminando assim a intermediação em seu negócio com vantagens excepcionais em termos de qualidade, custo e agilidade. É como se um fornecedor de equipamentos, que antes comprava de distribuidores das usinas, passasse a comprar direto, sem intermediação de subfornecedores, da própria usina.

A Von Roll é fornecedora da Joh Clouth, e de todas as outras maiores companhias que produzem lâminas para o mercado internacional. Todas, sem exceção, adquirem seus materiais junto a Von Roll. Isto significa que a RollDoctor evoluiu, passou a maioria, se tornou independente e extremamente mais forte junto ao mercado mundial de lâminas.

Agora somos adultos!!! De agora em diante, a RollDoctor passa a fornecer seus prontos internacionalmente, com sua própria marca a RollDoctor. A algum tempo e principalmente de hoje em diante, a RollDoctor além de adquirir, os mesmos materiais utilizados por todas as grandes Companhias fornecedoras de Lâminas do mercado internacional, vem desenvolvendo novos produtos em parceria com a VonRoll aplicando toda a tecnologia que desenvolvemos no processo de limpeza por raspagem mecânica e principalmente porque

temos peculiaridades regionais como a nossa "fibra curta" ou mesmo a necessidade de uma lamina flexível e resistente para um rolo com revestimento de 20 pj.

A RollDoctor forneceu seus produtos durante anos apenas para o mercado brasileiro, por restrição da nossa antiga parceira. Para atingir novos mercados, desenvolvemos a mais de um ano atrás, esta nova parceria com muito sucesso, e hoje com a parceria Von Roll, os produtos da linha Doctor Blade/Von Roll serão distribuídos para todo o mercado Latino Americano enquanto que quando transformados em laminas, levarão aí a marca tradicional "RollDoctor Doctor Blade" e, com nossa marca registrada, já como especificamente lâminas, serão distribuídos para todo o mercado mundial, sem exceção!

A RollDoctor é uma empresa conceituada e tradicional no mercado mundial e tem como principal objetivo, a satisfação absoluta daqueles que confiam em nossos produtos e serviços, nossos Clientes. Oferecer o melhor e a um custo cada vez mais acessível, com responsabilidade, eficácia e agilidade, tem sido a razão do sucesso tanto nosso quanto daqueles que confiam em nós e que jamais vamos desapontar.

Com a nova parceira a Von Roll, temos absoluta certeza de que nossa tecnologia, qualidade e eficácia tão conhecidas e reconhecidas pelo mercado, será ainda melhor porque poderemos praticar preços ainda mais competitivos além da agilidade excepcional que a Von Roll nos confere.

A única razão para existirmos como Companhia, como RollDoctor é o Cliente!

A RollDoctor, uma Companhia genuinamente brasileira que vem quebrando paradigmas ao longo de sua existência. Aqui, conseguimos quebrar mais um: Somos a única das Companhias fornecedoras de Doctor Blades, que orgulhosamente nasceu aqui no Brasil, e agora salta para o Mundo!

Vamos exportar do Brasil nosso invejável portfólio, Doctors, Doctor Blades, Holders, Showers, Oscilators, Nozzles entre outros. Produtos de altíssima tecnologia e qualidade que a partir de agora contam com a parceria da Von Roll que dispensa apresentações.

A Von Roll é maior Indústria fornecedora dos Melhores e Maiores Fabricantes de Doctor Blades do Mundo. Agradecemos ao final, a todos os nossos Clientes pela confiança que nos permitiu e nos conduziu a mais esta conquista.

Obrigado!

Para mais informações contate:

Gilberto Gusmão: gilberto.gusmao@vonroll.com



Sector resumes pulp exporting in March

By Marina Faleiros

The air of optimism returned to the debate tables of Brazil's pulp and paper market in April, upon disclosure of the results for the month of March. During celebrations of Klabin's 110th anniversary in Telêmaco Borba (PR), even the country's President Luiz Inácio Lula da Silva spoke positively about the future of Brazilian companies and encouraged businessmen in the segment to be bold and take advantage of the existing pieces of land that have been ruined in the country to implement new reforestation projects. "We have 60 million hectares to plant trees in this country and undergo a real reforestation revolution and make Brazil the biggest pulp and paper producer in the world for good. And this can be achieved in little time", said the President.

Domestic producers began to register an increase in pulp sales to Asia and North America, increasing exports to both these regions. According to Elizabeth de Carvalhaes, executive chairwoman of Bracelpa, a "significant" increase occurred in pulp exports, having gone from 642 thousand tons/month in March 2008 to 923 thousand tons in March of this year.

With regards to the crisis, all signs indicate that the worst is over. In his speech, President Lula said that Brazil will ride this period better than many other countries, such as the United States, since the fundamentals of Brazil's economy are solid, there are reserves in po-

tential to ensure exports and an avid internal market. Additionally, he was specific about the importance of the pulp and paper sector for the country's economy and conveyed he was optimistic about Brazil's productivity: "I saw a huge plantation of pine and eucalyptus trees blended with natural forests. We in front of a paper reels forest and I hope we can flood China with these reels, as well as United States and Europe, for I believe the time has come for Brazil to be more daring in this sector."

At the end of last year, China was one of the key players responsible for the drop in sales, when it stopped buying commodities, including pulp. Now, in March, the country was the main force behind the increase in exports. "China increased its demand for Brazilian pulp by 128%. In total numbers, it went from buying 296 thousand tons in the first quarter of last year to 675 thousand for the January-March 2009 period, said Elizabeth.

An interesting fact since the crisis came about, said Bracelpa's executive chairwoman, is that the geography of global demand also suffered changes. Up until the crisis, Europe was always the biggest buyer of Brazilian pulp, which position is now occupied by the Chinese. "It's the first time ever that this happens", says Francisco Saliba, Bracelpa's Industry Negotiations Director. "This is happening because China is repositioning its inventory levels and also substituting local production. At present, Asian countries account

for the purchase of 38% of Brazilian pulp exported, while Europe and United States consume 35% and 16% of it, respectively.

Pulp export volumes for the first quarter of 2009 are already higher than last year. "Such result is quite relevant, since the January-March period represented an 11.2% increase in relation to 2008", says Saliba.

At the moment, the main difficulty of companies to totally recover continues being prices. During the worst moments of the crisis, the price per ton of pulp dropped roughly 40%, below US\$ 500. In such scenario, pulp and paper export revenues for the first quarter suffered a 12% and 18% drop, respectively. "Said situation is about to change since it is already possible to negotiate price increases for the raw material. And this may contribute to the result of Brazilian companies this year" believes Elizabeth.

"It is important to point out that companies in the sector are not at a halt. At present, they are seeking to cut costs and maximize results as much as possible, that is, more synergy and efficiency. All this will appear in future results", says Elizabeth. It is also important to keep in mind that the sector continues playing a key role in the country's trade balance, accounting for 28% of this quarter's trade surplus. "We are recovering our momentum and the result for the period is very good. This reflects the effort that companies are making to maintain operations, despite lower prices."

PERSPECTIVES FOR PAPER

In spite of being more oriented to the internal market than to exports, the paper segment suffered a retraction when the crisis surfaced. The drop in sales volume in the various segments of the product amounted to 20%, on average. However, in March, paper sales already improved, just like with pulp.

The types of paper showing signs of recovery include paperboard, which posted a 44% production increase in March over February. The main reason was the increased demand for consumer products which, in turn, leveraged demand for packaging. "Overall, exports are increasing and the domestic market showed a good recovery. For the year, the figures have not yet matched 2008 levels, but we are confident", says Saliba.

Sales of printing and writing paper also grew 14% in March,

PROFILE OF THE MAIN BUYERS OF BRAZILIAN PULP

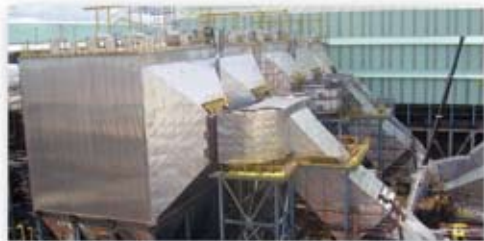
- **China:** When the crisis surfaced, it stopped buying commodities, not only from Brazil but from all over the world also, making use of inventories accumulated during the period in which prices were rising. It began buying again in December, taking advantage of the market opportunity of much lower prices at the time. It possesses US\$ 1 trillion in reserves and is expected to maintain its growth rate.
- **United States:** Are good buyers of Brazilian short fiber pulps due to its technical quality and smoothness in tissue production. Since the country buys pulp precisely for this purpose, exports to the United States did not suffer all that much, since despite the drop in paper sales in general, those for sanitary purposes remained stable.
- **Europe:** The tendency is that it will continue being a key buyer of Brazilian pulp, since it still has problems with energy costs and in obtaining wood from Russia. The region possesses some big machines, but companies envision potential in Latin America and are already investing in their own eucalyptus pulp mills in Uruguay and Brazil. The European paper market is very big, with a 300-kilo-year per capita consumption.

compared to February. However, the segment continues being affected by the inflow of papers that are declared

for printing purposes and, as a result, are exempt from paying taxes but end up being used for other purposes. ▲



A Centroprojekt do Brasil, fornecedora dos Sistemas de Tratamentos de Água, Esgoto Sanitário, Efluentes e Controle de Poluição Atmosférica, atua nos mercados brasileiro e sul-americano. Trabalhando em parceria com as mais importantes empresas internacionais do setor, oferece as mais avançadas tecnologias atualmente disponíveis no mercado.



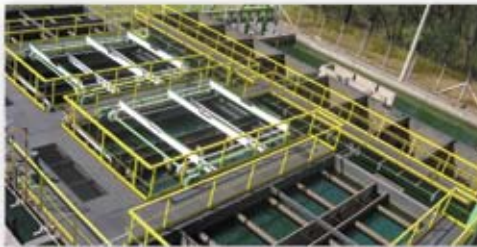
PRECIPITADORES ELETROSTÁTICOS ELEX



TRATAMENTO DE EFLUENTES



TRATAMENTO DE ÁGUA



EQUIPAMENTOS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA E EFLUENTES

Linha de Produtos

- Precipitadores Eletrostáticos ELEX
- Denox – Redução de NOx
- Filtro Híbrido
- Retrofit – Service – Ar e Água
- Tratamento de Água Potável
- Tratamento de Água Industrial
- Tratamento de Esgoto Sanitário
- Tratamento de Efluentes Industriais
- Reuso de Efluentes Tratados
- Equipamentos Mecânicos
- Produtos Tecnológicos

EMPRESA CERTIFICADA
ISO 9001:2000

CENTROPROJEKT DO BRASIL S/A

Rua Alexandre Dumas, 2.200 - 2º andar - Chácara Santo Antônio - 04717-910 - São Paulo - SP

Fone: + 55(11) 3556-1100 - Fax: +55(11) 5523-2473

comercial@centroprojekt-brasil.com.br - www.centroprojekt-brasil.com.br

Fórum Econômico Mundial na América Latina

Como alcançar o equilíbrio entre competitividade e desenvolvimento industrial? Essa foi a pergunta que marcou o *Fórum Econômico Mundial na América Latina*, realizado entre os dias 14 e 16 de abril no Rio de Janeiro. Em continuidade ao *Fórum Econômico Mundial*, ocorrido no início de 2009, em Davos, na Suíça, chefes de estado, empresários, políticos e acadêmicos de 35 países trataram da crise financeira internacional e dos desafios para a região. A principal questão consiste em evitar o protecionismo – como tem reforçado o presidente Luiz Inácio Lula da Silva em recentes pronunciamentos.

Entre as atividades da Bracelpa no *Fórum*, Elizabeth de Carvalhaes participou do painel *Climate Policies: From Kyoto to Copenhagen*, durante o qual reforçou a grande contribuição das florestas plantadas do setor no combate às alterações climáticas. O debate também contou com a presença de, entre outros, Carlos Minc, ministro do Meio Ambiente; Marcelo Furtado, diretor executivo do Greenpeace; Marcos Jank, presidente da União da Indústria de Cana de Açúcar (Única), e Jacques Marcovitch, professor da Universidade de São Paulo e conselheiro do *Fórum*.

Adesão da Venezuela ao Mercosul

A Coalizão Empresarial Brasileira, coordenada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), encaminhou nota aos seus membros na qual avalia os impactos e as consequências da adesão da Venezuela ao Mercosul. Como está para ser aprovado o Protocolo de Adesão ao bloco pelo Congresso Nacional, o documento reforça a importância de se promover um debate com a sociedade civil sobre os compromissos que envolvem a iniciativa. Em carta encaminhada à CNI, a Bracelpa concorda com esse ponto, reforçando que a Venezuela impõe barreiras não tarifárias ao comércio, o que restringe severamente as exportações.

Grupo de Acompanhamento da Crise

Em reunião do Grupo de Acompanhamento da Crise (GAC), coordenado pelo ministro da Fazenda, Guido Mantega, em 8 de abril, representantes dos setores industriais valorizaram recentes medidas adotadas pelo governo federal em relação à crise, como as que permitirão aos bancos médios oferecer linhas de crédito para pequenas e médias empresas, além da ampliação do limite do cartão de crédito do BNDES para R\$ 500 mil ao mês. No setor, as empresas não integradas, fornecedores, gráficas e distribuidores serão beneficiados. Por outro lado, os empresários ressaltaram que a redução da carga fiscal em alguns setores acabará sendo compensada com o aumento de tributos em outros, que também sofrem com a crise.

Durante o encontro, Elizabeth de Carvalhaes afirmou que a falta de linhas de seguro de crédito para a exportação de celulose pode acabar reduzindo essa operação. A Associação também questionou a renegociação do acordo bilateral com a Argentina, que poderá diminuir em até 50% o volume das exportações brasileiras para esse mercado. Destacou, ainda, que empresas argentinas aumentaram a importação de papel produzido em países asiáticos, o que prejudica as exportações brasileiras. Por último, salientou que, no Brasil, papel importado está sendo usado no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), justamente em um momento no qual deveria ser estimulada a produção nacional. O ministro Mantega deu atenção especial a essa questão, que, segundo ele, será analisada pela Fazenda.

Reunião no Sinpesc

A crise mundial e as necessidades do setor foram os temas abordados por Elizabeth de Carvalhaes durante palestra realizada no dia 23 de abril em Florianópolis (SC) para os conselheiros do Sindicato das Indústrias de Celulose e Papel de Santa Catarina (Sinpesc) e representantes da federação das indústrias local. Durante o encontro, os participantes debateram a criação de uma agenda de trabalho que aproxime a entidade e a Bracelpa. Também comentaram que a pluralidade de associações do setor acaba dificultando a negociação de propostas de interesse das empresas. Esse encontro faz parte da agenda de visitas da Bracelpa a todos os sindicatos estaduais do setor e respectivas federações das indústrias programada para 2009.

Novo embaixador na Itália

O novo embaixador do Brasil na Itália, José Viegas Filho, visitou a Bracelpa no início de abril. Ministro da Defesa no primeiro mandato do presidente Lula, Viegas também já ocupou o cargo de embaixador do Brasil na Dinamarca, no Peru, na Rússia e na Espanha. Durante o encontro, ele manifestou sua necessidade de aprofundar conhecimentos sobre o setor de base florestal, no momento em que o Brasil assume posição cada vez mais relevante no segmento. Na Itália, Viegas trabalhará em conjunto com José Antonio Marcondes de Carvalho, embaixador do Brasil na FAO, e Luiz Felipe de Seixas Corrêa, embaixador do Brasil na Santa Sé.

Apesar da abundância, recursos hídricos exigem boa gestão



Investimentos em equipamentos e no fechamento de circuitos muitas vezes não se pagam, mas as companhias do setor acreditam que devem preocupar-se com o meio ambiente e pensar no futuro, quando a água poderá não ser mais tão acessível

Por Marina Faleiros

Ao longo de toda a história humana, a água sempre esteve presente no desenvolvimento de civilizações: milênios atrás, por exemplo, quando o rio Nilo, com suas cheias, foi considerado uma dádiva do Egito, e até na história do Brasil, desbravado pelos bandeirantes, que seguiam os traçados dos afluentes para o interior. Sem água, existe fome, falta saneamento e a indústria tem dificuldades para se desenvolver. O setor de celulose e papel, que conhece muito bem a importância desse recurso, é um dos que têm a água como insumo



DIVULGAÇÃO LWARCEL

indispensável, utilizando-a desde a criação de mudas de eucalipto até o processo industrial.

Tendo consciência dessa relevância, o setor tem trabalhado firme nos últimos anos para reduzir suas taxas de consumo, tanto nas novas fábricas atualmente em construção quanto nas unidades com mais de 20 anos, que precisam se adaptar aos atuais níveis de utilização de água – agora bem menores mesmo em países com abundantes recursos hídricos, como o Brasil. Um caso que ganhou notoriedade nacional foi o da fabricante de celulose bran-

queada Lwarcel, que conquistou o 3º Prêmio Fiesp de Conservação e Reúso da Água 2008. Instalada na cidade de Lençóis Paulista (SP), a fábrica, distante de qualquer outra fonte de água, até hoje depende de captação de lençóis subterrâneos e poços semiartesianos. “A dificuldade se transformou em conceito, a ponto de hoje a empresa apresentar um dos menores consumos específicos de água do setor no Brasil e, provavelmente, um dos menores do mundo”, afirma Pedro Stefanini, gerente industrial da Lwarcel Celulose.

Os números da empresa mostram

essa evolução: a companhia passou de um consumo específico de 44 m³/t_{sa} em 2004 para 23 m³/t_{sa} em 2007, após implantar sete projetos em seu processo de fabricação. “No enfoque tecnológico, a Lwarcel buscou alternativas elencando as melhores práticas disponíveis no mundo. Um exemplo foi o investimento na linha de fibras, que substituiu a tecnologia de filtros lavadores por lavadores tipo DD Washing, da Andritz”, explica Stefanini. Esses equipamentos operam em média consistência e favorecem a redução do consumo de água. A empresa também



DIVULGAÇÃO LWARCEL

Instalada em Lençóis Paulista (SP), a Lwarcel conquistou em 2008 o 3º Prêmio Fiesp de Conservação e Reúso da Água

contou com seu time interno para repensar processos e reduzir o consumo de água. “Todos os demais projetos do programa de reúso, responsável por 46% do total da redução obtida, foram iniciativas da equipe de técnicos da empresa.”

Já na International Paper de Mogi Guaçu (SP), os desafios de consumo foram se apresentando ao longo do tempo. Quando a fábrica foi construída, em 1960, à beira da bacia do Mogi Guaçu, o rio tinha muito mais vazão e havia uma folga considerável para a utilização do recurso. Com o desenvolvimento da região, o aumento da densidade populacional e a maior necessidade de água para irrigar fazendas, a empresa notou que o nível do afluente passou a ficar muito baixo em certas épocas. “Desde então, sentimos a necessidade de reduzir nossa dependência do recurso”, aponta Wanderlei Peron, especialista ambiental da IP.

De acordo com ele, a empresa tra-

balhou bastante nesse ponto a partir de 2000, e agora passa por uma fase de monitoramento e controle, pois a maior parte do que poderia ser feito para reduzir a utilização da água já foi realizado. “O que ajudou muito foi o fechamento de circuitos, como o uso de condensado nos processos. Também substituímos lavadores que operavam a vácuo por outros que trabalham por prensagem, otimizando o uso da água”, diz Peron. A planta da IP, com isso, passou de um consumo diário da ordem de 85 mil metros cúbicos por dia para os atuais 55 mil, ao mesmo tempo em que a produção diária se elevou de 950 para 1.200 toneladas.

Na Cenibra, que fica em Belo Oriente (MG), os técnicos da empresa também notaram, com o passar dos anos, uma redução significativa da vazão no rio que margeia a empresa, instalada no local desde 1975. “Começamos a investir na redução do consumo não

só para garantir o abastecimento da fábrica, mas também porque a Cenibra conscientizou-se da necessidade de fazer algo para reduzir seu consumo e respeitar o meio ambiente no futuro”, diz Alexandre Etrusco Lanna, gerente do Departamento de Fabricação da empresa. Ele conta que os desafios são ainda maiores, porque a primeira linha de produção tem uma defasagem de 20 anos em relação à segunda e o consumo médio de água aceitável era muito maior no passado. “Sabemos que temos uma linha que consome muito mais que outra; por isso, temos investido principalmente na linha 1, na qual o consumo passou de 150 m³ por tsa em 1978 para um nível atual de 45 m³ por tsa”, conta.

Na visão da Suzano, a prática do reúso na indústria de papel e celulose, além de aumentar a disponibilidade dos recursos hídricos para outras atividades e até mesmo para o con-

sumo residencial, reduz os custos de produção, evita perdas de produto final ou intermediário e minimiza a carga de poluentes a serem tratados. “Por conta disso, durante a fase de implantação do Projeto Mucuri, na Bahia, já havia a proposta de quase triplicar o volume de produção de celulose da fábrica sem a necessidade de ampliar a outorga para captação de água do rio Mucuri, o que implicaria novos processos de licenciamento”, conta Ricardo Quadros, gerente executivo de Qualidade e Meio Ambiente da Suzano.

Segundo o executivo, no entanto, não adianta apenas investir na adequação e redução do consumo se não houver uma política rígida que garanta a perenidade dos resultados alcançados e, até mesmo, sua melhoria, sempre que possível. “Assim, a Suzano criou, no painel de controle da fábrica, uma tela que avalia constantemente o consumo de água em cada etapa do processo, elevando esse controle aos mesmos patamares de produção, qualidade e segurança.”

INVESTIMENTOS EM PROL DA ÁGUA

O Brasil é um país rico em recursos hídricos, de modo a tornar possível que muitas fábricas captem água diretamente dos rios sem precisar pagar por ela. Investir na redução de consumo, por conta disso, parece algo impensável se for considerada apenas a redução de gastos. O apelo, na maior parte dos casos, é puramente ambiental. “O custo da água ainda é muito baixo no Brasil, mas há outros aspectos que temos de levar em consideração, como redução de efluentes”, diz Peron. Ele conta que a própria IP trabalha com essa mentalidade. Em 1980, exemplifica, a empresa instalou um sistema de monitoramento de consumo de água que nunca se pagou pelo retorno financeiro. “Tratou-se de uma decisão política de se começar a cuidar da empresa e dos recursos naturais, pois, se não parasse e fizesse esse investimento, a IP nunca saberia



A Suzano tem uma política rígida para garantir a perenidade dos resultados alcançados em relação ao consumo de água

onde estavam seus grandes problemas e áreas com grande consumo”, diz.

Peron explica que os projetos que instigam o reaproveitamento de água no processo são os que surtem mais efeito para a redução de consumo. “Passamos a utilizar os condensados da linha de evaporação como águas de selagem. Em alguns casos, utilizamos filtros para retirar impurezas nos resíduos, reaproveitando-os no processo”, conta.

Como na máquina de papel a selagem de bomba de vácuo utiliza grande quantidade de água, a empresa optou por filtros que removem fibras e cargas minerais para reduzir a entrada de água fresca no sistema. “Parte do resíduo hoje até volta como fibra para as máquinas”, diz Peron. Além disso, a empresa investiu em circuitos de água quente que trocam calor com outros líquidos dos sistemas.

Para reduzir em 25,4% o consumo de água na linha 1, a Suzano investiu US\$ 650 mil. “Na linha 2, que hoje já opera com uma média de 19 m³/t, foram priorizados fechamentos de ciclo e resfriamento da água para reutilização.” Ele explica que essas tecnologias ficam mais evidentes na área de secagem, onde o consumo da nova máquina é um dos menores do mundo para máquinas de grande

capacidade, em torno de 150 m³/h, e especialmente na recuperação das águas utilizadas na selagem das diversas bombas de processo.

O trabalho não parou, apesar do investimento. Atualmente, cada área da fábrica possui uma meta de consumo. “Quando ultrapassados os limites, determina-se um tempo para que o problema seja resolvido e as demais áreas são acionadas para reduzir seus consumos de forma a manter a média”, conta Quadros. Se o problema não for resolvido em poucas horas, o fornecimento de água pode até mesmo ser interrompido para evitar que se coloquem em risco os limites de captação licenciados, comprometendo toda a unidade.

Dentro da Cenibra, Lanna explica que a meta também é de fechar circuitos, ou seja, reaproveitar a água em outras áreas do processo. “Exemplo disso é a reutilização da água branca das máquinas de secagem para lavagem de toras, assim como uso de água da secagem para os estágios de branqueamento, e a recirculação dos condensados das plantas de evaporação nos processos de lavagem da polpa marrom”, explica. A empresa também promoveu uma recuperação de águas utilizadas em unidades de resfriamento.

Existem também casos, afirma



A Cenibra reduziu seu consumo médio geral de água de 53 m³/tsa para 45 m³/tsa

Lanna, em que investimentos em equipamentos são necessários. “Há dois anos alteramos, por exemplo, a lavagem marrom UKP, tanto na linha 1 quanto na 2, substituindo equipamentos atmosféricos por pressurizados que operam em média consistência”, conta. Com isso, a empresa passou de um consumo médio geral de 53 m³/tsa em 2006 para 45 m³/tsa. “Continuamos diminuindo nosso consumo: do ano passado para cá, já caiu 2 m³/tsa, algo que deve se manter com o passar do tempo”, diz.

Na empresa vencedora do prêmio da Fiesp, a Lwarcel, Stefanini explica que os aportes foram feitos tanto em tecnologia quanto em programas internos de reúso. “Na sua maioria, foram ações simples e criativas, num total investido de R\$ 550 mil, com retorno do investimento de 19 meses.” De acordo com ele, um dos maiores obstáculos na reutilização da água é quantificar e qualificar as várias correntes de água que o processo demanda. “Cada etapa requer uma característica de água específica quanto a sólidos, cor e concentração salina, entre outros. Na outra ponta temos ainda as várias correntes de água já utilizadas no processo, também com características específicas. O desafio consiste em juntar as pontas”, afirma.

Conforme o executivo, um grande desafio na Lwarcel foi a forma de avaliação do limite de fechamento, pois podem ocorrer formações de incrustações de natureza inorgânica e orgânica se o sistema colapsar, especialmente no circuito de água branca. “É necessário determinar o momento de estabilizar o consumo de água com visão global do processo, em pequenos e consistentes passos.”

Um dos projetos que surtiu bons resultados na Lwarcel foi o reúso da purga das torres de resfriamento da evaporação de licor negro nos chuveiros da desaguadora de fibras e do filtro engrossador da ETE. A empresa também passou a reutilizar os rejeitos da osmose reversa, da água e da energia térmica produzidos no digestor na máquina secadora, bem como reusar a água de selagem das bombas de vácuo

dos lavadores de massa marrom.

A mudança que exigiu o maior investimento foi a troca da tecnologia de lavadores com tambores rotativos para lavadores tipo DDwasher na lavagem da celulose – tecnologia de linha de fibras em média consistência –, de R\$ 80 milhões em 2005. A Lwarcel operava, na unidade de branqueamento, com consumo de cerca de 20 m³/tsa. Para reduzir o consumo específico de água em 2003, passou a aplicar a lavagem em média consistência, com valores entre 8% e 14%, muito superiores aos valores utilizados na tecnologia dos lavadores a vácuo. Dessa forma, substituiu 11 filtros a vácuo por cinco DDWasher e reduziu seu consumo específico de água para 10 m³/tsa na área de branqueamento da polpa – metade do gasto original. ▲

A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA NA CELULOSE

No processo de produção de celulose efetuam-se transformações químicas e efeitos físicos, na maioria com uso da água para separação, transporte de impurezas e condução das fibras nos processos. Por isso, a indústria de celulose caracteriza-se por significativo consumo de água.

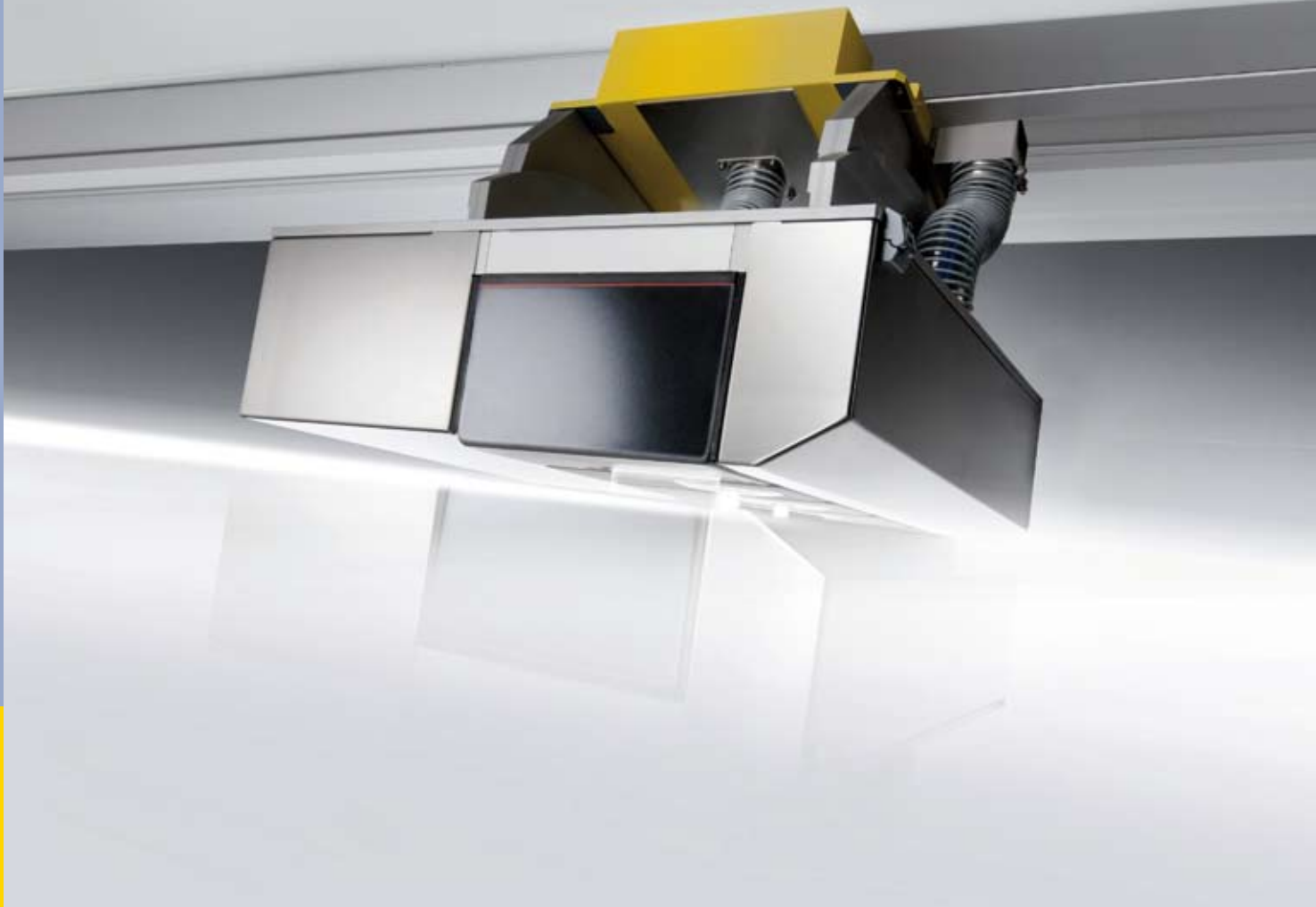
Inicialmente, os processos industriais de larga escala utilizavam métodos de lavagem em estágio simples com descarte da água, causando grandes consumos específicos de água por tonelada de polpa produzida e altos impactos ambientais. Em seguida, desenvolveram-se processos em multiestágios, que permitem a partição do processo de lavagem, mas realizados em co-corrente (água e polpa no mesmo sentido de processo). Os descartes de líquido permaneciam e não se aproveitavam as diferenças de concentração no processo de lavagem. Um avanço significativo foi a lavagem realizada em contracorrente (água e polpa procedendo em sentidos opostos) para priorizar os máximos gradientes de concentração entre o fluido de lavagem e a polpa. O processo tornou-se mais eficiente e de menor consumo de água.

Com isso, também foram se aperfeiçoando os parâmetros operacionais de concentração de fibras na suspensão, ou seja, de consistência da polpa. Os equipamentos de maior capacidade eram filtros de tambor rotativo com perna barométrica, em que a polpa em suspensão com consistência de 1,5% a 2% era alimentada a uma tina para posterior formação de manta de fibras com espessura de 3 a 5 cm mediante drenagem sobre a tela do tambor, por efeito de sucção realizada pela perna barométrica do equipamento. A manta assim formada resultava lavada por deslocamento de água, sendo a original deslocada pelo líquido adicionado por chuveiros. No processo de lavagem, o filtro rotativo combina o efeito de diluição da polpa aos níveis de consistência da alimentação com o efeito de deslocamento propiciado no tambor. O processo de diluição da polpa tem pouco efeito de lavagem, mas é fundamental para a formação da manta e o consequente processo de deslocamento.

Esses métodos de lavagem persistiram até os anos 90, com seu característico alto consumo específico de água, consumo esse que induziu os recentes desenvolvimentos tecnológicos de lavagem de polpas, com forte benefício da eficiência operacional e da proteção ao meio ambiente.

*Fonte: Lwarcel





Nós mantemos o seu papel constantemente OnQuality.

A família OnQuality compreende scanners e sensores, assim como controles longitudinais e transversais de última geração. Eles ajudam a aumentar e estabilizar a qualidade do seu papel e asseguram o funcionamento eficiente de sua máquina.

O sistema no qual você pode confiar:

- scanners robustos
- cabeçote de sensores inclinável
- medições precisas
- rápido reinício de produção com qualidade
- mudanças coordenadas de produção e velocidade

Voith Paper

VOITH
Engineered reliability.

Despite still plentiful, water resources demand for good management

Investments in equipments and circuits closure are very often an economically inconvenient move, but sector's companies are convinced they must concern about environment and think on the future, when water might become not so easily available

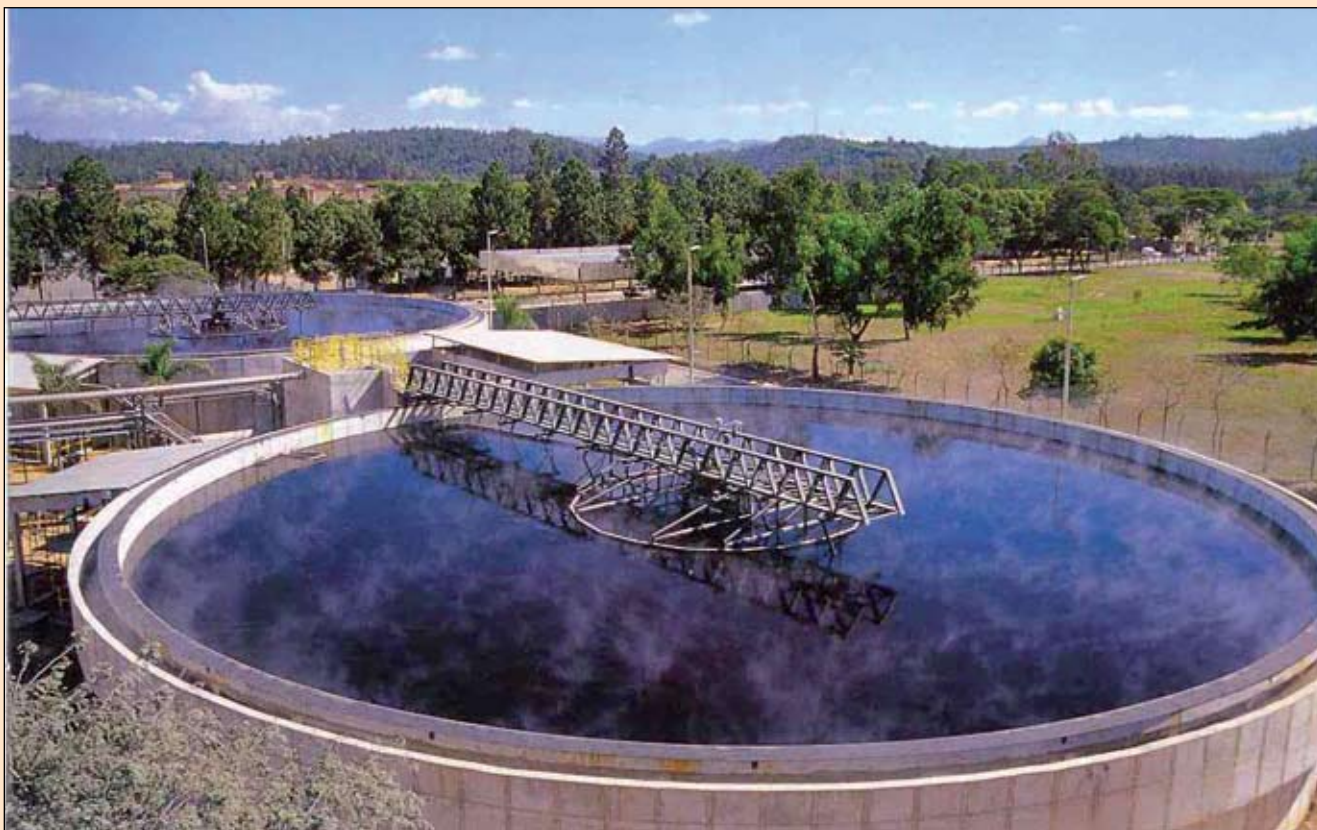
By Marina Faleiros

Along the entire human history, water has always been a key agent in the development of civilizations. Be that from thousands years ago, when the Nilo River and its floods were considered a gift to Egypt, or even in Brazil's history, roamed all over by the pioneers bandeirantes by following effluents courses flowing to the inland.

Lack of water gives room to starvation, dearth of sanitation, and holds back industries' development. The pulp and paper sector is well aware of this resource significance, and it is a one that needs water as essential supply, utilizing it since the eucalyptus breeding and up to the industrial process.

Conscious of this relevance, the

sector has kept working hard along the past years for reducing its consumption rates, both in new or under erection mills, as well as in plants over twenty years old needing to conform to the modern water utilization standards – which, at present, are much smaller even in countries with profusion in water resources, as is Brazil's condition.



BY CENIBRA



IP's mill in Mogi Guaçu (SP): ambiental aspects come first

A case that deserved a countrywide notoriety is one that of the bleached pulp maker Lwarcel, awarded with the 3rd Fiesp's 2008 Prize of Water Conservation and Reuse. Established in the city of Lençóis Paulista (SP), the mill is far-off from any surface water supply, and, even at present, it relies only on underground water and semi-artesian wells. "The difficulty turned out a concept, and the company now exhibits one of the smallest specific water consumption of the sector countrywide, probably one of the smallest of the world", states Pedro Stefanini, Lwarcel Celulose's Industrial Manager.

Data of the company show the following evolution: the mill has emerged from a specific consumption of 44 m³/adt (air dry ton) in 2004 to 23 m³/adt in 2007, after the implementation of seven projects in its production processes. "As technological target, Lwarcel sought for alternatives by listing the best available practices in the world. Such an example relates to the fiberline investment, where the washing filters technology was replaced with the Andritz DDWashing equipments", explains Stefanini. Andritz's DDwashers run at medium consistency pulp which decidedly assists in reducing water consumption.

The company also met support from its own staff for the rethinking of the process and to drop water consumption rates. "Except Andritz, all others projects related to the water reuse program, which mean 46% of the total achieved reduction, have been the outcome from proposals of the company's technical staff."

At the International Paper company, of Mogi Guaçu (SP), however, the consumption challenges showed up gradually. At the time the mill was erected, in 1960, on the margins of the Iguacu River basin, there was much more water flowing in the river, and it was therefore quite feasible to be used. With the development of the region, the increased population density, and the need of more water for watering surrounding farms, the company perceived circumstances when the effluent level decreased to very low marks. "Since then, we have realized as imperative to reduce our dependency on this resource", explains Wanderlei Peron, Environment Specialist for IP.

As Wanderlei tells us, the company has worked intensely on the matter since year 2000, and it is now performing an accurate monitoring and control action, because most of what could have be done for the reduction

of water consumption has already been accomplished. "Closure of circuits has been of great contribution, it made possible to return condensates to the process. We have also replaced pulp washers operating under vacuum with pressing type equipments, improving water usage scale", adds Peron. Thereafter, the IP plant has overcome a daily water consumption of about 85 thousand cubic meters, and uses now 55 thousand m³/day only, while daily production has jumped from 950 tons to 1.2 thousand tons.

Also at Cenibra, established in Belo Oriente (MG) since year 1975, the technical staff perceived, with the passing of time, a substantial decline in the regime of the river bordering the mill. "We started to invest in demand reduction not only for assuring the mill's supply, but also as a belief that Cenibra had to take some positive action for the contention of its consumption and for supporting the environment's future", asserts Alexandre Etrusco Lanna, Production Department Manager. Lanna tells us that defies are now even more severe because the company's first production line is 20 years outdated when compared to the second line, and the acceptable average of water demand was much higher in the past. "We are well aware we have a fiberline demanding much more than the other one, this is why we have invested mainly on line 1, in which the consumption dropped from 150 m³ per adt in 1978 to a present rate of 45 m³ per adt" explains Lanna.

As per Suzano's view, the reuse practice in the pulp and paper industry, in addition of increasing water availability for others activities and even for home purposes, shrinks production costs, avoids final or intermediary product losses, and minimizes the load of pollutants to deal with. "Thereafter, during implementation of the Mucuri project, in Bahia State, there was already plan for al-

most triplicate the pulp output of the mill without the need of an extension of the act of granting for extracting more water from the Mucuri River, a procedure that would impose a new licensing process”, tells us Ricardo Quadros, executive Manager for Quality and Environment.

According to the executive, it would however be useless to just invest in utilization adjustments and reductions if not coupled to a straight behavior devoted to assure perpetuity to the achieved results, and, furthermore, to its improvement whenever possible. “Therefore, Suzano has inserted in the mill’s control panel a screen which continually puts on show water utilization in each stage of the process, giving to this monitoring same status as for production, quality and safety.”

INVESTMENTS IN FAVOR OF WATER

Brazil is a rich country in hydric resources, a condition that allows many mills to take water straight from

rivers free from any payment. Investing in consumption reduction seems, therefore, something unthinkable, if only considered from the perspective of cost reduction. In most cases, the plea is purely environmental. “Cost of water is still very cheap in Brazil, but there are others aspects to take into account, as is the effluents reduction”, says Peron. Even IP, he relates, acts upon this mentality. In 1980, he typifies, the company set up a water consumption monitoring system which hasn’t paid for itself already. “It has been a political decision to start concerning about the company and the natural resources, for if the company wouldn’t stop for the set up of this investment, it would never know where its great problems and areas of large demand were”, he states.

Peron explains that those projects fitted to stimulate the reuse of water back to process are the ones producing better saving results. “We have got to use the evaporation line condensates as sealing waters and, in some cases, we adopt filtering for the removal of contaminants in residues to allow its devolution to the process”, he adds.

In the paper machine, vacuum pumps sealing water stands for a great demand, therefore, the company’s option has been for a filtering method to remove fibers and minerals pigments as a way to reduce fresh water entering into the system. “Part of the residues are even sent back to the machines as fibers”, stresses Peron. Additionally, the company has invested in hot

water circuits with heat exchange with others liquids of the systems.

However, for a 25.4% water reduction in its fiberline 1, Suzano has invested US\$ 600 thousand. “And in line 2, now already operating with an average of 19 m³/t, circuit closure and water cooling are planned as priority for water reutilization.” Peron explains that these technologies are more evident in the drying sector, where the new machine consumption is one of the smallest worldwide in large capacity machines, being about 150 m³/h, and, especially, in the recovery of the different process pumps sealing waters.

But the work didn’t stop with the investment. Currently, a target of consumption is attributed to each of the mill’s areas. “When targets are exceeded, a certain period of time is defined for solving the problem, and remaining areas are requested to reduce their consumption so as to sustain the average”, emphasizes Quadros. Whether the problem is not solved within few hours, water supply might even be discontinued to avoid risks of exceeding the licensed amounts of water withdrawal, which could endanger the whole unit.

Within Cenibra, Lanna exposes the target is also to close circuits, i.e., reuse of water in different areas of the plant. “An example is the recirculation of the drying machines white water to the woodyard for the washing of logs, as well as water from the drying sent to pulp bleaching stages, and the recirculation of the evaporation plant condensates to the brown stock washing process”, Lanna points out. The company has also implemented the recovery of water leaving cooling units.

There are however situation, states Lanna, where investments in equipments are necessary. “Two years ago, for example, the brown stock UKP washing, in both lines 1 and 2, has been modified, with the existing atmospheric equipments re-



"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 - BLUMENAU - SC - BRASIL
TEL.: (+55) 47 3327-2108 - FAX: (+55) 47 3327-0829
WWW.TECNOSAN.COM.BR - TECNOSAN@TECNOSAN.COM.BR

placed with pressurized ones, which operate at medium consistency". Thereafter, the company was able to drop from a global consumption average of 53 m³/adt in 2006 to 45 m³/adt. "We are progressing in reducing our water demand: since last year we have got a 2 m³/adt reduction, something that is to be carried on along the time", says Lannan.

At the company winner of the Fiesp's prize, the Lwarcel, Stefanini explains that innovations have been introduced in both, technology and domestic reuse-related programs. "In its majority, they have been simple but ingenious actions, totaling an investment of R\$ 550 thousand, with a 19 months return on investment". According to Stefanini, one major difficulty in water reutilization refers to quantify and qualify the different flows of water demanded by the process. "Each stage asks for water with a specific characteristic as regard to solids, color and saline concentration, among others. On the opposite end we still have the different already processed water flows, also with their specific characteristics. The challenge is to join the ends", says.

According to the executive, a great Lwarcel's defy was how to assess the closure limits, since inorganic and organic scaling formation is easy to happen in case of a system failure, mainly in white water systems. "It's essential to define when the water consumption must be stabilized with view on the process as a whole, progressing in small, but consistent steps."

One of the Lwarcel well succeeded projects has been the reuse of the black liquor evaporation cooling towers purge, and then utilized on the fiber dewatering machine and on the effluent plant filtering thickener. The company is also re-processing reverse osmosis rejected material, water and thermal energy from the digester and the drying machine, and performs the reuse of the

THE SIGNIFICANCE OF WATER IN PULP

In the pulp production process, chemical transformations and physical effects are accomplished. The majority of them making use of water as a separation, impurities transport and fiber conveyance mean in processes. Consequently, the pulp and paper industry stands out as a great water consumer.

In the beginning, large scale industrial processes practiced washing methods in a simple stage, with water disposal, thus causing quite huge water specific consumptions per ton of produced pulp, and high environmental impacts. Afterwards, multi-stage processes were developed, which allowed the partition of the washing process, but performed in a common flow (water and fibers toward same direction). The liquids disposal persisted, and there was no proficient use of the concentrations differences existing in the washing process. A significant advancement has been the counterflow washing (water and fibers travelling in opposite direction), which allowed to take advantage of the concentration gradients between the washing liquid and the pulp. The process evolved in efficiency, with less water consumption.

With this, operational fiber suspension concentration parameters also progressed, i.e., increased pulp consistency. Rotating drum filters with barometric legs were, at the time, the large capacity equipments, in which pulp suspension with 1,5% to 2% consistency was fed to a vat for the subsequent mat formation, mat some 3 to 5 cm thick formed through dewatering action on the drum fabric assisted by vacuum generated by the barometric leg of the equipment. The mat so formed resulted washed by effect of the water displacement; the original liquid displaced by the liquid added through the showers. The rotating filter combines in its washing process the effect of the pulp dilution to consistency same as the one of the feeding side, and the water displacement effect produced on the drum. The pulp dilution process is of low washing significance, but it is essential for the mat formation and the subsequent displacement process.

These washing methods persisted till the 1990's with its typical high specific water consumption, consumption that has induced the development of the modern pulp washing technologies, strongly favoring operational efficiency and protection of the environment.

Source: Lwarcel



vacuum pumps sealing water of the brown stock washing plant.

The higher investment demanding change, however, has been to replace the rotary drum washers technology with the DDwashers— medium consistency fiberline technology -, in the pulp washing plant, at a cost of R\$ 80 million in 2005. Lwarcel was operating its bleaching plant with a water consumption of about 20 m³/adt. Already in 2003, with aim at reducing its specific

water utilization, the company made a start with the adoption of the medium consistency washing, with values of 8% to 14%, much higher than the ones practiced with the vacuum washer technology. In such a way, Lwarcel performed the substitution of 11 vacuum filters with five DDWashers, being thereafter able to drop its water specific utilization to 10 m³/adt in the pulp bleaching plant, one half of the original amount.

Regulamento - Prêmio ABTCP 2009

Destaques do Setor de Celulose e Papel

O Prêmio Destaques do Setor é entregue pela ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel – há nove anos aos fabricantes e fornecedores da indústria de celulose e papel do Brasil. Nos últimos anos, pela conquista de representatividade da premiação entre as empresas, o Destaques do Setor ganhou em 2008 um selo especial de identidade da premiação, cujo uso é autorizado somente aos vencedores, conforme regras preestabelecidas pela ABTCP.



Quem participa?

Somente empresas-associadas a ABTCP, fabricantes ou fornecedores da indústria de celulose e papel, podem concorrer ao prêmio nas categorias:

1. Assistência Técnica
2. Desenvolvimento Sustentável
3. Inovação Tecnológica
4. Preservação Ambiental
5. Responsabilidade Social
6. Fabricante de Celulose de Mercado
7. Fabricante de Papel para Embalagem
8. Fabricante de Papéis Especiais
9. Fabricante de Papéis com Fins Sanitários
10. Fabricante de Papéis Gráficos

Quando acontece?

A votação é feita em via única pelos associados da ABTCP durante o período de abril a junho de 2009, e os vencedores serão divulgados pela área de Comunicação e Marketing Corporativos da ABTCP no mês de setembro/2009, pelos meios de comunicação e jornalismo da Associação.

Como acontece?

A premiação acontece em três fases, e os votos emitidos pelos associados da ABTCP recebem pesos, de acordo com as seguintes categorias associativas:

Corporativo Master e Patrocinador: peso 5;

Corporativo Unidade e Coletivo: peso 3;

Pessoa Física: peso 1.

As três fases da premiação são:

Fase 1 – Votação, por e-mail, pelos associados dos fabricantes e fornecedores concorrentes à premiação, e classificação das três destas empresas mais votadas por categoria, para participar da Fase 2;

Fase 2 – Elaboração dos Dossiês Institucionais das empresas concorrentes nesta etapa para participar da Fase 3;

Fase 3 – Análise e Avaliação dos Dossiês Institucionais pela Comissão Avaliadora.

Quem avalia e elege os concorrentes e vencedores?

A Comissão Avaliadora da premiação é composta de sete representantes dos associados, sendo:

Conselho Diretor: 2 membros;

Conselho Executivo: 1 membro;

Diretoria Executiva: 2 membros;

Associados Individuais: 2 associados.

MAIS INFORMAÇÕES E/OU SUGESTÕES – Prêmio Destaques do Setor

enviar email para a área de Comunicação Corporativa da ABTCP: comunicacao@abtcp.org.br

O futuro do setor de papel e celulose a partir de uma ótica brasileira

“Meu interesse está no futuro, porque nele passarei o resto da minha vida.”

Charles Franklin Kettering (1876-1958), fundador da Delco e VP da General Motors Research Corporation

Autores*: Marcos Avó
Ricardo Altmann

Qual será o futuro do setor de papel e celulose sob a ótica do Brasil? Essa desafiadora pergunta direcionou a construção de cenários de longo prazo que realizamos ao longo do 2º semestre de 2008 em conjunto com executivos e diretores da ABTCP. Tais cenários foram meio para debatermos o planejamento estratégico e construímos diretrizes de longo prazo para a associação. Mesmo não tendo sido um esforço exaustivo de elaboração de cenários, entendemos que eles trazem aspectos interessantes para a reflexão dos diferentes participantes da cadeia produtiva de papel e celulose. Por essa razão compartilhamos, neste artigo, parte dos resultados obtidos com o leitor de “O Papel”.

Ao iniciar o processo, em meados de 2008, o contexto recente do setor no País era de mudança. Para um setor notadamente intensivo em capital, investimentos significativos na expansão da capacidade produtiva, como os efetivados nos últimos anos (Mucuri, Telêmaco Borba, Três Lagoas, apenas para citar alguns), têm poder transformador. A ênfase na produção de celulose, especialmente de fibra curta – foco em que as vantagens comparativas nacionais postas em nível internacional são quase incontestes –, as

perspectivas de exportações (e balança comercial) crescentes e a dispersão dos investimentos ao longo do território nacional, características associadas aos investimentos, eram citados recorrentemente nesse contexto.

No mercado internacional, mudanças já vinham ocorrendo no lado da demanda com o ganho de importância de mercados emergentes, como a China, e também da oferta, com o abalo da competitividade de fabricantes tradicionais, como os países nórdicos (cite-se o caso do aumento no custo da madeira oriunda da Rússia como fato recente). Adicionem-se ainda alterações na organização das empresas, incluindo o processo de consolidação (no País e internacionalmente), a profissionalização da gestão, a atualização tecnológica e a crescente atenção a questões de meio ambiente e sustentabilidade.

Por fim, as perspectivas de novos e ainda maiores investimentos no País colocavam na agenda reflexões sobre temas como infra-estrutura dedicada, internacionalização e, já com grande destaque, o tema de recursos humanos (como atrair, capacitar e reter recursos de alto nível para o setor?). Desde então, com o conhecido contexto de crise, as perspectivas se alteraram. A guinada na

conjuntura de curto prazo é interessante até para a reflexão sobre os cenários futuros elaborados e, acima de qualquer coisa, ilustra a complexidade e também a importância desse tipo de esforço.

Saber lidar com informações que caracterizem o futuro, mesmo que genericamente, é desafiador e tem importância prática: o conhecimento do porvir tem força suficiente para orientar decisões do presente e a maior parte das pessoas não é capaz de acessar esse tipo de informação.

O mundo da gestão não ficou alheio a esse desafio e desenvolveu soluções para mapear e lidar com o futuro. O ferramental de planejamento por cenários se destaca nesse sentido por ser flexível e capaz de apoiar, com robustez, decisões de natureza estratégica (vide o quadro I, que descreve sucintamente a abordagem). Considerando nossos interesses específicos definimos como premissas iniciais: horizonte de 15 anos, ênfase no nível estratégico de análise, foco no ambiente externo à Associação e ênfase na perspectiva brasileira.

O processo teve início com um mapeamento amplo de fatores com potencial de afetar o futuro do setor. A base para esse levantamento foram cerca de 70 entrevistas semi-estruturadas conduzidas

*Referências dos Autores / Authors' references:

Lunica Consultoria - Emails: marcos@lunica.com.br - ricardo@lunica.com.br

junto a especialistas e profissionais das mais diversas áreas ligadas à cadeia de celulose e papel. Levantamento de dados secundários complementou esse esforço. Após um processo de refinamento obtiveram-se cerca de 40 fatores que foram distribuídos em oito categorias: aspectos econômicos e político-regulatórios; oferta de papel e celulose no Brasil; demanda de papel e celulose no Brasil; mercado mundial de papel e celulose (incluiu barreiras ao comércio internacional); fornecedores; tecnologia e P&D; recursos humanos; e outros (incluiu sustentabilidade, energia, aspectos ambientais e ligados à terra e água). Adicionalmente, cada fator foi classificado em tendência (fatores tidos como certos para o futuro) ou incerteza (fatores para os quais não há grande convergência de opiniões sobre como irão se apresentar no futuro).

O diagrama de influência a seguir é uma representação da interrelação entre os fatores mapeados. Tal diagrama é resultado de um processo de tentativa e

erro e de aprendizagem ao longo de sua elaboração. Não existe uma representação única possível, nem algo como uma “representação ideal”. O importante é que o diagrama seja consistente e permita ampliar a compreensão sobre as variáveis que afetam o futuro do setor.

Relações entre oferta e demanda (segmentados em papel e celulose e combinados com componentes nacionais e internacionais) foram elementos centrais na organização do diagrama. A variável “custo de produção global e competitividade” nacional teve papel integrador e se apresenta em posição de destaque. Fatores diversos a influenciam, incluindo desde aspectos naturais até recursos humanos, passando pela temática logística, de tecnologia e tributária. Também aparecem fatores relacionados à organização do setor (especialmente no País, incluindo as estratégias das empresas) em diálogo com a capacidade de investimentos e aspectos de comércio internacional, além de uma exploração

inicial de segmentações e substitutos no mercado de papel.

O amadurecimento da compreensão do problema nos permitiu selecionar 4 incertezas principais para serem base da construção dos cenários. São elas:

- Competitividade do Brasil na Produção de Celulose: debate sobre até que ponto o Brasil se qualifica como fornecedor mundial de celulose. Depende da intensidade de investimentos e das escolhas estratégicas dos principais *players*, sendo variável que impacta significativamente a organização do setor como um todo.
- Competitividade do Brasil na Produção de Papel: corresponde ao julgamento amplo da competitividade nacional na produção de papel, seja para suprir o mercado nacional, impedir importações ou alavancar exportações regionais. O detalhamento junto aos diferentes segmentos é realizado em cada cenário. Trata-se de variável

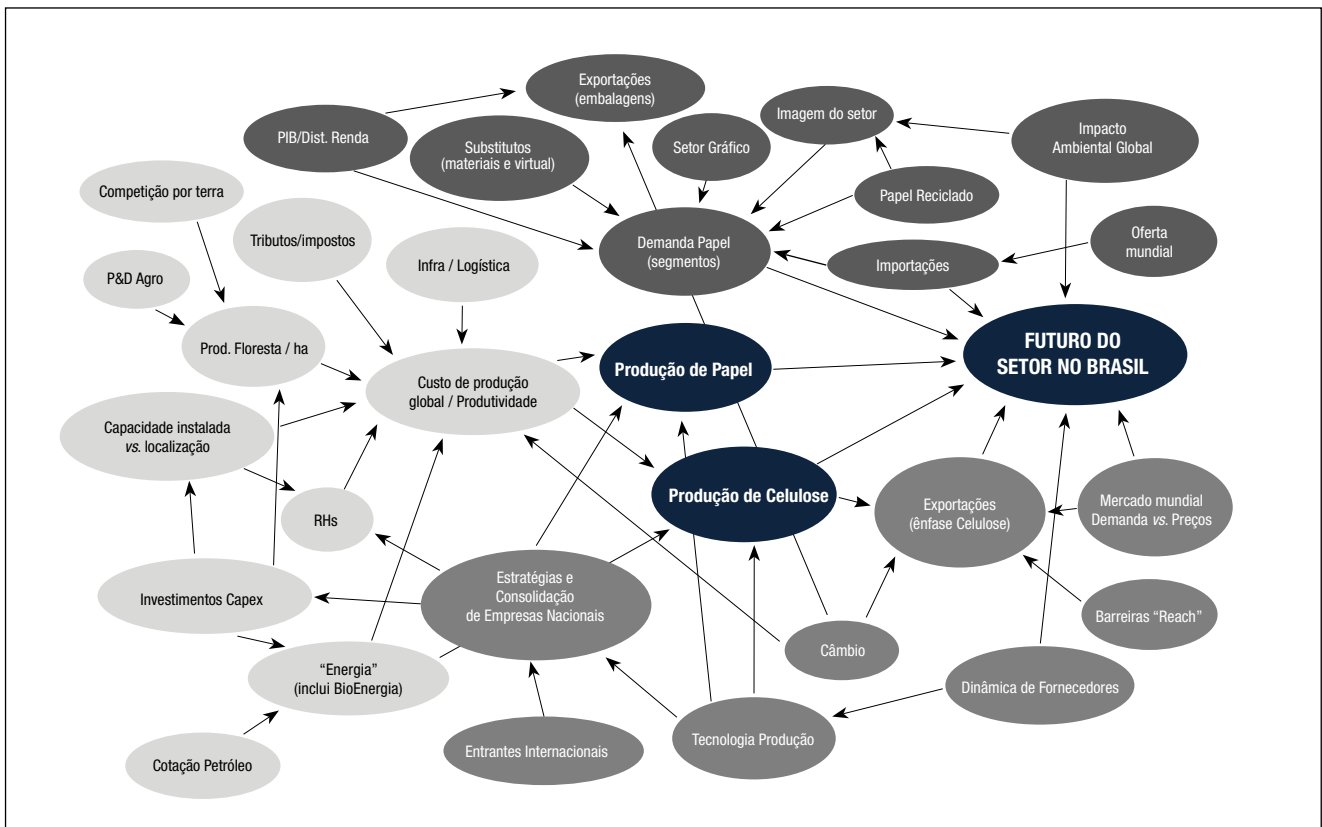


Figura 1. Diagrama de influência – fatores de influência sobre o futuro do setor de papel e celulose no Brasil

complexa conectada a diversos fatores econômicos, políticos, legais, tecnológicos e sociais.

- Demanda Mundial por Papel: em termos sintéticos essa incerteza envolve o total consumido de papel, os preços praticados e os locais onde a demanda se materializa. É indutor fundamental para a organização do setor como um todo em nível mundial.
- Relevância do Setor no Contexto Nacional: julga a importância comparativa do setor perante *stakeholders* privados e públicos no País. A variável se relaciona diretamente com a capacidade de atrair recursos limitados para o setor em comparação a outros setores da economia.

Analisando diferentes combinações a partir dessas dimensões elaboramos 4 cenários, pautando-se pela idéia de que os cenários devem ser boas representações dos diferentes futuros possíveis. Os cenários foram descritos e nomeados: “Brazilian Big Pulp”, “Gigante do Papel e da Celulose”, “Desafios à Competitividade” e “Mundo Digital”. A representação esquemática abaixo permite diferenciar os cenários entre si se consideradas as quatro dimensões (quanto mais longe do centro, maior ou “mais intensa” é a ocorrência da variável no cenário).

Na descrição de cada situação foram incorporados outros fatores mapeados anteriormente, visando tornar os cenários mais concretos e ricos (veja o conteúdo destes cenários na figura 2).

Em termos sintéticos, o cenário “Brazilian Big Pulp” mostra, em 2023, um Brasil muito competitivo em celulose, com investimentos maciços tendo sido efetivados, ao mesmo tempo em que a competitividade em papel patina no País. Tal cenário se sustenta a partir de uma série de avanços na competitividade da produção de celulose nacional (por exemplo, logística dedicada, plantas produtivas “estado da arte”, inovações na gestão e tecnologia da cadeia desde o elo florestal, crédito adequado para

QUADRO I - ELEMENTOS RELEVANTES DO MÉTODO DE ELABORAÇÃO DE CENÁRIOS

- A técnica de elaboração de cenários é um recurso forte para apoio à tomada de decisão e à formulação de estratégias.
- Sua origem remonta à década de 1970, na indústria do petróleo (Shell).
- Dentre seus grandes benefícios estão a forma estrutural de lidar com a incerteza e o estímulo para se pensar “fora da caixa”.
- As etapas principais do processo de elaboração são:
 - Definir o escopo e variáveis relevantes (tendências e incertezas);
 - Identificar principais *stakeholders*;
 - Coleta de informações (objetivas e subjetivas);
 - Identificar as principais incertezas;
 - Definir os cenários por incerteza;
 - Elaborar cenários combinados, evoluindo para cenários de decisão;
 - Montados os cenários, a organização “tenta viver neles”, pensa nas oportunidades que se abrem, nos grandes desafios, como parcerias seriam feitas, ...
 - Verificar consistência.
- A técnica não visa adivinhar o futuro, mas fazer uma varredura de diferentes futuros possíveis, apoiando a tomada de decisão desde o presente.
- Tal técnica tem sido intensamente utilizada em diferentes setores, por empresas de diferentes portes. Exemplos de empresas que aplicam tais técnicas (além da ABTCP): Shell, Embraco, CI, Siemens, Caixa Econômica Federal, Assa Abloy.

os investimentos, melhorias tributárias específicas, etc.) associados a conexões com a ponta da demanda (especialmente em mercados asiáticos). Diversas alianças, joint-ventures e mesmo aquisições ocorrem entre empresas que atuam nas duas pontas, sustentando o cenário a longo prazo.

No cenário “Gigante da Celulose e do Papel” o País consegue, ao longo do tempo, explorar sinergias entre celulose e papel e agrega valor aos seus produtos. Existe um reconhecimento crescente da relevância do setor para o País por parte do governo, que provê incentivos que auxiliam, por exemplo, a superar gargalos da competitividade em diversos segmentos de papel. O Brasil passa a ter destaque mundial, atrai centros de desenvolvimento de tecnologia e produtos (mesmo junto aos fornecedores), conta com RHs qualificados e massa crítica no setor. Grupos nacionais estão internacionalizados e entre os líderes mundiais, e o mercado interno e regional de papel é crescente, garantindo ganhos de escala e rentabilidade.

Bastante distinto, o cenário “Desafios à Competitividade” representa uma

extensão prolongada do contexto de crise, com redução da atividade econômica mundial, baixa demanda e exportações e não viabilização de novos investimentos. O custo Brasil se encontra muito alto e o setor perde relevância no contexto nacional precisando se reinventar. Flexibilidade é exigida de quem atua no setor e apenas alguns nichos de mercado são realmente rentáveis e atrativos.

O quarto cenário, “Mundo Digital”, apresenta uma mudança mais fundamental a partir da variação no consumo de papel em âmbito mundial que declina continuamente. Pressões ambientais e mudanças de comportamento do consumidor justificam o fenômeno e o excesso de oferta vem à tona.

A partir dos cenários descritos há diferentes formas para lidar com a reflexão estratégica. Algumas típicas são: a discussão de competências e modelos de negócio desejados em cada cenário; ou a discussão de decisões e necessidades comuns a diversos cenários; ou, ainda, o uso dos cenários como recurso inspirador para a definição da estratégia. A reflexão sobre como diferentes *players* atuais (ou

mesmo potenciais *players* futuros) se portariam em cada cenário também pode trazer *insights* interessantes.

A título de ilustração de como se pode refletir sobre competências futuras necessárias, tome-se o caso da ABTCP. Em um cenário como o “Brazilian Big Pulp” seria essencial a presença da Associação em diferentes regiões do País, além da competência para suportar, com seus serviços, a cadeia envolvida na produção de celulose e a habilidade de manter a conexão com o elo florestal (por exemplo, no diálogo de temas tecnológicos e de inovação). Em “Gigante da Celulose e do Papel”, pode-se esperar uma Associação que tenha que lidar com uma ampla diversidade de públicos e oportunidades em um setor pujante no País, sabendo priorizar ações e projetos, além de lidar com interesses distintos. Em “Desafios à Competitividade”, a demonstração de valor claro e apoio aos associados seria uma competência essencial e, em “Mundo Digital”, a flexibilidade na atuação junto a novos temas tecnológicos pode ser necessária.

Os cenários permitem “vivenciar antes” realidades futuras e refletir

acerca dos resultados que poderiam ser obtidos a partir de estratégias distintas em cada situação. Em alguma medida, os gestores podem utilizá-los de forma similar a como engenheiros, por exemplo nas indústrias automobilística e aeronáutica, utilizam o túnel de vento para testar suas idéias e protótipos no desenvolvimento de produtos.

Na prática, a tendência é que o futuro se apresente como uma composição dos diferentes cenários construídos. Cabe aos decisores e às suas organizações tomarem as melhores decisões possíveis a partir do conhecimento dos diferentes cenários e de suas realidades. Planos de contingência e medidas mitigadoras de risco também podem ser preparados a partir desse tipo de análise.

Deve-se destacar que a técnica de cenários é especialmente interessante para lidar com situações de grande incerteza acerca do futuro. Ao abrir o leque de alternativas o decisor pode sair do senso comum e explorar de forma mais ampla e assertiva possibilidades não pensadas anteriormente. O contexto de crise, como o atual, encaixa-se nessas condições. Muitas vezes, ainda que a metodologia desaconselhe, existe tendência por tentar

“adivinhar” qual é o mais provável dos cenários elaborados. Observe-se que quando da finalização desses cenários (antes da crise econômica mundial chegar com mais força ao País), muitos poderiam imaginar que a realidade nos direcionava a passos largos para o cenário “Brazilian Big Pulp”. Na seqüência, com o novo panorama, um cenário como “Desafios à Competitividade” passou a chamar mais a atenção. Essas mudanças conjunturais em tão pouco tempo ilustram a relevância de se ter cenários distintos para reflexão de estratégias robustas e flexíveis.

Processos dessa natureza auxiliam, ainda, na construção de visões sistêmicas e robustas sobre o contexto de atuação, dando segurança à tomada de decisão. Cabe observar que o uso de cenários é flexível, devendo ser pensados, elaborados, detalhados e analisados de maneira distinta caso a caso. Além disso, os cenários podem, e devem, ser revisados ao longo do tempo. O importante, após um esforço dessa natureza, é que se coloquem ações em prática desde já, com um olhar no futuro, mas sem esperar passivamente que ele ocorra. Muitas vezes deve-se, isso sim, buscar por influenciar o futuro, ainda que parcialmente.

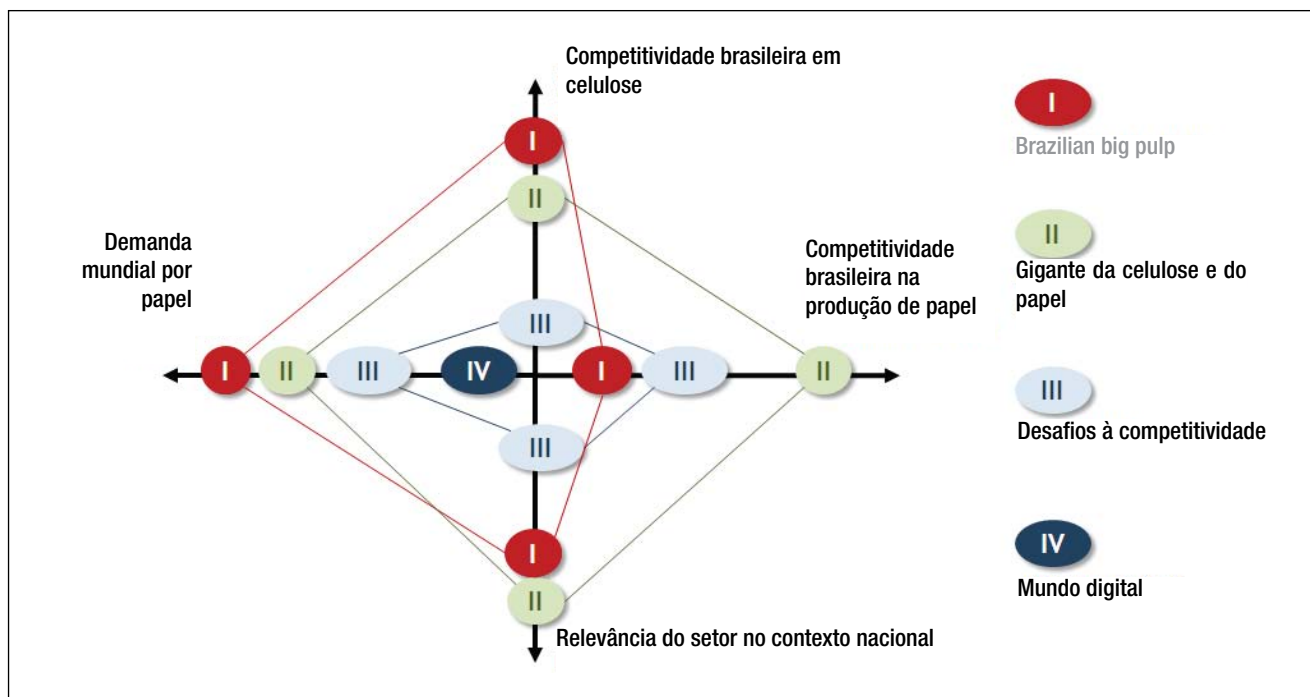


Figura 2. Representação esquemática de 4 cenários do futuro do setor

QUADRO II - CENÁRIOS

Em meados de 2008, a Lunica Consultoria e a ABTCP elaboraram cenários futuros para o setor de papel e celulose, sob a ótica brasileira, para o horizonte de 15 anos (2023). Os cenários foram elaborados para apoiar as discussões e definições do planejamento estratégico de longo prazo da Associação. Os 4 cenários resultantes foram os seguintes:

CENÁRIO “BRAZILIAN BIG PULP”:

A demanda por papel em diversos países da Ásia continua crescente, mesmo com a crise econômica mundial, e, a médio prazo, a demanda de papel cresce como um todo. No lado da oferta, a crise acelera as mudanças geográficas no setor, com a produção nos países desenvolvidos perdendo volume e sendo orientada, mais e mais, para nichos.

As vantagens comparativas do Brasil na produção de celulose são inquestionáveis e o País lidera a produção regional da América Latina, com exportações crescentes e com a fibra de eucalipto largamente aceita. Tal crescimento é conseguido a partir da viabilização de grandes investimentos por parte das empresas nacionais, que, após superar a crise e revisar cronogramas, conseguem paulatinamente atrair recursos (mesmo externos) para tanto. Em médio prazo, entrantes internacionais (especialmente europeus) montam bases florestais no País, e buscam parcerias e participação acionária em grandes investimentos de celulose.

Taxa de câmbio adequada, incentivo governamental e logística dedicada são outros fatores que contribuem para estabelecer o Brasil como o grande *player* mundial em celulose. A crise traz lições relevantes para a gestão financeira das empresas no tocante às variações de preço da commodity celulose. Parcerias de longo prazo com produtores de papel na Ásia cumprem papel relevante nesse contexto.

As novas plantas nacionais são *benchmarks* produtivos mundiais e utilizam tecnologia de ponta, sendo locais para teste e desenvolvimento de novas tecnologias mesmo por parte de fornecedores internacionais. O País assume a liderança em P&D para celulose de forma sinérgica com o elo florestal. Fornecedores se voltam, como um todo, para esse segmento e investem no desenvolvimento de soluções específicas para celulose.

Infelizmente, no que se refere à produção de papel o desenvolvimento é bem distinto. Poucos investimentos ocorrem e gargalos, tais como impostos e escala de produção, prejudicam a competitividade da indústria nacional. O mercado interno não cresce tanto como o esperado e, em alguns segmentos, a importação é necessária.

CENÁRIO “GIGANTE DA CELULOSE E DO PAPEL”:

Em 2023, o Brasil está consolidado como um gigante do setor, tanto em papel como em celulose. Ao olhar para trás, percebemos dois momentos de desenvolvimento distintos e relevantes: (i) inicialmente empresas nacionais se alavancaram a partir da produção de celulose e vantagem comparativa do País na área; e, (ii) em um segundo momento, a internacionalização dessas empresas (fazendo aquisições na Ásia e em países desenvolvidos) manteve a rentabilidade das exportações de celulose. Nesse momento, também emergiu a produção nacional de papel, com novas tecnologias e investimentos, superação de gargalos logísticos, de recursos humanos e, mesmo, incentivos governamentais.

Investimentos de empresas multinacionais no País contribuíram no processo, sendo as mesmas atraídas pelo novo peso econômico, em termos mundiais, que o Brasil alcançou ao crescer continuamente, mesmo em tempos de crise. Gargalos históricos na infra-estrutura nacional foram superados paulatinamente e o forte mercado interno foi fundamental para gerar uma escala produtiva interessante em diferentes segmentos de papel.

Melhora na organização do setor e parcerias entre empresas e com fornecedores, além de sinergias entre produção de celulose e papel, contribuem para colocar o País no centro do desenvolvimento tecnológico do setor. O governo percebe essa importância econômica e as oportunidades junto ao setor e contribui para um plano de desenvolvimento de alto nível capitaneado pelo setor privado. O setor passa a ser visto como referência de provedor de soluções para o meio ambiente e de uso eficiente de energia.

A atração por recursos humanos é facilitada e cursos universitários

de papel e celulose são abertos, além de existir forte capacitação de profissionais no nível técnicos. Diversos fornecedores passam a olhar para o Brasil como celeiro de desenvolvimento de tecnologias ao longo de toda cadeia e um mix de verbas pública e privada viabiliza um orçamento considerável para investimento em P&D.

CENÁRIO “DESAFIOS À COMPETITIVIDADE”:

A crise econômica se prolonga e, com os maiores mercados do mundo em recessão, a atividade econômica como um todo cai. Esse contexto diminui a demanda mundial por papel e dificulta a viabilização de novos investimentos. A demanda mundial por papel está desaquecida na esteira de baixos crescimentos e, do lado da oferta, países do sudeste asiático, como a Indonésia, se mostram mais competitivos do que o esperado.

O contexto internacional, associado a uma série de dificuldades internas (como carga tributária crescente, infra-estrutura problemática, encarecimento do preço da terra, dificuldade de acesso a crédito e problemas de caixa de algumas das grandes empresas) inviabiliza muitos dos investimentos em celulose antes previstos. O setor passa por uma inesperada crise no início da década de 2010, impactando toda cadeia produtiva e de fornecimento (muitos fornecedores enfrentam dificuldades e passam a buscar negócios fora do setor), e perde relevância no País.

O setor se vê excluído de verbas públicas para investir em P&D e depende mais e mais de soluções importadas. Adicionalmente, o real continua valorizado em relação a outras moedas e alguns problemas ambientais ocorridos no setor, além da resistência crescente de ONGs, atingem a competitividade. Em diversos segmentos, a importação de papel é crescente.

Existem demissões e a reposição de RHs qualificados é problemática e a tecnologia continua a vir de fora do País. Debates dentro do setor buscam alternativas para gerar um novo salto de competitividade após a quebra de algumas empresas. A consolidação para sobrevivência, mesmo entre algumas das grandes do setor, é necessária.

CENÁRIO “MUNDO DIGITAL”:

Lenta, porém continuamente, o consumo mundial de papel nos países desenvolvidos se torna estagnado e declinante. Alguns segmentos enfrentam queda no consumo global de papel desde os primeiros anos da década de 2010 e o uso de “meios eletrônicos” e substitutos (como embalagens de outros materiais) ocorre de forma mais rápida do que a prevista pela maioria dos analistas. Questões ambientais e de sustentabilidade levam a crescentes restrições e dificultam investimentos e a rentabilidade da produção de papel e celulose. Custos maiores pressionam os preços, o que contribui ainda mais para derrubar a demanda.

Em médio prazo fica claro existir excesso de oferta em nível mundial e plantas industriais antigas e as menos competitivas fecham as portas, mesmo em países emergentes. Trata-se de um cenário de mudança inesperada e que impacta toda a organização da cadeia produtiva mundial.

No País, alguns dos novos investimentos não trazem o retorno esperado e muitos outros nem mesmo são efetivados. Diversas empresas fecham as portas ou reorientam seus focos de atividade para nichos que continuam com mais demanda. O estabelecimento de novas parcerias, desenvolvimento de tecnologia e *know how*, além de uma nova base de clientes são fatores críticos de sucesso para os negócios. Existe forte renovação de recursos humanos no setor, com enxugamento de quadros e a necessidade de novas competências para lidar com novas tecnologias.

As principais empresas passam a buscar outras oportunidades para aproveitar sua base florestal já estabelecida e se destacam programas que incentivam a geração de energia a partir da celulose. Em médio prazo, a competição pela terra leva à expansão de outras culturas em detrimento da base florestal.

ANO 2009

CALENDÁRIO DE EVENTOS



Junho

COMISSÃO TÉCNICA	DATA	EVENTO	LOCAL
PAPEL	3-4	Curso básico de fabricação de celulose	ABTCP - SP
	16	Mesa-redonda sobre a competitividade do papel de imprimir e escrever no Brasil	ABTCP - SP
MEIO AMBIENTE	18	10º Seminário sobre meio ambiente	FAAP - SP
	23	Mesa-redonda sobre o papel da Automação para manter a sustentabilidade das empresas no momento atual	ABTCP - SP

Julho

COMISSÃO TÉCNICA	DATA	EVENTO	LOCAL
RECUPERAÇÃO E ENERGIA	14	Mesa-redonda sobre melhores praticas em queimadores de combustíveis auxiliares	ABTCP - SP
MANUTENÇÃO	29-30	8º Seminário de manutenção	ABTCP - SP

Agosto

COMISSÃO TÉCNICA	DATA	EVENTO	LOCAL
PAPEL	19-20	Encontro de operadores maquina de revestimento	Telêmaco Borba - PR
RECUPERAÇÃO	27	19º Seminário de recuperação	FAAP - SP
MEIO AMBIENTE	11	Mesa-redonda sobre paradigmas do setor (Eucalipto, Dioxinas e consumo de água)	ABTCP - SP
PAPEL RECILADO	-	3º Seminário sobre papel reciclado	FAAP - SP
CELULOSE	20	Mesa-redonda sobre o consumo de água no branqueamento	ABTCP - SP

INFORMAÇÕES:

Central de Relacionamento ABTCP,
tels. (11) 3874-2738 / 2720 / 2728 / 2733
ou pelo email: relacionamento@abtcp.org.br

A Convenção de Estocolmo e a indústria de celulose e papel – Parte II

The Stockholm Convention and the pulp and paper industry – Part II

Autores/Authors*: Ewelin M.P.N. Canizares¹
Cláudia Alcaraz Zini²

A Indústria de celulose e papel

Entre os doze sujeitos, alguns compostos podem ser relacionados com a indústria de celulose e papel, tais como as dioxinas, furanos e PCBs. A área de pesquisa relacionada com a análise química e efeitos biológicos destas e de outras substâncias que possuem ação biológica marcante tem sido um campo fértil por longo tempo. A avaliação do risco associado a PCDD/PCDFs baseia-se no conceito de Fatores de Equivalência de Toxicidade (Toxic Equivalency Factor, TEFs ou FETs). Os TEFs fundamentam-se em valores de toxicidade aguda obtidos em estudos *in vivo* e *in vitro*, e estão firmados em evidências que indicam que estes compostos possuem mecanismos de ação mediados pelo mesmo receptor celular. Entretanto, a abordagem utilizada no conceito de TEF possui suas limitações, devido a um certo número de aproximações nela empregado. O TEF foi desenvolvido para ser uma ferramenta administrativa que permite a conversão de certa concentração determinada analiticamente para cada congêneres de PCDD/PCDF em um único valor de Equivalente Tóxico Total (Toxic Equivalent, TEQ ou EQT). Contudo, deve-se trazer em mente que os TEFs baseiam-se no atual estado do conhecimento, e que são passíveis de constante revisão na medida em que novos dados se tornam disponíveis (Birnbaum e de Vito 1995; Chemicals 2005; Berg, Birnbaum *et al.* 2006).

A principal explicação para que as dioxinas apresentem tantos efeitos negativos é que elas são capazes de se ligar de forma muito eficiente a um receptor específico, uma proteína presente no citoplasma conhecida como receptor Ah (AhR ou RAh). A ligação da dioxina a este receptor desencadeia uma série de reações, resultando na ligação do mesmo a uma dada sequência de DNA. Um dos possíveis locais de ligação é uma região de regulação para o gene CYP 1A1, que possui o genótipo para uma das enzimas

The pulp and paper industry

*Among the dirty dozen, some compounds are linked to the pulp and paper industry, such as dioxins, furans, and PCBs. Research related to the biological effects and chemical analysis of these compounds and of other biologically active compounds have been an intensive research field for a while. For PCDD/PCDFs, risk assessment is based on the concept of Toxic Equivalency Factor (TEF). The TEFs are based on acute toxicity values from *in vivo* and *in vitro* studies. This approach is based on the evidence that there is a common receptor-mediated mechanism of action for these compounds. However, the TEF approach has its limitations due to a number of simplifications. It has been developed as an administrative tool, and allows the conversion of quantitative analytical data for individual PCDD/PCDF congeners into a single Toxic Equivalent (TEQ) value. TEFs are based on the present state of knowledge and are revised as new data becomes available (deVito 1995; Chemicals 2005; Stephen 2006).*

The root cause of many damaging effects is that dioxins bind effectively to a specific receptor, a protein in the cell cytoplasm referred to as the Ah receptor (AhR). The binding of a dioxin to this receptor triggers a chain of reactions, resulting in its attachment of this receptor to a DNA sequence. One of the possible binding sites is in the regulatory region for the gene CYP

*Referências dos Autores / Authors' references:

1. Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) - Email: ewelinmpc@gmail.com
State Foundation for the Environment Protection (FEPAM) - Email: ewelinmpc@gmail.com
2. Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) - Email: cazini@iq.ufrgs.br
Chemical Institute, Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS) - Email: cazini@iq.ufrgs.br

do tipo citocromo P450. A ingestão de certa dose baixa de dioxinas teria uma ação direta, particularmente no fígado, induzindo maciçamente (aumentando a produção ou a secreção) a atividade desta enzima. Entretanto, o AhR pode se ligar a muitas seqüências diferentes ao longo da fita de DNA, e desta forma influenciar a síntese de outras 20 proteínas, no mínimo. Diversos compostos já estudados possuem estruturas similares às das dioxinas, tais como os PCBs, mas, em geral, eles não se ligam com tanta força ao receptor AhR quanto o faz a 2,3,7,8-TCDD. Sendo assim, para que efeito similar ao da 2,3,7,8-TCDD ocorra necessita-se de uma dose bastante superior desses compostos (Yamauchi, Kimb *et al.* 2006).

Os critérios usados para incluir um dado composto na abordagem que envolve os TEFs, e conseqüentemente adicioná-lo à lista de compostos similares às dioxinas (*dioxinlike compounds*, DLC ou CSD), são: a) compartilhar certas semelhanças estruturais com os PCDD/PCDFs; b) ligar-se ao receptor AhR; c) demonstrar respostas tóxicas e bioquímicas mediadas pelo receptor AhR; e d) demonstrar persistência e acumulação na cadeia alimentar.

Um dos ensaios utilizados como indicador da ingestão de um poluente desse tipo em peixes é o teste da etoxiresorufina desidilase (*Etoxiresorufin-O-Deetilase*, EROD), que é um indicador altamente sensível à presença de poluentes e fornece evidências da ocorrência de indução das mono oxigenases dependentes do citocromo P-450 (especificamente da sub-família da CYP1A) por compostos químicos xenobióticos. Diversos experimentos de laboratório, bem como estudos de campo simulados e *in situ*, investigaram a indução do tipo EROD em mais de 150 espécies de peixe (Whyte, Jung *et al.* 2000). O texto a seguir contempla um breve histórico das indústrias de celulose e papel no que diz respeito aos POPs e às demandas da Convenção de Estocolmo, assim como também relata os progressos observados na relação deste setor da indústria com o meio ambiente. (Hewitt, Parrott *et al.* 2006; McMaster *et al.* 2006; Parrott, McMaster *et al.* 2006).

Breve histórico da ameaça dos compostos organoclorados

Em setembro de 1987 a agência ambiental federal americana (*United States Environmental Protection Agency* – USEPA) anunciou que dioxinas haviam sido detectadas em efluentes de indústrias de celulose e papel, em peixes capturados logo abaixo do descarte destes efluentes e em vários produtos destas indústrias, incluindo papel de filtros para café, caixas de leite e fraldas descartáveis (Kuehl, Butterworth *et al.* 1987; Clement, C.Tashiro *et al.* 1989; Garner 1991; Forbes 1992). A divulgação dessas notícias, juntamente com a reputação das dioxinas de constituírem a classe de compostos químicos mais tóxicos conhecidos pela humanidade, levou a um re-exame dos padrões ambientais de emissão das indústrias de celulose e papel em todos os países onde esta indústria atua. As alterações na política de meio ambiente vieram rapidamente em países como a Suécia, o Canadá e os Estados Unidos.

O governo federal canadense finalizou a redação das

IA1, which holds the blueprints for an enzyme of the cytochrome P450 type. Particularly in the liver, an intake of dioxins powerfully induces (increasing production or release of) this enzyme. However, the AhR can link up with many different sequences along the strands of DNA and thus influences the synthesis of some 20 proteins, at least. Several other compounds have structures that are similar to that observed in the dioxins group, as the PCBs, but generally do not bind quite as strongly to the AhR as 2,3,7,8-TCDD, and larger doses of these compounds, therefore, are necessary to achieve a comparable effect (Tanabe 2006).

The criteria for including a compound in the TEF scheme, and therefore adding it to the list of dioxin-like compounds (DLC) are: a) sharing certain structural relationships to the PCDD/PCDFs; b) binding to the AhR; c) eliciting AhR-mediated biochemical and toxic responses; and, d) persisting and accumulating in the food chain.

One of the assays used as indicator of contaminant uptake in fish is the Ethoxyresorufin-O-Deethylase (EROD), which is a highly sensitive indicator of the presence of contaminants, and provides evidence of receptor-mediated induction of cytochrome P450-dependant mono oxygenases (the CYP1A subfamily specifically) by xenobiotic chemicals. Numerous laboratory experiments, simulated and in situ field studies have examined EROD induction in more than 150 species of fish (Tillit 2000). A brief history and a summary of the latest progress regarding pulp and paper environmental issues linked to the Stockholm Convention requirements is outlined as follows. (Hewitt 2006; McMaster 2006; Parrott 2006)

Brief history of the organochlorine compounds threat

In September 1987, the United States Environmental Protection Agency (USEPA) announced that dioxins had been detected in pulp mill effluents, fish caught downstream from pulp mills, and various paper products, including coffee filters, milk cartons, and disposable diapers (Sauer 1987; Hollinger 1989; Garner 1991; Forbes 1992). In light of these news and of dioxins' reputation as the most toxic chemical class of compounds known to humankind, the environmental standards for pulp and paper industry were reexamined throughout the world. The policy responses came quickly from

regulamentações para dioxinas em 1992 e exigiu níveis não detectáveis desses compostos nos efluentes, considerando que uma concentração de Halogênios Orgânicos Adsorvíveis (*Adsorbable Organic Halogens*, AOX) igual a 2,5 kg/tsa seria o suficiente para que se alcançassem concentrações não detectáveis de dioxinas nos efluentes (Canada 1992). Na sequência desses fatos, o governo do Canadá desconsiderou o AOX como parâmetro de regulamentação, visto que cientistas vinculados ao governo não haviam encontrado correlação entre as descargas de AOX e os impactos ambientais observados. Logo depois, embora não houvesse expectativa de que reduções posteriores de AOX trariam qualquer benefício ambiental passível de demonstração, foram exigidos níveis não detectáveis de AOX nos efluentes, de acordo com os requisitos já existentes na província da Colúmbia Britânica. O objetivo dessa medida era assegurar benefícios relacionados a uma redução na poluição dos corpos hídricos por compostos organoclorados provenientes da indústria de celulose e papel (Carey, Hall *et al.* 2002).

O interesse em regulamentar as descargas de compostos organoclorados das indústrias de celulose e papel surgiu mais cedo na Suécia do que no Canadá e nos Estados Unidos. A presença de PCBs e de outros poluentes persistentes no Mar Báltico já era um assunto importante na agenda ambiental sueca bem antes da divulgação da presença de dioxinas no meio ambiente, feita pela USEPA. A Suécia é conhecida por promover mudanças internas no processo a fim de minimizar e prevenir a poluição, ao invés de recorrer às tecnologias de fim-de-tubo (*end-of-pipe*), que são mais comuns na América do Norte (Group 1994).

O governo sueco adotou valores de AOX (0,5 kg/tsa para madeira de coníferas e 0,3 kg/tsa para madeira de folhosas até 2000) como parâmetro de regulação, assumindo que a indústria continuaria atingindo níveis não detectáveis de dioxinas enquanto cumprisse os objetivos estabelecidos para os níveis de AOX. Além disso, a resposta da indústria sueca à demanda de papel “livre de cloro”, proveniente do mercado consumidor alemão, fez com que a indústria superasse em muito os limites de emissão estabelecidos pelo órgão ambiental. (Group 1994; Harrison 2002).

Em março de 1988, a USEPA e a indústria de celulose e papel americana publicaram resultados de um estudo inicial que forneceu os primeiros dados sobre a formação e a emissão de PCDD/PCDFs a partir da indústria de celulose e papel (USEPA 1988). Esse primeiro estudo englobou apenas 5 indústrias do tipo kraft com branqueamento de polpa (“*Five Mill Study*”), e confirmou que o processo de branqueamento era primariamente responsável pela formação de PCDD/PCDFs. Na prática, o desempenho das indústrias nos três países (Suécia, Canadá e Estados Unidos) foi, ao final do processo, tornando-se semelhante, embora o governo dos Estados Unidos tenha publicado sua legislação ambiental relativa a este assunto bem mais tarde do que as outras duas nações (USEPA 1998). Em abril de 1998 a USEPA promulgou limites de referência para efluentes hídricos de alguns segmentos

countries such as Sweden, Canada, and United States.

Canadian federal government regulations for dioxins were finalized in 1992, demanding non detectable levels in the effluent, being considered equivalent to an Adsorbable Organic Halogens (AOX) standards of about 2.5 kg/ADt (Canada 1992). During those days, Canadian government disregarded AOX as a regulatory parameter, as governmental scientists have found no correlation between AOX discharges and environmental impacts. Later on, although further reduction of AOX were not supposed to bring any demonstrable benefit, its level was lowered to non detectable, according to a former requirement of British Columbia Province in order to ensure benefits related to reduced contamination of aquatic resources by pulp mill-related organochlorines. (Carey 2002)

Regulatory interest in chlorinated discharges from pulp and paper discharges emerged earlier in Sweden than in Canada and the United States. The presence of polychlorinated biphenyls (PCBs) and other persistent chlorinated organics in the Baltic was a prominent issue on the Swedish environmental agenda well before the USEPA dioxin announcement. Swedish regulators had emphasized internal process changes to promote pollution prevention, rather than the end-of-pipe treatment approach common in North America (Group 1994). The government adopted AOX (0.5 kg/ADt for softwood and 0.3 kg/ADt for hardwood by 2000) as the regulatory parameter, assuming that industry would continue to achieve non detectable levels of dioxins while accomplishing the goals stated for AOX. In any case, in response to the demand of German consumers for “chlorine free” paper Swedish industry had significantly outperformed its regulation limits (Group 1994) (Harrison 2002).

*In March 1988, USEPA and the U.S. pulp and paper industry jointly released the results from a screening study that provided the first comprehensive data on formation and discharge of PCDDs and PCDFs from pulp and paper mills (USEPA 1988). This early screening study of five bleached kraft mills (“*Five Mill Study*”) confirmed that the pulp bleaching process was primarily responsible for the formation of the PCDDs and PCDFs (USEPA 1998). In practice, actual industry performance in the three jurisdictions (Sweden, Canada and United States) is*

da indústria de papel, celulose e papelão, que ficaram situados entre os limites promulgados anteriormente pelos outros países (USEPA 1998): os efluentes de plantas kraft já existentes foram limitados a um AOX de 0,623 kg/tsa, enquanto que nas novas plantas os efluentes não deveriam atingir 0,272 kg/tsa de AOX (Register 1996; Register 1998).

Do fim dos anos 80 ao início dos anos 90 verificou-se um período de grande atividade e produção científica de muitos pesquisadores, tanto acadêmicos quanto do governo e da indústria, os quais publicaram resultados interessantes de pesquisa, englobando o meio ambiente e a atividade da indústria de celulose e papel, particularmente no Canadá e na Suécia. Pesquisadores dos laboratórios do Instituto Paprican (*P & P Research Institute of Canada*), financiados pela indústria, informaram à comunidade em 1988 que a produção de dioxinas e furanos poderia ser reduzida drasticamente através da substituição do gás cloro (Cl_2) pelo dióxido de cloro (ClO_2), no processo de branqueamento. A concentração de dioxinas poderia ser reduzida até níveis não detectáveis com substituição de 40% de dióxido de cloro (Thompson e Graham 1997).

No início dos anos 90, pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisa em Água (*National Water Research Institute, NWRI, Burlington, Ontario*), observaram o mesmo tipo de efeitos subletais em peixes vivendo a jusante de indústrias de celulose e papel que não usavam gás cloro no processo de branqueamento (Carey, Hodson *et al.* 1993). Tal resultado foi confirmado por pesquisadores suecos (Axegård, Dahlman *et al.* 1993). Sendo assim, pesquisadores em geral concordaram que algo além dos compostos organoclorados seria o problema, e redirecionaram suas pesquisas em busca do desconhecido “composto X”, que, eles supunham, estaria associado a substâncias que possuísem atividade hormonal e seriam liberadas pela madeira.

Esta informação trouxe à tona o fato de que não haveria nenhuma garantia quanto a não toxicidade do efluente oriundo de processos alternativos de branqueamento, considerando-se que a lignina também pode estar neste tipo de efluente e pode ser transformada por agentes alternativos destes processos de branqueamento. Tal fato chamou a atenção de gerentes empresariais e governamentais quanto à necessidade de se pensar em alcançar a condição de uma indústria de “impacto mínimo”, ou de “efluente zero”. Quanto a este aspecto, supõe-se que as duas tecnologias de branqueamento em uso atualmente (Livre de Cloro Elementar, ECF e *Total Chlorine Free* ou Totalmente Livre de Cloro, TCF) são compatíveis com fechamento de ciclo de água (Axegård, Carey *et al.* 1997; Harrison 2002).

A situação atual

Atualmente, na indústria de celulose e papel, emissões de dioxinas estão provavelmente associadas à geração de energia nos processos de combustão, como, por exemplo, nas caldeiras de recuperação, caldeiras de carvão ou madeira, e, especialmente, nas caldeiras de biomassa (*hog fuel*) (Environment 2000;

somewhat close, even though US Government acted last, choosing a position between the other two jurisdictions (USEPA 1998). On April 15, 1998, USEPA promulgated effluent limitations guidelines and standards for certain segments of the pulp, paper and paperboard industry: existing kraft mills were limited to an AOX of 0.623 kg/ADt, while new mills should achieve 0.272 kg/ADt (Register 1996; Register 1998).

The 1980s and early 1990s were a period of active and fruitful academic, governmental, and industry research on environmental aspects of the pulp and paper industry, particularly in Canada and Sweden. Researchers at the Canadian industry-funded Paprican (P & P Research Institute of Canada) laboratories determined by the end of 1988 that the production of dioxins and furans could be dramatically reduced through substitution of ClO_2 for chlorine gas (Cl_2) in the bleaching process. Non-detectable levels of dioxins could be achieved with as low as 40% ClO_2 substitution (Graham 1997).

In the early 1990s, National Water Research Institute (NWRI, Burlington, Ontario) scientists observed the same sublethal effects in fish downstream from mills that did not use chlorine (Servos 1993). Later on, Swedish researchers confirmed this conclusion. (Strömberg 1993). Researchers thus concluded that something other than chlorinated compounds was the problem, and redirected their research program in search of the unknown “compound X”, which they believed to be associated with hormone-like substances released from wood itself. This information highlighted the fact that there was no guarantee related to toxicity of effluents coming from alternative bleaching process, considering that lignin may also be released and transformed by alternative bleaching agents. Such a fact caught the attention of policy-makers and of the industry itself to achieve an “effluent free” or “minimum impact” mill. In this regard, it seems that both bleaching technologies (ECF, Elemental Chlorine Free and TCF, Total Chlorine Free) are compatible with a high degree of system closure (Uloth 1997; Harrison 2002).

The present situation

Nowadays, the dioxin release issue in the pulp and paper industry may be actually related to combustion processes, where energy is generated, such as recovery boilers, coal or wood boilers and especially hog fuel (waste wood) boilers (Environment 2000; Wang 2005),

Preto, McCleave *et al.* 2005). Este tipo de processo é reportado na literatura científica como de alto risco de emissão de PCDD/PCDFs nos casos em que não é gerenciado em condições ótimas de operação (McKay 2002; Ruokojarvi, Asikainen *et al.* 2004). Além de PCDD/PCDFs, a emissão de PAHs por esses equipamentos também merece atenção (Luthe, Uloth *et al.* 1998). De acordo com Leclerc e colaboradores, altas concentrações de PAHs podem ser emitidas a partir de caldeiras alimentadas com resíduos de madeira saturados com sal, quando a operação é executada com carga máxima e/ou com baixas concentrações de oxigênio, provavelmente devido ao baixo tempo de residência e à insuficiência de ar. Em condições pobres de combustão, combinadas com baixa concentração de oxigênio na saída da caldeira, observou-se uma boa correlação entre as emissões de PCDD/PCDFs e as concentrações de PAHs. Neste caso não houve adição de pneus como combustível adicional (USEPA 1997; Leclerc, Duo *et al.* 2006; Seed 2006).

Resíduos de PCDD/PCDFs nos lodos do processo de celulose e papel também são uma questão ambiental importante, que demanda um gerenciamento apropriado. De acordo com Mahmood e Elliot (Mahmood e Elliott 2006), o gerenciamento de lodos custa aproximadamente 60% dos custos operacionais totais de uma planta de tratamento de efluentes. Tendo em vista que as regulamentações ambientais estão se tornando cada vez mais restritivas, torna-se economicamente vantajoso para as indústrias de celulose e papel reduzir a geração de resíduos sólidos. Os mesmos autores consideram a eliminação da disposição de lodos um objetivo tecnicamente possível, embora, atualmente, não seja economicamente viável.

Em diversos locais na América do Norte o lodo vem sendo utilizado na melhoria de solos, desde que a concentração de PCDD/PCDFs no solo, ou composto resultante, não ultrapasse os 10 pg/g TEQ (ng/kg) (British Columbia Ministry of Environment 1996).

Entretanto, repetidas aplicações do mesmo composto num mesmo local deveriam ser monitoradas com cuidado, para garantir que a concentração de dioxinas não ultrapasse os valores permitidos para o solo (Hackett, Easton *et al.* 1999).

Um estudo recente que investiga a exposição ocupacional de trabalhadores da indústria de celulose e papel concluiu que PAHs (desde fluoreno até benzo[ghi]perileno), com concentrações médias de $3,8 \pm 0,5$ ng/m³ a $41,4 \pm 0,4$ ng/m³ e uma mistura não resolvida de hidrocarbonetos ramificados, cíclicos e insaturados, foram medidos em todas as amostras coletadas. O perfil de PAHs dos trabalhadores das operações de branqueamento e dos que exercem sua função no tratamento de papel reciclado contaminado foi comparável com o observado em atividades antropogênicas. Os valores das razões diagnósticas moleculares indicaram contribuição de resíduos de óleo e de emissões de elevadores de carga, bem como de outros equipamentos de uso corrente na indústria de celulose e papel. As concentrações totais encontradas no material particulado, calculadas considerando-se

as these processes are well known for the risk they pose regarding dioxins and furans release, in case they are not operated under stringent conditions (McKay 2002; Ruuskanen 2004). Besides these compounds, PAHs' emissions in hog fuel boilers is an environmental issue that deserves attention (Karidio 1998). According to Leclerc and coworkers, concentrations of PAHs increased in power boiler burning salt-laden wood waste when operated with higher load and/or low oxygen concentrations at the boiler exit, probably because of lower available residence times and insufficient excess air. A good correlation was observed between PCDD/PCDFs emissions and the concentration of stack PAHs when poor combustion conditions fostered by a low boiler-exit oxygen concentration were encountered with no tire derived fuel (TDF) addition (USEPA 1997; Seed 2006; Vessey 2006).

Residual dioxins in pulp and paper 'sludge are also an issue of concern and require proper management. According to Mahmood and Elliot (Elliott 2006), as sludge management costs are approximately 60% of the total wastewater treatment plant operating costs, and on the view of increasingly stringent environmental regulations, it is economically advantageous for pulp and paper mills to reduce their biosolids production. Although they consider eliminating the need for sludge disposal something technically feasible, it is unlikely to be economically feasible at this time.

In several places in North America, sludge is being used as a beneficial soil amendment, as far as the concentration of dioxins in the soil/compost mixture is not higher than 10 pg/g TEQ (ng/kg) (British Columbia Ministry of Environment 1996). However, repeated applications of the compost would have to be carefully monitored to ensure that dioxins did not accumulate beyond permitted levels in the soil (Duff 1999).

A recent study investigates the occupational exposure of pulp and paper mill workers, and concludes that PAHs (from fluorene to benzo[ghi]perylene) with mean concentrations from 3.8 ± 0.5 to 41.4 ± 0.4 ng/m³ and the unresolved mixture of branched, cyclic and unsaturated hydrocarbons (UCM) were measured in all samples. The profile of occupational PAHs in bleaching and in treatment of contaminated recycled raw paper was comparable to that observed for anthropogenic activities. The values of molecular diagnostic ratios indicated the contribution of oil residues and emissions from worklifts and other equipment used for pulp and paper handling. Total benzo[a]pyrene-equivalent (BaP) concentrations of particulate

o equivalente a benzo[a]pireno (BaP), variaram de 323 até 1104 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Comparando-se esses valores com aqueles normalmente observados em áreas urbanas ou em ambientes internos (Chalbot, Vei *et al.* 2006), têm-se evidências de que os trabalhadores foram expostos a altas concentrações, as quais podem causar riscos à saúde a longo prazo.

Investigações relacionadas aos compostos do tipo PCBs na indústria de celulose e papel não são tão abundantes na literatura quanto as que levam em conta as PCDD/PCDFs. Entretanto, PCBs foram encontrados em peixes a jusante de indústrias de celulose e papel, assim como em sedimentos e material em suspensão na água, durante a realização de diversos programas de estudo, tais como o Programa Canadense de Contaminantes dos Rios da Bacia do Norte (*Canadian Northern Rivers Basin Studies*, NRBS), entre outros. A constatação de que as concentrações de PCBs permanecem aproximadamente constantes em vários locais implica em sua entrada contínua no sistema, provavelmente através de vazamentos de óleos de transformadores, uso anterior de PCP na preservação de madeira ou descarte de material contendo PCBs, fato este que é confirmado pela presença desses compostos no sedimento e no material em suspensão. As fontes de contaminação permanecem desconhecidas, mas podem estar relacionadas a passivos ambientais localizados nestas áreas urbanas (McMaster, Evans *et al.* 2006) (Harris e Elliott 2000). Um estudo finlandês demonstrou decréscimo na produção de clorofenóis e cloroguaiacóis originários de indústrias de celulose e papel, embora a concentração de seus metabólitos permaneça constante (Herve, Heinonen *et al.* 2002).

Alguns aditivos, tais como agrotóxicos e tensoativos, são utilizados pelas indústrias de celulose e papel. Existe pouca informação disponível sobre os agrotóxicos nos efluentes provenientes de indústrias de celulose e papel devido à complexidade da matriz. O destino desses compostos pode ser de três tipos: parte da carga se degradará química ou biologicamente; a fração residual permanecerá nas águas de circulação, e uma última fração estará presente no efluente final ou no resíduo sólido. São vários os compostos empregados para este fim, e entre eles citam-se, como exemplos, 2-(tiociano-metil-tio)-benzotiazol (TCMTB) ou 2,2-dibromo-3-nitril-propionamida (DBNPA) (Rigol, Latorre *et al.* 2002; Lacorte, Latorre *et al.* 2003).

Tensoativos, tais como o sulfonato linear de alquil benzeno (*linear alkylbenzene sulfonates*, LAS) e etoxilatos de alquilfenóis estão presentes nos efluentes devido ao seu uso em operações de limpeza ou como aditivos em antiespumantes, destintantes, dispersantes, etc. O composto bisfenol A [2,2-bis(4-hidróxi-fenil)propano, BPA], um intermediário na produção de plásticos (Fernandez, Ikonou *et al.* 2007), tem sido encontrado em altas concentrações em embalagens e em produtos de papel. Entretanto, de acordo com Lee e Peart, as concentrações de BPA em efluentes da indústria de celulose e papel são extremamente baixas devido à eficiência do tratamento secundário (Lee e Peart 2000).

PAHs (varied from 323 up to 1104 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), provided evidence that workers were exposed to high quantities of PAHs as compared with exposures to urban air and other indoor settings, posing long-term threat to their health (Lykoudis 2006).

PCB investigations on areas influenced by the pulp and paper industry are not as abundant in the literature as studies on PCDD/PCDFs. The finding of residual levels of PCBs close to pulp mill areas is supported by analysis of fish, sediments and suspended sediments in research programs such as the Canadian Northern Rivers Basin Studies (NRBS) contaminant program, among others. The lack of a significant decline in PCBs in various locations implies continued direct or indirect inputs to rivers, probably from past minor spills of transformer oil, previous use of PCP for timber preservation or dumping of PCB containing products, which is supported by the suspended sediment and sediment PCB data. The sources of contamination remain unknown, but may be due to legacy sources in these urban areas (Hewitt 2006) (Elliott 2000) A Finnish study shows also the decrease of chlorophenols and chloroguaiacols originating from pulp and paper mills, although the concentration of their metabolites remained constant (Paasivirta 2002).

Additives, such as biocides, and surfactants are also employed in the pulp and paper industries. Little information is available on biocides in pulp and paper mills whitewaters and effluents because of the complexity of the water matrix. The fate of biocides is three fold: part of the load will chemically or biologically degrade; a fraction will remain in circulation waters; and, finally, another fraction will be present in the liquid effluent or remain in solid residue. Several types of biocides may be employed, as for example 2-(thiocyanomethylthio)-benzotiazole (TCMTB) or 2,2-dibromo-3-nitrilpropionamide (DBNPA) (Barcelo 2002; Welander 2003).

Surfactants, such as linear alkylbenzene sulfonates (LAS) and alkylphenol ethoxylates, are present in whitewaters because of their use as cleaning agents or as additives in antifoamers deinkers, dispersants, etc. Bisphenol A [2,2-bis(4-hydroxyphenyl)propane, BPA], an intermediate in plastics production (Buchanan 2007) is also a by-product formed during paper production, and has been found in high level in packaging and paper products industries. However, according to Lee and Peart, discharges of BPA in pulp and paper mills are very low as a result of efficient secondary treatment (Peart 2000).

Tensoativos aniônicos como o sulfonato linear de alquil benzeno representam cerca de 25% do consumo total de tensoativos em geral. Os surfactantes não-iônicos, como os etoxilatos de alquilfenóis, (APEO), degradam a nonil-fenol (NP) ou, em menor extensão, a octil-fenol (OP). O NP tem demonstrado ser responsável pela toxicidade de efluentes de celulose e papel para dáfnias e peixes (Lacorte, Latorre *et al.* 2003). Em um estudo recente constatou-se que o NP foi o composto sintético não-esteroidal encontrado em maiores concentrações em amostras de afluentes e efluentes municipais, chegando a 6 ou 7 mg/L nesses efluentes (Fernandez, Ikonomou *et al.* 2007).

Fontes e características de substâncias com atividade biológica

Efluentes provenientes da indústria de celulose e papel são altamente complexos, podendo conter milhares de compostos, muitos dos quais não identificados. Compostos derivados da madeira presentes no efluente podem incluir: extrativos da madeira (terpenos, esteróis, fitoesteróis), lignina e resíduos fenólicos da lignina. A caracterização de extratos feita a partir dos efluentes tem se mostrado complexa devido à grande quantidade de compostos de alto peso molecular presentes, da família da lignina, e também devido a variabilidade da composição do efluente.

No fim dos anos 90, estratégias investigativas que envolveram a identificação de fontes poluidoras juntamente com o desenvolvimento de bioensaios *in vitro* e *in vivo* demonstraram que diversos compostos influenciam a produção e o papel sinalizador dos esteróides sexuais em peixes. Essas substâncias são biodisponíveis e acumulam-se rapidamente. Esta observação é compatível com as evidências que haviam demonstrado que uma exposição contínua seria necessária para produzir a alta atividade enzimática encontrada e a diminuição nos níveis de esteróides sexuais, também observada (Kraak, Munkittrick *et al.* 1992; E.McMaster, Kraak *et al.* 1996).

Os dados experimentais relativos a estas substâncias encontrados nos efluentes e nos tecidos dos peixes não se correlacionam com o tipo de produção ou com o tratamento de efluente empregado. Coletivamente, essas descobertas mostram que substâncias com atividade biológica originam-se da madeira e derivam-se da lignina e/ou de terpenóides. Elas são, muito provavelmente, liberadas durante o processo de digestão da polpa de celulose, e nos processos do tipo kraft estão presentes no licor negro e nos condensados de recuperação. Além disso, substâncias com atividade biológica também estão presentes nos efluentes de plantas de branqueamento que contêm lignina residual (Hewitt, Parrott *et al.* 2006).

Numerosos estudos têm procurado suprir a escassez de informação quanto à identidade das substâncias com atividade biológica presentes no efluente final. Enquanto isso, muitos efeitos observados em peixes têm sido associados com a exposição destes ao efluente em testes de campo (Hewitt, Parrott *et al.* 2006), sob

The anionic surfactants, linear alkylbenzene sulfonates represent 25% of total surfactant consumption. The non-ionic surfactants, alkylphenol ethoxylates (APEO), degrade to nonylphenol (NP) or, to a lesser extent to octylphenol (OP). NP has been shown to be responsible for toxicity towards fish and daphnia in pulp mill effluents (Welander 2003). In a recent study, nonylphenol were found to be one of the highest non-steroidal synthetic compound surveyed in both municipal influent and effluent samples, occurring at 6-7 mg/L in municipal effluents (Buchanan 2007).

Sources and characteristics of bioactive substances

Pulp and paper mill effluents are highly complex, consisting of thousands of compounds, many of which are unidentified. Wood-derived compounds present in effluents include wood extractives (terpenes, sterols, phytosterols), lignin, and lignin phenolic residuals. Characterization of effluent extractives has been rendered difficult by the large amounts of high-molecular-weight lignin material present and variable effluent composition.

*In the late 1990s, source identification approaches in concert with the development of mechanistically linked *in vitro* and *in vivo* bioassays showed multiple compounds are affecting production and signaling of sex steroids in fish. These substances are bioavailable and accumulated rapidly, consistent with the body of evidence that has shown a sustained exposure is required to produce both elevated enzyme activity and depressions in sex steroid levels (Chang 1992; Munkittrick 1996).*

The patterns of these substances in effluents and fish tissues are not correlated with production type or effluent treatment. Collectively, these findings show that bioactive substances originate from wood and are derived from lignin and/or terpenoids. They are liberated during pulp digestion, and in kraft mills they are present in black liquor and chemical recovery condensates. Additional bioactive substances are also present in bleaching effluents containing residual lignin (McMaster 2006).

Numerous studies have attempted to address the paucity of information regarding the identities of bioactive substances present in final effluents. Although various effects in fish have been associated with exposure to effluents in the field (McMaster 2006) and under controlled conditions in the laboratory or on site (Hewitt 2006), the specific

condições de laboratório, e na própria planta de tratamento de efluentes (Parrott, McMaster *et al.* 2006). Apesar de todo este esforço investigativo, a identidade das substâncias especificamente responsáveis pelo conjunto de respostas do sistema reprodutivo tem se mostrado difícil. Uma das abordagens utilizadas é a das Avaliações por Identificação de Toxicidade (*Toxicity Identification Evaluations* – TIE), desenvolvida pela USEPA. Neste método, misturas complexas são avaliadas em um processo com três fases de fracionamento químico dirigido por bioensaios, os quais buscam identificar a substância ativa responsável pela toxicidade observada (USEPA 1991; USEPA 1993; USEPA 1997). Um estudo conduzido por Burnison e colaboradores (Burnison, Comba *et al.* 1999) propôs a estrutura de um pterostilbeno clorado (um produto natural modificado pela planta de branqueamento) como um composto fortemente associado à indução do teste EROD. Martel e colaboradores (Martel, Kovacs *et al.* 1997) conseguiram identificar juvabiona, dehidrojuvabiona e manol nos condensados do processo de produção de polpa termomecânica (TMP). Todos estes compostos ocorrem na natureza, em extratos de abeto (*Abies balsamea*). Este mesmo estudo determina que o tratamento secundário de efluentes, num sistema de lodos ativados, elimina eficazmente o potencial de indução do teste EROD, o que é coerente com uma redução de 90% na concentração de ambas as substâncias: juvabiona e dehidrojuvabiona. Entretanto, outra investigação realizada em uma fábrica kraft com planta de branqueamento demonstra que a indução do EROD, assim como a disfunção reprodutiva em peixes, persiste mesmo após instalação de tratamento secundário do efluente com lodo ativado. (Munkittrick, Kraak *et al.* 1992; Aaltonen, Jokinen *et al.* 2000; Mattson, Tana *et al.* 2001).

Muitas investigações têm voltado sua atenção para testar amostras de constituintes dos efluentes, que apresentam potencial para afetar a atividade de EROD ou a função reprodutiva dos peixes. Uma série delas trata do composto reteno (um PAH – fenantreno com dois substituintes alquila), que é um produto de degradação anaeróbica dos ácidos abiético e dehidro-abiético, que apresenta a capacidade de induzir a atividade de EROD. Esses ácidos resinosos são comuns em extratos de coníferas e em efluentes. O reteno ocorre em altas concentrações em sedimentos ($\leq 3300 \mu\text{g/g}$ base seca) contaminados por ácidos resinosos provenientes de efluentes de indústrias de celulose e papel. Ele é um derivado da transformação térmica e microbiana do ácido dehidro-abiético, e causa efeitos teratogênicos em larvas de peixes e indução das enzimas do citocromo P450 (CYP1A) (Leppänen and Oikari 1999) (Leppänen, Kukkonen *et al.* 2000). O reteno tem demonstrado alta teratogenicidade e capacidade para elevar a atividade no teste EROD em peixes (Fragoso, Parrott *et al.* 1998), mas que não se manteve ao se transferir o espécime para água limpa, o que é consistente com observações de campo (Billiard, Querbach *et al.* 1999).

Nos últimos seis anos, vários pesquisadores levantaram hipóteses sobre quais seriam os componentes da madeira cau-

*chemicals associated with the array of reproductive responses have proven extremely difficult to identify. One of the research approaches is the Toxicity Identification Evaluations (TIE), developed by the USEPA, where unknown active substances in a complex mixtures are characterized in three phases through a bioassay-directed chemical fractionation (USEPA 1991; USEPA 1993; USEPA 1997). Study conducted by Burnison and coworkers (Sherry 1999) proposed a chlorinated pterostilbene structure (natural product modified by the bleach plant) for an unknown compound strongly associated with EROD induction. Martel and collaborators (Voss 1997) were able to identify juvabione, dehydrojuvabione and manool in thermomechanical pulp (TMP) steam condensates, all naturally occurring extractives in balsam fir (*Abies balsamea*). This study further determined that secondary treatment in an activated sludge system effectively eliminated the EROD inducing potential of the combined mill effluent consistent with a corresponding 90% reduction of both juvabione and dehydrojuvabione. However, another study shows that EROD induction and reproductive dysfunction in wild fish persisted after installation of secondary treatment at a well-studied bleached kraft mill. (Portt 1992) (Lammi 2000; Lehtinen 2001)*

Several investigations also focused on testing effluent constituents with potential to affect EROD activity or reproductive function in fish. A series of investigations dealt with retene (a PAH – a dialkyl-substituted phenanthrene), an anaerobic degradation product of abietic and dehydroabietic acid, and its ability to induce EROD. Both parent chemicals are resin acids, common coniferous wood extractives, which are a family of acidic compounds commonly found in effluents. Retene occurs at high concentrations ($\leq 3,300 \mu\text{g/g}$ dry wt) in surface sediments contaminated by resin acids from pulp mill effluents. It is derived from thermal and microbial transformation of dehydroabietic acid, and causes teratogenicity in fish larvae and induction of cytochrome P450 (CYP1A) enzymes (Oikari 1999; Oikari 2000). Retene has been found to elevate EROD activity in fish (Hodson 1998), which was not sustained following transfer to clean water, and this is consistent with field observations (Chang 1992; Portt 1992). It was found to be highly teratogenic for fishes (Hodson 1999).

In the past six years, several researchers have hypothesized that wood components are involved in reproductive responses. The wood hypothesis

sadores das alterações de respostas reprodutivas. A hipótese relativa à responsabilidade da madeira baseia-se em observações de que respostas reprodutivas em peixes nativos, que ocorreram a jusante do lançamento de efluentes de celulose e papel, foram comuns a diversos tipos de processos industriais que não possuíam qualquer relação entre si. Esta descoberta implica em que os efeitos adversos eram relacionados com as substâncias comumente encontradas nos efluentes de todas as indústrias de celulose e papel estudadas, isto é, estes efluentes possuíam como ponto comum o suprimento de madeira (E. McMaster, Kraak *et al.* 1996; Munkittrick, McMaster *et al.* 1998). Esta hipótese também está apoiada por estudos que relacionam a atividade biológica presente no licor negro nos efluentes do processo de branqueamento com os produtos de degradação da lignina. Os seguintes compostos demonstraram algum tipo de atividade biológica quando testados individualmente: β -sitosterol (o esteroide predominante nas plantas) (MacLatchy e Kraak 1995; Tremblay e Kraak 1999), outros fitoesteróis, ácidos resinosos semelhantes ao ácido abiótico, pinosilvina, betulina (Mellanen, Petänen *et al.* 1996), e o flavonóide genisteína (Pelissero, Ben-netau *et al.* 1991).

Recentemente, demonstrou-se que esteróides vegetais (fitosteróis) podem agir como disruptores de sistemas hormonais e bioquímicos em organismos aquáticos. A estrutura dos fitosteróis é bastante similar à dos hormônios esteroidais dos animais vertebrados (Kostamo e Kukkonen 2003). No tratamento biológico dos efluentes, reações de hidrogenação, hidroxilação, descarboxilação e aromatização podem levar a formação de produtos de transformação dos esteróides e ácidos resinosos. Até 40% dos compostos presentes no efluente final podem ser produtos de transformação e podem vir a causar efeitos endócrinos adversos, inclusive efeitos androgênicos em peixes (Stahlschmidt-Allner, Allner *et al.* 1997; Kostamo e Kukkonen 2003).

Normalmente, estudos que usam compostos puros para avaliar os efeitos à biota não obtêm o mesmo resultado que se observa quando esta sofre exposição ao efluente. As possíveis razões para essa diferença nas respostas seriam biodisponibilidade, influência de outros componentes do efluente sobre as rotas de sorção dos poluentes, além das potenciais interações entre estes constituintes (Kraak, Munkittrick *et al.* 1998; Munkittrick, McMaster *et al.* 1998).

Apesar de todos os esforços despendidos, a ausência de uma identificação definitiva dos compostos responsáveis tem impedido uma avaliação mais completa do processo industrial no sentido de direcionar as possíveis mudanças que trariam benefícios ambientais reais a este setor. A continuação de pesquisas na busca da identidade, origem e destino ambiental dessas substâncias, assim como no aprimoramento do tratamento de efluentes, é extremamente necessária para que se consiga determinar o real significado e relação entre os impactos existentes e os efluentes gerados pela indústria de celulose e papel (Hewitt, Parrott *et al.* 2006).

has been based on the observation that reproductive responses in wild fish occur downstream of mills with very disparate processes (Kraak 1998), implying that the effects are related to chemicals common to pulp mills, that is, the wood furnish (Munkittrick 1996).

The hypothesis is also supported by studies that have linked bioactivity in digest wastes, black liquor, and bleaching process streams to lignin degradation products. When tested individually, compounds such as β -sitosterol (the dominant plant sterol) (Kraak 1995; Kraak 1999), other phytosterols, abietic-based resin acids, pinosylvin, betulin (Santti 1996), and flavonoid genistein (Dunogues 1991) showed some kind of biological activity.

Quite recently, it has been shown that plant sterols (phytosterols) may act as disrupters of the hormonal and biochemical systems of aquatic organisms. The structure of phytosterols is similar to that of the steroid hormones of vertebrates (Kukkonen 2003). Transformation products of sterols and resin acids can be formed during biological treatment of wastewater; and possible transformation reactions are hydrogenation, hydroxylation, decarboxylation and aromatization. Up to 40% of the discharged compounds can be represented by transformation products and they may impart adverse endocrine effects, androgenic effects on fish (Knacker 1997; Kukkonen 2003)

The confounding aspect of studies using pure compounds is that the same responses are not observed following effluent exposures. Suspect reasons for this involve response differences between laboratory and wild species, bioavailability, response pathways affected by other effluent constituents and potential for interactions between effluent constituents (Kraak 1998; MacLatchy 1998).

Despite of all research efforts, the lack of a definitive identification of the responsible compounds has prevented an evaluation of the effectiveness of industry-wide process changes. Continued research into the identities, origins, and environmental fate of these substances and the efficacy of effluent treatment is required to determine their significance and relationship to the existing impacts of effluents from pulp and paper mills in aquatic ecosystems (McMaster 2006).

Final comments

During the last 15 years the effectiveness of control limits for protecting fish, fish habitat,

Comentários finais

Duante os últimos 15 anos, uma série de amplos programas de pesquisa realizados em países desenvolvidos vem avaliando a efetividade dos limites de controle sobre a indústria de papel e celulose quanto a sua capacidade de proteção do *habitat* aquático, tanto no sentido de proteger a biota quanto o consumo humano destes recursos. Um exemplo destes programas é o Monitoramento Ambiental de Efeitos (*Environmental Effects Monitoring* – EEM), realizado no Canadá, que inclui todas as indústrias de C & P. Grandes avanços foram obtidos nessa área, inicialmente demonstrando efeitos sobre a reprodução em vários pontos, depois determinando os mecanismos responsáveis por estes efeitos em sítios específicos e, posteriormente, demonstrando a recuperação parcial da função de reprodução como consequência de alterações feitas nos tratamentos de efluentes em resposta às novas regulamentações ambientais. Entretanto, é evidente que a presença da indústria de celulose e papel ainda afeta o seu entorno em vários locais através do globo, e que a continuidade de pesquisas, combinada com estudos de campo, aplicação de ensaios biológicos e da identificação de compostos químicos é necessária (McMaster, . et al. 2006).

No caso particular do Brasil, projetos amplos de pesquisa e investigação como o descrito acima, ou os realizados em países desenvolvidos, como na Suécia, Canadá e Estados Unidos, nunca foram realizados. Mesmo assim, ou talvez por causa disso, a imagem da indústria de celulose e papel não é clara para o público em geral, e é algumas vezes mal interpretada, sendo considerada pela população como uma das maiores fontes de compostos do tipo dioxinas no nosso país. Com a ratificação da Convenção de Estocolmo as autoridades brasileiras, em conjunto com investidores e empresários, deverão dar uma resposta às comunidades nacional e internacional quanto a situação das emissões de POPs em nosso país. Como consequência da implementação da Convenção, o levantamento amplo das fontes de POPs, incluindo um inventário de PCDD/PCDFs usando como base o *Toolkit*, pode nos levar a um quadro mais realista de onde as emissões de POPs da indústria de celulose e papel se situam. ▲

and human use of fisheries resources have been assessed through broad research programs in developed countries, such as for example the Environmental Effects Monitoring (EEM) in Canada, which includes all mill sites. Great progress has been made in this area, first demonstrating reproductive effects at various locations, then determining the mechanisms responsible for the reproductive effects at specific sites, followed by the demonstration of partial recovery in reproductive function following process and treatment changes in response to the new regulations. However, it is clear that mill effluents still affect the local receiving environments at a number of locations across the world and that continued research combining field studies, bioassay application, and chemical identification is required (Parrott 2006)

In the Brazilian particular case, comprehensive research projects like the ones performed in developed countries, such as Sweden, Canada and United States have never been performed. Even so, or maybe because of it, the public image of the pulp and paper industry is not clear for the general public, and sometimes is misinterpreted as one of the greatest source of dioxin like compounds. With the ratification of the Stockholm Convention, Brazilian authorities, along with the stakeholders, will need to give an answer to the national and international community about the position of the country on POPs' emissions. Following the Convention consequent implementation, the completion of a national survey, resulting in a PCDD/PCDFs inventory, using the UNEP Toolkit, may result in a more realistic picture of the real share of the pulp and paper industry in the POPs emissions figure. ▲

REFERÊNCIAS / REFERENCES

1. Aaltonen, M., E. I. Jokinen, et al. (2000). „*Effects of primary- and secondary-treated bleached kraft mill effluents on the immune system and physiological parameters of roach.*” *Aquatic Toxicology* **51**: 55-67.
2. Axegård, P., J. Carey, et al. (1997). “*Minimum Impact mills: Issues and Challenges.* Alliance for Environmental Technology.” Retrieved August 28, 2007.
3. Axegård, P., O. Dahlman, et al. (1993). *Pulp Bleaching and the Environment: The Present Situation.* Stockholm, STFI, Swedish Pulp and Paper Research Institute.
4. Berg, M. V. d., L. Birnbaum, et al. (2006). „*Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxinlike Compounds: the WHO 2005 re-evaluation.*” *Organohalogen Compounds* **68**: 834-835.
5. Billiard, S. M., K. Querbach, et al. (1999). „*Toxicity of retene to early life stages of two freshwater fish species.*” *Environ. Toxicol. Chem.* **18**: 2070-2077.
6. Birnbaum, L. S. and M. J. DeVito (1995). *Use of toxic equivalency factors for risk assessment for dioxins and related compounds.* *Toxicology.* **105**: 391-401.

7. British Columbia Ministry of Environment, B. (1996). *Contaminated Sites Regulation*. British Columbia, British Columbia Ministry of Environment.
8. Burnison, B. K., M. E. Comba, et al. (1999). "Isolation and tentative identification of compounds in bleached kraft mill effluent capable of causing mixed function oxygenase induction in fish." *Environmental Toxicology and Chemistry* **18**: 2882-2887.
9. Canada, G. o. (1992). Canadian Environmental Protection Act. *Pulp and Paper Mill Effluent Chlorinated Dioxins and Furans Regulations SOR/92-267*: 148.0-148.2.
10. Carey, J., E. Hall, et al. (2002). *Review of Scientific Basis for AOX Effluent Standard in British Columbia*. Report prepared for Minister of Water, Land, and Air Protection in British Columbia. National Water Research Institute Library. Burlington.
11. Carey, J. H., P. V. Hodson, et al. (1993). *Recent Canadian Studies on the Physiological Effects of Pulp Mills Effluents in Fish*. Burlington, Environment Canada and Fisheries and Oceans Canada.
12. Chalbot, M. C., I. Vei, et al. (2006). „*Particulate polycyclic aromatic hydrocarbons and n-alkanes in recycled paper processing operations.*” *Journal of Hazardous Materials* **137**(2): 742-751.
13. Chemicals, U. (2005). *Standardized Toolkit for Identification and Quantification of Dioxin and Furan Releases*. Geneva, UNEP. **2007**.
14. Clement, R. E., C. Tashiro, et al. (1989). "Chlorinated dibenzo-p-dioxins next term (CDDs) and dibenzofurans (CDFs) in effluents and sludges from pulp and paper mills." *Chemosphere* **18**(1-6): 1189-1197.
15. COM/EC1999/706final (1999). *Communication from the Commission to the Council and the European parliament, Community strategy for Endocrine Disrupters, a range of substances suspected of interfering with the hormone systems of humans and wildlife*.
16. E. McMaster, M., G. J. V. D. Kraak, et al. (1996). „*An epidemiological evaluation of the biochemical basis for steroid hormonal depressions in fish exposed to industrial wastes.*” *Journal of Great Lakes Research* **22**: 153-171.
17. ENV, E. C. D. (2000). *Towards the establishment of a priority list of substances for further evaluation of their role in endocrine disruption: - preparation of a candidate list of substances as a basis for priority setting. Final report*. Delft, The Netherlands.
18. Environment, C. C. o. M. o. (2000). "Canada-wide Standards for Dioxin and Furan Emissions." Retrieved September 19th 2007, 2007, from http://ccme.ca/assets/pdf/completing_the_task_e.pdf.
19. Fernandez, M. P., M. G. Ikonou, et al. (2007). "An assessment of estrogenic organic contaminants in Canadian wastewaters." *Science of the Total Environment* **373**(1): 250-269.
20. Forbes, D. R. (1992). "Mills Prepare for Next Century with New Pulping, Bleaching Technologies." *Pulp & Paper* **66**(9): 79.
21. Fragoso, N. M., J. L. Parrott, et al. (1998). "Chronic retene exposure caused sustained induction of CYP1A activity and protein in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)." *Environmental Toxicology and Chemistry* **17**: 2347-2353.
22. Freire, R. S., N. Duran, et al. (2002). „*Development of a laccase-based flow injection electrochemical biosensor for the determination of phenolic compounds and its application for monitoring remediation of Kraft El paper mill effluent.*” *Analytica Chimica Acta* **463**: 229-238.
23. Garner, J. W. (1991). "Treatment Technologies Emerging to Meet Organochlorine Removal Needs." *Pulp & Paper Canada* **65**(11): 137.
24. Group, S. C. (1994). *Forest Sector Benchmarking Initiative: A case study in Environmental Regulations*. Prepared for the Canadian Forest Service and Industry Canada. . Ottawa.
25. Hackett, G. A. R., C. A. Easton, et al. (1999). "Composting of Pulp and Paper Mill Fly Ash with Wastewater Treatment Sludge." *Bioresource Technology* **70**: 217-224.
26. Harris, M. L. and J. E. Elliott (2000). "Reproductive success and chlorinated hydrocarbon contamination in tree swallows (*Tachycineta bicolor*) nesting along rivers receiving pulp and paper mill effluent discharges." *Environmental Pollution* **110**(2): 307- 320.
27. Harrison, K. (2002). "Ideas and Environmental Standard-Setting: A Comparative Study of Regulation of the Pulp and Paper Industry." *Governance: An International Journal of Policy, and Institutions* **15**(1): 65-69.
28. Herve, S., P. Heinonen, et al. (2002). „*Survey of organochlorines in Finnish watercourses by caged mussel*

method.” *Resources Conservation and Recycling* **35**(1-2): 105-115.

29. Hewitt, L. M., J. L. Parrott, et al. (2006). “A decade of research on the environmental impacts of pulp and paper mill effluents in Canada: Sources and characteristics of bioactive substances.” *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part B. Critical Reviews* **9**(4): 341-356.
30. Koistinen, J., J. V. K. Kukkonen, et al. (2007). „Bioaccumulation, bioavailability and environmental fate of chlorophenol impurities, polychlorinated hydroxydiphenylethers and their methoxy analogues.” *Chemosphere* **68**: 1382–1391.
31. Kostamo, A. and J. V. K. Kukkonen (2003). „Removal of resin acids and sterols from pulp mill effluents by activated sludge treatment.” *Water Research* **37**: 2813–2820.
32. Kraak, G. J. V. D., K. R. Munkittrick, et al. (1998). *A comparison of bleached kraft mill effluent, 17 β -estradiol and b-sitosterol effects on reproductive function in fish. In Principles and processes for evaluating endocrine disruption in wildlife.*
33. R. J. Kendall, R. L. Dickerson, W. A. Suk and J. P. Giesy. Pensacola, FL, SETAC Press: 249–265.
34. Kraak, G. J. V. D., K. R. Munkittrick, et al. (1992). “Exposure to bleached kraft pulp mill effluent disrupts the pituitary-gonad axis of white sucker at multiple sites.” *Ecotoxicology and Applied Pharmacology* **115**: 224-233.
35. Kuehl, D. W., B. C. Butterworth, et al. (1987). “Environmental contamination by polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans associated with pulp and paper mill discharge.” *Biological Mass Spectrometry* **14**(8): 443 – 447.
36. Lacorte, S., A. Latorre, et al. (2003). “Organic compounds in paper-mill process waters and effluents.” *Trends in Analytical Chemistry* **22**(10): 725-737.
37. Leclerc, D., W. L. Duo, et al. (2006). “Effects of combustion and operating conditions on PCDD/PCDF emissions from power boilers burning salt-laden wood waste.” *Chemosphere* **63**(4): 676-689.
38. Lee, H. B. and T. E. Peart (2000). “Bysphenol A contamination in Canadian municipal and industrial wastewater and sludge samples.” *Water Quality Research Journal of Canada* **35**(2): 283-298.
39. Leppänen, H., J. V. K. Kukkonen, et al. (2000). „Concentration of retene and resin acids in sedimenting particles collected from a bleached kraft mill effluent receiving lake.” *Water Research* **34**: 1604-1610.
40. Leppänen, H. and A. Oikari (1999). “Occurrence of retene and resin acids in sediments and fish bile from a lake receiving pulp and paper mill effluents.” *Environmental Toxicology and Chemistry* **18**: 1498-1505.
41. Luthe, C., V. Uloth, et al. (1998). “Characterizing polycyclic aromatic hydrocarbon emissions from hog fuel boilers.” *Pulp & Paper Canada* **99**(12): 118-124.
42. MacLachy, D. L. and G. J. V. D. Kraak (1995). “The phytoestrogen b-sitosterol alters the reproductive endocrine status of goldfish.” *Toxicol. Appl. Pharmacol.* **134**: 305-312.
43. Mahmood, T. and A. Elliott (2006). “A review of secondary sludge reduction technologies for the pulp and paper industry.” *Water Research* **40**: 2093-2112.
44. Martel, P. H., T. G. Kovacs, et al. (1997). “Source and identity of compounds in a thermomechanical pulp mill effluent inducing hepatic mixed-function oxygenase activity in fish.” *Environmental Toxicology and Chemistry* **16**: 2375-2383.
45. Mattson, K., J. Tana, et al. (2001). “Effects of wood-related sterols on the offspring of the viviparous blenny, *Zoarces viviparus L.*” *Ecotoxicology and Environmental Safety* **49**: 122-130.
46. McKay, G. (2002). “Dioxins Characterisation, Formation and Minimisation During Municipal Solid Waste (MSW) Incineration: Review”. *Chemical Engineering Journal* **86**: 343-368.
47. McMaster, M., M. S. Evans, et al. (2006). “Northern Rivers Ecosystem Initiative: Distribution and effects of contaminants.” *Environmental Monitoring and Assessment* **113**(1-3): 143-165.
48. McMaster, M. E., L. M. H. ., et al. (2006). “A decade of research on the environmental impacts of pulp and paper mill effluents in Canada: Field studies and mechanistic research.” *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part B. Critical Reviews* **9**(4): 319-339.
49. Mellanen, P., T. Petänen, et al. (1996). „Wood derived estrogens: Studies in vitro with breast cancer cell lines and in vivo in trout.” *Toxicol. Appl. Pharmacol.* **136**: 381-388.
50. Munkittrick, K. R., G. J. V. D. Kraak, et al. (1992). “Response of hepatic MFO activity and plasma sex steroids to secondary treatment of bleached kraft pulp mill effluent and mill shutdown.” *Environmental*

Toxicology and Chemistry **11**: 1427-1439.

51. Munkittrick, K. R., M. E. McMaster, et al. (1998). "An overview of recent studies on the potential of pulp mill effluents to impact reproductive function in fish." *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part B. Critical Reviews* **1**(101-125).
52. Parrott, J. L., M. E. McMaster, et al. (2006). „A decade of research on the environmental impacts of pulp and paper mill effluents in Canada: development and application of fish bioassays." *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part B. Critical Reviews* **9**(4): 297-317.
53. Pedroza, A. M., R. Mosqueda, et al. (2007). "Sequential treatment via *Trametes versicolor* and UV/TiO₂/RuxSey to reduce contaminants in waste water resulting from the bleaching process during paper production." *Chemosphere* **67**: 793–801.
54. Pelissero, C., B. Bennetau, et al. (1991). „The estrogenic activity of certain phytoestrogens in the siberian sturgeon *Acipenser baeri*." *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* **38**(293): 299.
55. Preto, F., R. McCleave, et al. (2005). "Dioxins/furans emissions from fluidized bed combustion of salt-laden hog fuel." *Chemosphere* **58**(7): 935-941. Register, F. (1996). Register, F. (1998).
56. Rigol, A., A. Latorre, et al. (2002). „Determination of toxic compounds in paperrecycling process waters by gas chromatography–mass spectrometry and liquid chromatography–mass spectrometry." *Journal of Chromatography A* **963**: 265-275.
57. Ruokojarvi, P. H., A. H. Asikainen, et al. (2004). "Chemical Inhibition of PCDD/F Formation in Incineration Processes." *Science of the Total Environment* **325**(1-3): 83-94.
58. Seed, L. J. (2006). "Progress Updates in the Management of Risk Related To Dioxins and Furans under the Canadian Environmental Protection Act (CEPA)." *Organohalogen Compounds* **68**: 2218-2220.
59. Stahlschmidt-Allner, P., B. Allner, et al. (1997). „Endocrine disrupters in the aquatic environment." *Environmental Science Pollution Research* **4**: 155-162. 60.
60. Thompson, K. M. and J. D. Graham (1997). *Producing Paper without Dioxin Pollution. The Greening of Industry: A Risk Management Approach*. H. U. Press. Cambridge, Harvard University Press.
61. Tremblay, L. and G. V. D. Kraak (1999). "Comparison between the effects of the phytosterol *b*-sitosterol and pulp and paper mill effluents on sexually immature rainbow trout." *Environmental Toxicology and Chemistry* **18**: 329-336.
62. USEPA (1988). U.S. EPA cooperative dioxin screening study. O. o. W. R. a. Standards. Washington, DC, U.S. Environmental Protection Agency: EPA-440/1-88-025.
63. USEPA (1991). *Methods for aquatic toxicity identification evaluations: Phase I toxicity characterization procedures*. Duluth, Environmental Research Laboratory.
64. USEPA (1993). *Methods for aquatic toxicity identification evaluations: Phase II toxicity characterization procedures*. Duluth, Environmental Research Laboratory.
65. USEPA (1997). *Marine toxicity identification evaluation (TIE): Phase I, guidance document*. Duluth, Environmental Research Laboratory.
66. USEPA (1997). *Pulp, Paper, and Paperboard Industry: Background Information for Promulgated Air Emission Standards-Manufacturing Processes at Kraft, Sulfite, Soda, Semi-Chemical, Mechanical, and Secondary and Non-Wood Fiber Mills*.
67. USEPA (1998). *National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants for Source Category: Pulp and Paper Production; Effluent Limitations Guidelines, Pretreatment Standards, and New Source Performance Standards: Pulp, Paper, and Paperboard Category; Final Rule, Part II*. Federal Register. **40 CFR** 18503-18552.
68. Whyllie, P., J. Albaiges, et al. (2003). „UNEP Global Report on POPs 2003 - Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances." Retrieved August 2nd, 2007, from http://www.chem.unep.ch/pts/gr/Global_Report.pdf.
69. Whyte, J. J., R. E. Jung, et al. (2000). "EROD Activity." *Critical Reviews in Toxicology* **30**(4): 347-570.
70. Yamauchi, M., E.-Y. Kimb, et al. (2006). „Toxic effects of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzop-dioxin (TCDD) in developing red seabream (*Pagrus major*) embryo: An association of morphological deformities with AHR1, AHR2 and CYP1A expressions." *Aquatic Toxicology* **80**: 166–179.

Comparação das cinéticas de branqueamento no estágio final de peróxido de hidrogênio das sequências de branqueamento $DE_{OP}DP$ e $OQ(PO)DP$

Comparison of bleaching kinetics in the final hydrogen peroxide stage of $DE_{OP}DP$ and $OQ(PO)DP$ bleaching sequences

Autores/Authors*: Pedro Emanuel Garcia Loureiro¹
 João Manuel da Costa Antunes¹
 Licínio Manuel Gando Azevedo Ferreira¹
 Dmitry Victorovitch Evtuguin²
 Maria da Graça Videira Sousa Carvalho¹

Palavras Chave: Cinéticas do branqueamento, estágio final ECF, história da polpa, peróxido de hidrogênio

Keywords: Brightening kinetics, final ECF stage, hydrogen peroxide, pulp history

RESUMO

O principal objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da história do branqueamento da polpa nas cinéticas de alvejamento do estágio final de peróxido de hidrogênio em uma sequência ECF convencional, $DE_{OP}DP$, e em uma sequência ECF-light, $OQ(PO)DP$. As duas polpas kraft de *Eucalyptus globulus*, parcialmente branqueadas, foram coletadas em duas fábricas de celulose antes de entrarem no último estágio de branqueamento. Ambas as polpas industriais foram submetidas a estágio final P em laboratório utilizando diferentes condições de branqueamento nas seguintes faixas: carga de H_2O_2 de 0.5%-2.0% s.a. (seco absoluto), carga de NaOH 0.6%-0.9% s.a., temperatura de 70-90°C a 10% de consistência para sete tempos de reação diferentes (0-180 min). Foi realizado um estudo preliminar sobre a escolha do sistema de estabilização mais eficaz: a adição de EDTA, DTPA, $MgSO_4$ ou uma sua mistura no estágio P. Este estudo mostrou a utilidade do DTPA na redução do consumo do peróxido e, simultaneamente, na minimização da perda

ABSTRACT

The main purpose of this work was to study the effect of pulp bleaching history on the brightening kinetics of the final hydrogen peroxide stage in a conventional ECF sequence $DE_{OP}DP$ and in a ECF-light sequence $OQ(PO)DP$. Two different partially-bleached *Eucalyptus globulus* kraft pulps, $DE_{OP}D$ and $OQ(PO)D$, were collected before entering the last bleaching stage of two pulp mills. Both industrial pulps were submitted to a laboratorial final P stage using different bleaching conditions in the following ranges: H_2O_2 charge of 0.5%-2.0 % odp, NaOH charge of 0.6%-0.9% odp, temperature of 70-90°C, at 10% consistency for seven reaction times (0-180 min). A preliminary study was performed to choose the most effective peroxide stabilizing system: the addition to the P stage of EDTA, DTPA, $MgSO_4$ or a mixture of them. This study has shown the usefulness of DTPA in reducing peroxide consumption and, simultaneously, in minimizing pulp viscosity

*Referências dos Autores / Authors' references:

1. Departamento de Engenharia Química. Universidade de Coimbra, 3030-790 Coimbra, Portugal
 CIEPQPF, Department of Chemical Engineering, University of Coimbra, 3030-790 Coimbra, Portugal
2. Departamento de Química, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal
 CICECO, Department of Chemistry, University of Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal

Emails: ploureiro@eq.uc.pt; joaomcantunes@hotmail.com; dmitrye@ua.pt; mgc@eq.uc.pt

em viscosidade da polpa. Assim, foi usada uma carga de 0.05% s.a. de DTPA para minimizar o efeito catalítico dos metais de transição na decomposição do peróxido. Para ambas as polpas a função das reações de decomposição do peróxido foi realçada a temperaturas elevadas, 90°C, sobretudo no caso da sequência DE_{OP}DP. Além disso, o desempenho do estágio P final foi muito superior para a polpa OQ(PO)DP do que para a polpa DE_{OP}DP. Assim, os resultados mostram claramente a importância da história do branqueamento da polpa na sua branqueabilidade com o peróxido de hidrogênio.

INTRODUÇÃO

O estágio final do branqueamento de polpas químicas é um estágio de alvejamento para que se ganhem os últimos, mas difíceis, pontos de alvura com a destruição dos cromóforos remanescentes na polpa. Considerando este estágio final dentro de uma sequência de branqueamento ECF, trabalhos anteriores demonstraram as vantagens da substituição do estágio convencional de dióxido de cloro (sob condições ácidas) por um estágio alcalino de peróxido de hidrogênio. Destacam-se como benefícios importantes maior economia de dióxido de cloro (Süss *et al.* 2000, van Lierop *et al.* 2000, McDonough *et al.* 2001), melhor estabilidade da alvura (Süss *et al.* 2000, McDonough *et al.* 2001, Parthasarathy e Colodette 2007, Carvalho *et al.* 2008) e melhores condições de refino (Parthasarathy e Colodette 2007, Carvalho *et al.* 2008) das polpas branqueadas com peróxido. Adicionalmente, para uma sequência de branqueamento D₀E_{OP}D₁P (sem pré-deslignificação com oxigênio), com alvura alvo de 90±0.5% ISO, foi recomendado por Carvalho *et al.* (2008) o uso de polpas D₁ com alvura ISO de pelo menos 87%, de forma a se conseguir papel com melhores propriedades apesar da menor viscosidade intrínseca observada. A maior refinabilidade e resistência à tração das polpas branqueadas com um estágio P final (comparando com estágio final D) foram atribuídas à melhor capacidade de inchamento da fibra, como reportado por Loureiro *et al.* (2008), que, por sua vez, é causada por uma maior quantidade de grupos carboxila (forma ionizada) e pelo aumento da pressão osmótica na parede da fibra devido aos contra-íons carboxilados. Além disso, a eficiência do alvejamento com um estágio P final na destruição das estruturas cromóforas é dependente da capacidade do estágio anterior funcionar como pré-ativador do subsequente estágio P (Senior *et al.* 1998). Adicionalmente, como proposto por Eiras *et al.* (2008), o uso de oxidantes eletrofílicos para remover ácidos hexenurônicos, e o uso de um estágio oxidante final de natureza nucleofílica, tal como de peróxido, para extrair as restantes e desconhecidas substâncias redutoras e para oxidar potenciais cromóforos, é vantajoso para a estabilidade da alvura de polpas de eucalipto branqueadas. Exemplifi-

loss. Therefore, a DTPA charge of 0.05% odp was used to minimize the catalytic effect of transition metals on peroxide decomposition. For both pulps the role of peroxide decomposition reactions was highlighted at higher temperatures, 90°C, especially in the case of the DE_{OP}DP sequence. In addition, the brightening performance of the last P stage was much higher for the OQ(PO)DP pulp than for the DE_{OP}DP pulp. Therefore, the results clearly show the importance of pulp bleaching history on its bleachability with hydrogen peroxide.

INTRODUCTION

*The final stage of chemical pulp bleaching sequences is a brightening stage to gain the last difficult brightness points with the destruction of the chromophores still existing in the pulp. Considering this final stage within an ECF bleaching sequence, past research has shown the advantages of replacing the conventional chlorine dioxide stage (under acidic conditions) by an alkaline hydrogen peroxide stage. Chlorine dioxide savings (Süss *et al.* 2000, van Lierop *et al.* 2000, McDonough *et al.* 2001), improved brightness stability (Süss *et al.* 2000, McDonough *et al.* 2001, Parthasarathy and Colodette 2007, Carvalho *et al.* 2008) and higher beatability (Parthasarathy and Colodette 2007, Carvalho *et al.* 2008) of the pulps bleached with peroxide are the major benefits. Additionally, for a D₀E_{OP}D₁P bleaching sequence (without oxygen pre-delignification) with an ISO brightness target of 90±0.5%, the use of D₁ pulps, with an ISO brightness of at least 87%, was recommended by Carvalho *et al.* (2008) in order to achieve superior papermaking properties in spite of the lower pulp intrinsic viscosity observed. The higher beatability and tensile strength of the pulps bleached with a final P stage (compared to the final D stage) was related to the better fibre swelling capacity, as reported by Loureiro *et al.* (2008), which in turn is caused by a greater amount of carboxyl groups (ionized form) and by the osmotic pressure increase inside the fiber wall due to carboxylate counter-ions. Moreover, the brightening efficiency of a final P stage in destroying chromophoric structures is dependent on the ability of the previous stage to act as a pre-activation of the subsequent P-stage (Senior *et al.* 1998). In addition, as proposed by Eiras *et al.* (2008), the use of electrophilic oxidants, such as chlorine dioxide to remove pulp hexenuronic acids, and a final nucleophilic oxidation stage, such as peroxide to extract the remaining reducing unknown substances and to oxidize potential chromophores, benefits the brightness sta-*

cando, como apresentou Rosenau *et al.* (2007), as estruturas 2-hidroxi-[1-4]benzoquinona, resistentes ao peróxido, são cloradas no estágio D (sobretudo um estágio D_{HT}), possibilitando que o subsequente estágio P final seja eficaz na sua destruição e na prevenção da formação de novos cromóforos durante o envelhecimento (processo de reversão).

O ânion do peróxido de hidrogênio (HOO^-) é considerado o agente ativo de alvejamento, formado segundo a dissociação alcalina do peróxido de hidrogênio ($pK_a = 11.6$, $25^\circ C$). Este ânion é um poderoso nucleófilo que reage preferencialmente com grupos carbonila simples e conjugados, por exemplo, quinonas formadas em estágios anteriores, tais como os estágio de dióxido de cloro e de oxigênio (Lachenal, 1996). Como muitos dos cromóforos residuais presentes nas polpas antes dos estágios finais são do tipo quinona (Rosenau *et al.* 2007), o uso de peróxido de hidrogênio como agente alvejante final é, portanto, opção apropriada.

Num estágio P final não acontecem apenas reações de alvejamento da polpa, mas também de decomposição do peróxido de hidrogênio. Os mecanismos dessas últimas reações e a implementação de práticas mais eficazes no seu controle têm sido investigados há bastante tempo. Essas reações são bastantes complexas, envolvendo diferentes catalisadores e vias reacionais (Colodette *et al.* 1989, Tubino e Filho, 1998), sendo os produtos da decomposição a água, o oxigênio e os intermediários radicais, hidroxila e ânion superóxido. Face ao exposto, é essencial a minimização da decomposição do peróxido de hidrogênio, pois conduz a perda inútil de químicos e à produção de espécies radicais não seletivas que podem degradar os polissacarídeos, resultando em menor rendimento de polpa branqueada, em aumento da demanda química de oxigênio do efluente e em menor viscosidade da polpa.

A decomposição do peróxido é catalisada pelo álcali e pelos metais de transição, e depende do meio químico local em que se insere. Se, por um lado, um pH elevado favorece a dissociação do peróxido de hidrogênio no ânion HOO^- , por outro lado promove a sua decomposição alcalina (Lachenal, 1996). Adicionalmente, a presença de metais de transição tais como manganês, ferro e cobre, presentes como impurezas nos químicos de branqueamento, águas de processo e nas polpas não branqueadas tem um peso enorme na decomposição do peróxido. Embora não haja um consenso geral, alguns mecanismos reativos podem ser consultados em literatura de referência (Dence, 1996; Lachenal, 1996), e mais recentemente num artigo de revisão (Wuorimaa *et al.* 2006). Um modelo de decomposição catalítico, proposto por Vuorinen e Heikkilä (2003), considera adicionalmente o efeito dos açúcares redutores e do oxigênio na velocidade de decomposição. Assim, os melhores resultados de branqueamento com um estágio de peróxido exigem previamente um controle dos metais

bility of eucalyptus bleached pulps. For instance, as shown by Rosenau et al. (2007), the 2-hydroxy-[1-4]benzoquinone structures, resistant to peroxide, can be chlorinated in the D stage (especially a D_{HT} stage), rendering the subsequent final P stage effective in destroying them and preventing the formation of new chromophores during ageing.

The hydrogen peroxide anion (HOO^-) is considered to be the active brightening agent, formed according to the alkaline dissociation of hydrogen peroxide ($pK_a = 11.6$, $25^\circ C$). This anion is a strong nucleophile that reacts preferentially with carbonyl and conjugated carbonyl groups, for instance, quinone structures formed in previous bleaching stages, such as chlorine dioxide and oxygen stages (Lachenal, 1996). Since the nature of many of the remaining chromophores in almost full bleached pulps are of the quinone type (Rosenau et al. 2007), hydrogen peroxide, as a final brightening agent, is thus an appropriate option.

In a P-stage, not only occurs pulp brightening but also hydrogen peroxide decomposition reactions. The mechanisms of the latter reactions and the implementation of more effective practices for their control have been investigated for a long time. These reactions are rather complex involving different catalysts and pathways (Colodette et al. 1989, Tubino and Filho, 1998), being the decomposition products water, oxygen and the intermediates, hydroxyl and superoxide anion radicals. Based on the above, it is essential to minimize hydrogen peroxide decomposition because it leads to a wasteful loss of chemicals and to the production of unselective radicals that can attack polysaccharides, resulting in a reduced bleached pulp yield, an increased chemical oxygen demand (COD) of the effluent and a lower pulp viscosity.

Peroxide decomposition is catalysed by alkali and transition metals and depends on the local chemical environment. While, on the one hand, a higher pH favours the hydrogen peroxide dissociation into HOO^- , on the other hand it promotes alkali induced decomposition reaction (Lachenal, 1996). In addition, the presence of transition metals, such as manganese, iron and copper, present as impurities in the bleaching chemicals, process waters and unbleached pulps, have a tremendous impact on peroxide decomposition. Although not having a general agreement, some possible mechanistic pathways can be found in reference literature (Dence, 1996, Lachenal, 1996) and, more recently, in a review (Wuorimaa et al. 2006). A catalytic decomposition model, proposed by Vuorinen and Heikkilä (2003), considers the additional effect of reducing sugars and oxygen on the decomposition rate. Therefore, a previous metal control in the bleach plant

na planta de branqueamento. As práticas mais comuns são a quelação (processo mais seletivo; estágio Q) e uma lavagem ácida (processo não seletivo), ambas em torres separadas e seguidas de lavagem. Esses tratamentos permitem melhorar significativamente o alvejamento atingido num estágio P (Bouchard *et al.* 1995). É também prática comum a utilização de $MgSO_4$, enquanto aditivo no estágio P, designadamente em polpas pré-tratadas com ácido, de forma a se restabelecer o teor apropriado de magnésio, que é um importante agente estabilizante de soluções de peróxido. A adição de agentes quelantes (e.g., EDTA e DTPA), que atuam como sequestrantes de metais no estágio P, é também eficaz na minimização da decomposição do peróxido. Nalguns casos, combinações de ambos os aditivos pode ser ainda mais eficaz (Colodette *et al.* 1989), contudo, o custo pode ser proibitivo.

Embora sejam atualmente reconhecidas as vantagens dos estágios finais DP nas propriedades globais das polpas branqueadas, pouca atenção foi concedida ao efeito da história/tipo do branqueamento no desempenho dos estágios finais de alvejamento. É necessário um conhecimento dos fatores a montante que contribuem para o alvejamento final para assegurar certo prazo e superior controle das propriedades da polpa. Neste sentido foi avaliado, no presente trabalho, o efeito da história da polpa. Para tal comparou-se a resposta alvejante ao branqueamento final com peróxido de hidrogênio de duas polpas parcialmente branqueadas, provenientes de duas fábricas de celulose que usam distintas sequências de branqueamento ECF ($DE_{OP}D$ e $OQ(PO)D$). Tal foi realizado através de estudos cinéticos laboratoriais, sendo o desenvolvimento de modelos matemáticos da cinética de alvejamento o nosso objetivo final. A sua importância assenta em assegurar um eficaz controle e otimização processual e, se possível, uma maior compreensão dos mecanismos reativos.

EXPERIÊNCIA

Dois amostras industriais de polpas de *Eucalyptus globulus*, parcialmente branqueadas com as sequências $DE_{OP}D$ (ECF convencional) e $OQ(PO)D$ (ECF-light) foram usadas neste trabalho. Essas polpas foram cuidadosamente lavadas no laboratório. Nas experiências laboratoriais preliminares essas polpas foram branqueadas com peróxido de hidrogênio de forma a se encontrar qual o melhor sistema estabilizante para usar doravante nos estudos cinéticos. Os sais dietileno-triaminopentacetato de sódio (DTPA), o etilenodiaminotetracetato de sódio (EDTA) e o sulfato de magnésio foram adicionados como estabilizantes, nas gamas apresentadas na Tabela 1, e usando 20g de polpa (base seca). As quantidades de aditivos usadas (individuais ou combinados) foram escolhidas de acordo com os valores geralmente praticados na indústria e considerando situações limite (carga elevada

is required to achieve a maximum peroxide bleaching response. The most commonly used practices are a selective metal chelation (Q stage) and an unselective acid wash (A stage), both run in separated towers and followed by standard washing. These treatments can significantly improve the brightening achieved in a P stage (Bouchard et al. 1995). The use of $MgSO_4$ as an additive in the P stage, is also a common practice, especially in pulps pre-treated with acid, to restore the appropriate level of magnesium, which is an important stabilizer of peroxide bleaching solutions. The addition of chelating agents (e.g., EDTA and DTPA) acting as transition metals scavengers in the P stage, is also efficient in minimizing peroxide decomposition. In some cases, combinations of both additives may be the most efficient stabilizing system as well (Colodette et al. 1989), though cost may be prohibitive.

Although it is now well recognized the advantages of the final DP stages on the overall bleached pulp properties, little attention has been given to the effect of pulp bleaching history/type on the performance of the final brightening stages. The understanding of the upstream factors that contribute to the final pulp brightening is needed to better control bleached pulp properties as early as possible. In this sense, the effect of pulp bleaching history was assessed in the present work by comparing the brightening response of a final alkaline hydrogen peroxide stage applied to two partially-bleached kraft pulps from pulp mills that use distinct ECF bleaching sequences ($DE_{OP}D$ and $OQ(PO)D$). This was accomplished by means of laboratory kinetic studies being the development of mathematical kinetic models our ultimate goal. Their importance relies on ensuring efficient process control and optimization and, whenever possible, in providing some mechanistic insights on chemical reactions.

EXPERIMENTAL

Two industrial samples of Eucalyptus globulus kraft pulps partially bleached with the sequences $DE_{OP}D$ (conventional ECF) and $OQ(PO)D$ (ECF-light) were used in this work. They were thoroughly washed in the laboratory. In the preliminary laboratory experiments, these pulps were further bleached with hydrogen peroxide in order to find the best stabilizing system to use henceforward in the kinetic studies. The sodium salts of diethylenetriaminepentaacetate (DTPA) and ethylenediaminetetraacetate (EDTA) and $MgSO_4$ were added as stabilizers, in the ranges presented in Table 1, and using 20g of pulp (on a dry basis). The amounts of additives introduced (single or combined forms) were chosen according to the values usually practiced in the industry and con-

Tabela 1. Faixas das condições de branqueamento usadas no estágio final P' / *Table 1. Ranges of bleaching conditions used in the final P stage**

Variável de branqueamento <i>Bleaching variable</i>	Estudos preliminares <i>Preliminary studies</i>	Estudos cinéticos <i>Kinetic studies</i>
H ₂ O ₂ (% s.a.) / H ₂ O ₂ (% odp)	DEOPDP: 1.0 OQ(PO)DP: 0.5	0.5 – 2.0
NaOH (% s.a.) / NaOH (% odp)	0.60	0.6 – 0.9
DTPA (% s.a.) / DTPA (% odp)	0.05-0.20	0.05
EDTA (% s.a.) / EDTA (% odp)	0.05-0.20	---
MgSO ₄ (% s.a.) / MgSO ₄ (% odp)	0.025-0.100	---
Temperatura (°C) / Temperature (°C)	70	70 – 90
Tempo (min) / Time (min)	30	0 – 180
Consistência (%) / Consistency (%)	10	10

* s.a.: pasta absolutamente seca / * odp: oven dried pulp

versus carga baixa), assim como dentro de uma perspectiva de viabilidade econômica.

Nos estudos cinéticos, as polpas foram branqueadas com peróxido de hidrogênio com as condições resumidas na Tabela 1 e para tempos de reação de 1, 5, 15, 30, 60, 120 e 180 min. Todos os componentes do sistema de branqueamento foram pré-aquecidos até a temperatura desejada da seguinte forma: a polpa foi misturada com as soluções de DTPA e NaOH a 13% de consistência num saco de polietileno; a solução de H₂O₂ foi adicionada à quantidade equivalente de água necessária para se garantir uma consistência final de 10%, num frasco de vidro. Depois do período de pré-aquecimento num banho de água termostático, a solução de peróxido de hidrogênio foi adicionada à suspensão de polpa, iniciando-se a temporização da reação.

Depois de cada ensaio *batch*, a polpa foi filtrada a vácuo e o filtrado foi recolhido e usado na determinação das concentrações residuais depois de arrefecido num banho de gelo. A polpa foi também arrefecida com água destilada (~4°C) e depois lavada com três litros de água destilada (~35°C) dividida em três porções iguais. O residual de peróxido de hidrogênio foi determinado através de titulação iodométrica com uma solução padronizada de tiosulfato de sódio, enquanto o hidróxido de sódio residual foi determinado através de titulação até pH 8.6 com uma solução padrão de ácido clorídrico, depois da adição de cloreto de bário e filtração, e usando um titulador automático (Metrohm 736 GP TITRINO). Esses procedimentos experimentais foram efetuados em duplicata e os resultados expostos representam a média desses valores. Em cada procedimento determinou-se a repetibilidade, sendo os resultados discutidos com base em diferenças estatisticamente significativas.

A alvura ISO e a viscosidade intrínseca foram medidas de acordo com as normas ISO 2470 (Espectrofotômetro L&W Elrepho SE 070) e ISO 5351, respectivamente. Os valores correspondentes para as polpas industriais usadas neste es-

sidering limit situations (high versus low charge) as well as economical feasibility.

For the kinetic studies, the pulps were bleached with hydrogen peroxide at the selected conditions summarized in Table 1 and at the reaction times of 1, 5, 15, 30, 60, 120 and 180 min. All components of the bleaching system were pre-heated to the desired temperature as follows: the pulp was mixed with DTPA and NaOH solutions at 13% consistency in a polyethylene bag; the H₂O₂ solution was added to the equivalent amount of water needed to attain a final consistency of 10% in a glass flask. After the pre-heating period in an agitated thermostatic water bath, the hydrogen peroxide solution was added to the pulp suspension, setting the beginning of the reaction.

After each batch experiment, the pulp was vacuum filtered and the collected filtrate was used for the determination of chemicals residual after its cooling in an ice bath. The pulp was also cooled with distilled water (~4°C) and then washed with three litres of distilled water (~35°C) divided into three equal portions. Hydrogen peroxide residual was determined by iodometric titration with standardized sodium thiosulfate solution while sodium hydroxide residual was determined by titration until pH 8.6 with standardized hydrochloric acid solution, after barium chloride addition and filtration, and using an automated titrator (Metrohm 736 GP TITRINO). These experimental procedures were performed twice and the presented results are the average values. In each procedure the repeatability was determined and the results are discussed based on differences statistically significant.

The ISO brightness and intrinsic viscosity were measured according to ISO 2470 (Spectrophotometer L&W Elrepho SE 070) and ISO 5351, respectively. The corresponding values for the industrial pulps used

Tabela 2. Alvura ISO e viscosidade intrínseca das polpas industriais DE_{op}D e OQ(PO)D / Table 2. ISO brightness and intrinsic viscosity of the industrial DE_{op}D and OQ(PO)D pulps

Polpa / Pulp	Alvura ISO (%) / ISO brightness (%)	Viscosidade intrínseca (dm ³ /Kg) / Intrinsic viscosity (dm ³ /kg)
DE _{op} D	87.5	1066
OQ(PO)D	87.4	988

tudo estão apresentados na Tabela 2. As folhas de polpa para determinação de propriedades ópticas foram preparadas de acordo com o procedimento descrito na norma ISO 3688.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios preliminares foram realizados antes dos estudos cinéticos para que se encontrasse um sistema estabilizante eficaz, capaz de minimizar as reacções competitivas catalisadas pelos metais de transição. Assim, os aditivos mais comuns utilizados na indústria de celulose e papel para este fim (DTPA, EDTA e MgSO₄) foram usados em separado e combinados em diferentes proporções (Tabela 3), sendo a escolha do melhor sistema estabilizante dependente da análise conjunta do consumo de peróxido, da alvura ISO e da viscosidade intrínseca das polpas.

Os efeitos positivos no desempenho do estágio final P resultantes da introdução destes aditivos são inequívocos, como apresentado na Tabela 3. No que se refere ao consumo de peróxido, o DTPA é o mais eficaz na sua redução, sendo uma pequena carga de 0.05% s.a. suficiente para a estabilização do peróxido de hidrogênio no branqueamento final

in this study are shown in Table 2. Handsheets for optical properties determination were prepared using the standard procedure described in ISO 3688.

RESULTS AND DISCUSSION

Preliminary experiments were performed prior to the kinetic studies to find an efficient peroxide stabilizing system that could minimize competitive reactions catalyzed by transition metals. Accordingly, the most common additives used in the pulp and paper industry (DTPA, EDTA and MgSO₄) were used separately and combined in different proportions (Table 3), being the choice of the best system based on the overall analysis of peroxide consumption, pulp ISO brightness and pulp intrinsic viscosity.

The positive effects of these additives on the performance of the final P stage are unequivocal translated by the results presented in Table 3. Regarding peroxide consumption, DTPA is the most effective in reducing it, being a small charge of 0.05% odp quite enough to stabilize hydrogen peroxide in the final

Tabela 3. Efeito de diferentes sistemas estabilizantes no desempenho do estágio P final das seqüências de branqueamento DE_{op}DP e OQ(PO)DP / Table 3. Effect of different stabilizing systems on the performance of the final P stage of the DE_{op}DP and OQ(PO)DP bleaching sequences

Carga de estabilizante (% s.a.) Stabilizer charge (% odp)			DE _{op} DP (1.0% s.a. H ₂ O ₂) DE _{op} DP (1.0% odp H ₂ O ₂ charge)			OQ(PO)DP (0.5% s.a. H ₂ O ₂) OQ(PO)DP (0.5% odp H ₂ O ₂ charge)		
MgSO ₄	DTPA	EDTA	H ₂ O ₂ consumido (%) H ₂ O ₂ consumed (%)	Alvura ISO (%) ISO brightness (%)	Viscosidade intrínseca (dm ³ /kg) Intrinsic viscosity (dm ³ /kg)	H ₂ O ₂ consumido (%) H ₂ O ₂ consumed (%)	Alvura ISO (%) ISO brightness (%)	Viscosidade intrínseca (dm ³ /kg) Intrinsic viscosity (dm ³ /kg)
---	---	---	31	90.2	989	57	90.9	912
0.025	---	---	21	89.9	1002	30	90.4	951
0.100	---	---	43	90.0	1041	23	90.5	973
---	0.050	---	9	90.1	1051	19	90.5	961
---	0.200	---	9	89.8	1055	22	90.2	974
0.025	0.050	---	15	89.9	1018	17	90.5	957
0.100	0.100	---	28	89.9	1053	12	90.1	986
---	---	0.050	22	90.0	1000	39	90.5	941
---	---	0.200	15	89.7	1001	14	90.4	963
0.025	---	0.050	14	89.9	1050	20	90.3	975
0.100	---	0.100	19	89.7	1035	20	90.3	982

das polpas $DE_{OP}D$. Consequentemente, com o uso de DTPA uma menor quantidade de peróxido de hidrogênio é gasta na sua decomposição. Além disso, é minimizada a produção de radicais, espécies não selectivas, que podem degradar os polissacarídeos. De fato, quando não se adicionam aditivos, a redução da viscosidade é significativa, comparada com a verificada com os sistemas estabilizantes, o que é devido à acção prejudicial dos metais de transição na decomposição do peróxido. Para a polpa $DE_{OP}D$, o EDTA não é tão eficaz quanto é o DTPA ou o $MgSO_4$ do ponto de vista da viscosidade. Para esta polpa a maior carga de $MgSO_4$ não reduziu o consumo de peróxido, pelo contrário, aumentando-o. Estes resultados mostram claramente que o teor de Mg deve ser otimizado, estando de acordo com os resultados de Bouchard *et al.* (1995). As diferentes combinações de aditivos não revelam melhores resultados quando comparados com o DTPA isolado.

Quanto à polpa $OQ(PO)D$, também se observa o impacto positivo dos aditivos no consumo de peróxido e na viscosidade intrínseca da polpa. Os diferentes teores metálicos das duas polpas e a natureza química dos cromóforos remanescentes são os fatores certamente responsáveis pelas distintas respostas alvejantes das duas polpas. De fato, um maior ganho de alvura é observado para a polpa $OQ(PO)D$. Além do mais, para esta polpa o sistema mais eficaz na redução do consumo de peróxido e na preservação da viscosidade intrínseca é a mistura 0.1% DTPA com 0.1% $MgSO_4$. No entanto, a diferença de resultados obtidos usando esta mistura em relação ao DTPA isolado poderá não compensar o maior custo do primeiro sistema combinado. Adicionalmente, o maior ganho de alvura da polpa $OQ(PO)DP$ sem aditivos, alcan-

*bleaching of $DE_{OP}D$ pulps. Consequently, with the use of DTPA, a lesser amount of hydrogen peroxide is wasted due to its decomposition. Moreover, the production of unselective radicals that can attack polysaccharides is minimized. In fact, when no additives are added the drop in intrinsic viscosity is significant compared to the stabilized systems due to the detrimental effects of the transition metals on peroxide decomposition. For the $DE_{OP}D$ pulp, EDTA is not as effective as DTPA or $MgSO_4$ is from the intrinsic viscosity point of view. For this pulp, the highest charge of $MgSO_4$ did not reduce the peroxide consumption, doing the opposite by raising it. These results clearly show that the amount of Mg must be optimized, in accordance with the results of Bouchard *et al.* (1995). The different combinations of additives do not show improved results compared to DTPA alone.*

As for $OQ(PO)D$ pulp, the positive impact of the additives on peroxide consumption and pulp intrinsic viscosity is also seen. The different metal contents of the two pulps and the chemical nature of the last chromophores are certainly responsible for the distinct brightening response of the two pulps. In fact, a more pronounced brightness gain is observed for the $OQ(PO)D$ pulp. Moreover, for this pulp the most effective system in reducing peroxide consumption and in preserving intrinsic viscosity is the mixture of 0.1% DTPA with 0.1% $MgSO_4$, but the difference between this mixture and the use of DTPA alone may not offset the higher cost of the former. In addition, the higher brightness gain of the $OQ(PO)DP$ pulp without additives, reaching an

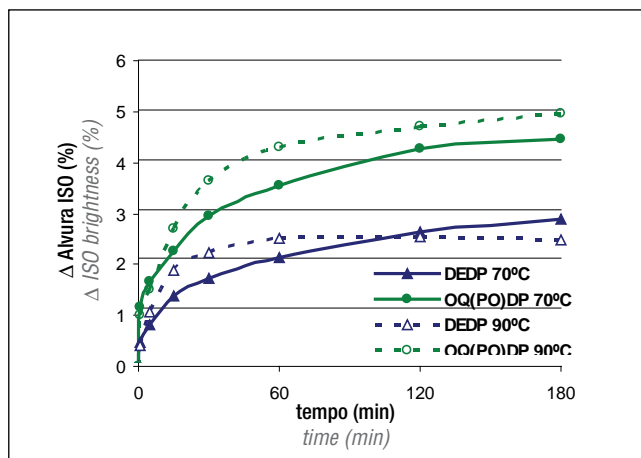


Figura 1. Cinética do ganho de alvura ISO no estágio P final das sequências $DE_{OP}DP$ e $OQ(PO)DP$ com 0,5% s.a. H_2O_2 a 70 e 90°C / **Figure 1.** ISO brightness gain kinetics in the final P stage of the sequences $DE_{OP}DP$ and $OQ(PO)DP$ with 0,5% $odp H_2O_2$ at 70 and 90°C

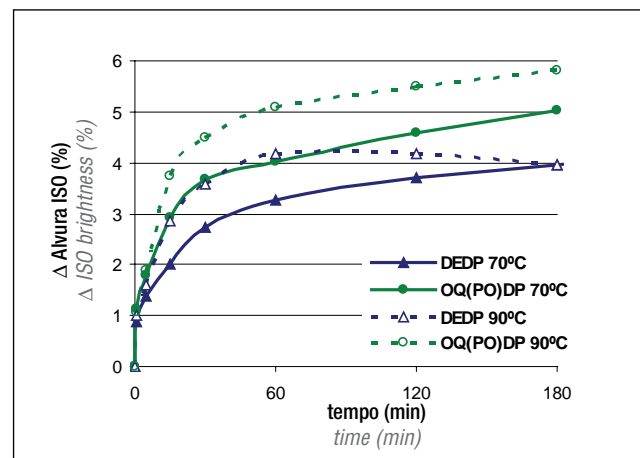


Figura 2. Cinética do ganho de alvura ISO no estágio P final das sequências $DE_{OP}DP$ e $OQ(PO)DP$ com 2,0% s.a. H_2O_2 a 70 e 90°C / **Figure 2.** ISO brightness gain kinetics in the final P stage of the sequences $DE_{OP}DP$ and $OQ(PO)DP$ with 2,0% $odp H_2O_2$ at 70 and 90°C

quando uma alvura ISO perto de 91% em comparação com as experiências com aditivos, sugere que os produtos da decomposição do peróxido (radicais) também estiveram envolvidos em reações de alvejamento, além de reduzirem a viscosidade da polpa.

Sendo o principal objetivo deste trabalho estabelecer uma comparação entre a cinética de alvejamento de ambas as polpas, é importante garantir condições de branqueamento o mais similares possíveis segundo as quais os ensaios cinéticos irão decorrer. Por isso, baseado nos resultados discutidos anteriormente, foi utilizada uma carga de DTPA de 0.05% s.a. para ambas as polpas.

A importância da história da polpa na cinética de alvejamento de um estágio final de peróxido de hidrogênio está claramente ilustrada nos resultados das Figuras 1-8. Embora a alvura ISO da polpa OQ(PO)D tenha descido ligeiramente no período de pré-aquecimento (escurecimento alcalino que não aconteceu com a polpa DE_{OP}D), a polpa OQ(PO)D possui uma resposta alvejante mais rápida ao peróxido de hidrogênio do que a polpa convencional DE_{OP}D, quaisquer que sejam as condições operatórias. De fato, no que se refere ao ganho de alvura no estágio P final, a diferença entre as polpas branqueadas é bastante pronunciada (Figuras 1-2), visto que são necessários menores valores de tempo, temperatura e carga de H₂O₂ para a polpa OQ(PO)DP atingir a mesma alvura final da polpa DE_{OP}DP. O efeito da temperatura é notável: mesmo utilizando 90°C a polpa DE_{OP}D revela uma pior resposta alvejante do que a polpa OQ(PO)D a 70°C. Observa-se, ainda, que o aumento da temperatura acelera o desenvolvimento de alvura na polpa DE_{OP}D nos primeiros 60 minutos, mas, depois deste tempo de reação a 90°C, é atingido um patamar de alvura acom-

ISO brightness near 91% in comparison with the experiments with additives, suggests that the peroxide decomposition products (radicals) have also been involved in the brightening reactions besides lowering pulp viscosity.

Considering that the main purpose of this work is to establish a comparison between the brightening kinetics of both pulps, it is important to guarantee the most similar bleaching conditions under which the kinetic trials will occur. Therefore, a charge of 0.05% odp of DTPA was chosen for both pulps based on the results discussed above.

The importance of pulp bleaching history on the brightening kinetics of the final hydrogen peroxide bleaching stage is clearly shown in the results depicted on Figures 1-8. Although the ISO brightness of the OQ(PO)D pulp decreased slightly in the pre-heating period (alkali darkening not happened with the DE_{OP}D pulp), it has a faster brightening response to the hydrogen peroxide than the more conventional DE_{OP}D pulp whatever the operating conditions. In fact, regarding the brightness gain in the final P stage, the difference between the bleached pulps is quite pronounced (Figures 1-2), since a much lower time, temperature or H₂O₂ charge is needed for the OQ(PO)DP pulp to reach the same final brightness of the DE_{OP}DP pulp. The effect of temperature is noteworthy: even with 90°C the DE_{OP}D pulp shows worst brightening response than the OQ(PO)D pulp at 70°C. In addition, the increase of temperature accelerates the brightness development for the DE_{OP}D pulp in the first 60 minutes, but after this time of reaction at 90°C, a brightness ceiling is

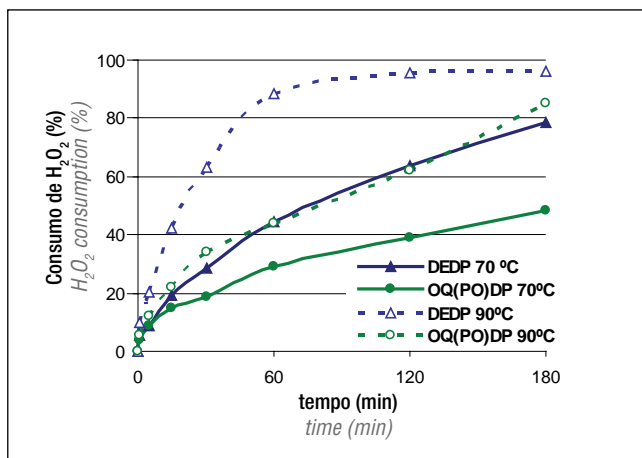


Figura 3. Cinética do consumo de peróxido de hidrogênio no estágio P final das seqüências DE_{OP}DP e OQ(PO)DP com 0,5% s.a. H₂O₂ a 70 e 90°C / **Figure 3.** Hydrogen peroxide consumption kinetics in the final P stage of the sequences DE_{OP}DP and OQ(PO)DP with 0.5% odp H₂O₂ at 70 and 90°C

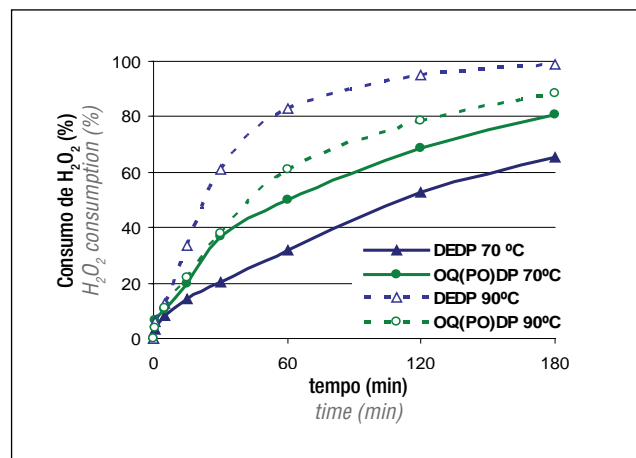


Figura 4. Cinética do consumo de peróxido de hidrogênio no estágio P final das seqüências DE_{OP}DP e OQ(PO)DP com 2,0% s.a. H₂O₂ a 70 e 90°C / **Figure 4.** Hydrogen peroxide consumption kinetics in the final P stage of the sequences DE_{OP}DP and OQ(PO)DP with 2.0% odp H₂O₂ at 70 and 90°C

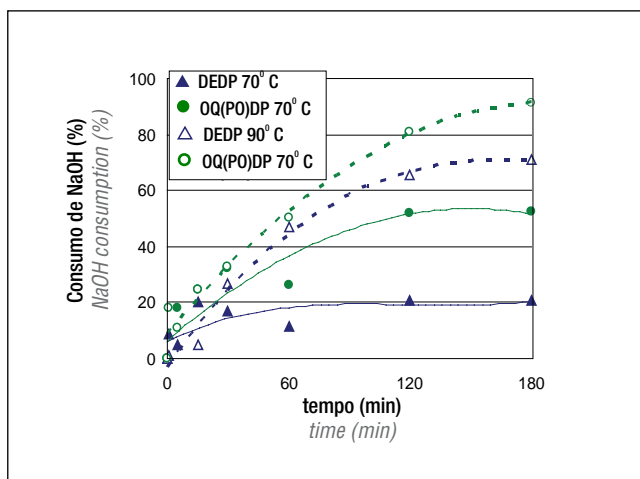


Figura 5. Cinética do consumo de hidróxido de sódio no estágio P final das sequências DE_{op}DP e OQ(PO)DP com 0,5% s.a. H₂O₂ a 70 e 90°C / **Figure 5.** Sodium hydroxide consumption kinetics in the final P stage of the sequences DE_{op}DP and OQ(PO)DP with 0.5% odp H₂O₂ at 70 and 90°C

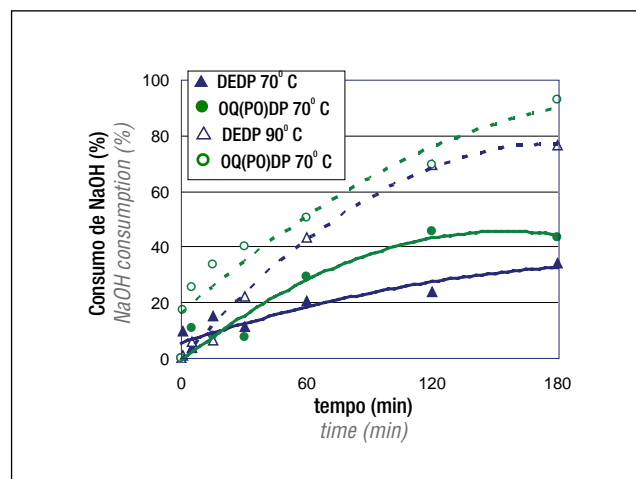


Figura 6. Cinética do consumo de hidróxido de sódio no estágio P final das sequências DE_{op}DP e OQ(PO)DP com 2,0% s.a. H₂O₂ a 70 e 90°C / **Figure 6.** Sodium hydroxide consumption kinetics in the final P stage of the sequences DE_{op}DP and OQ(PO)DP with 2.0% odp H₂O₂ at 70 and 90°C

panhado de um consumo total de peróxido de hidrogênio (Figuras 3-4). Ocorre, ainda, um ligeiro escurecimento para tempos mais longos devido ao esgotamento de H₂O₂. Uma tendência semelhante foi encontrada por Méndez e Area (2006) na cinética de alvejamento num estágio E_p de uma polpa kraft de pinho branqueada com a sequência DE_oDE_pD. Pelo contrário, para a polpa OQ(PO)DP usada no presente trabalho, o desenvolvimento de alvura abranda depois dos 60 min de reação, sem, contudo, o consumo de peróxido atingir 100%.

Essas diferenças significativas estão relacionadas em parte com a natureza e quantidade de cromóforos que reagem com o peróxido de hidrogênio e que são dependentes dos estágios precedentes. Por exemplo, a deslignificação com oxigênio utilizada na polpa OQ(PO)D pode ter um grande impacto na branqueabilidade com estágios de peróxido de hidrogênio. Comparando as cargas de H₂O₂ encontradas na literatura, utilizando eucalipto, uma maior quantidade é necessária no estágio P final para alvejar as polpas DE_{op}D relativamente às polpas ODE_{op}D para se atingir um mesmo nível de alvura (Süss *et al.* 2000, Carvalho *et al.* 2008). Aliás, como anteriormente estudado (Zawadzki, 1999, Brogdon *et al.* 2004), a deslignificação com dióxido de cloro, como no caso da polpa DE_{op}D, aumenta drasticamente o teor de quinonas, as quais são apontadas por produzirem um impacto negativo na branqueabilidade de polpas ECF à base de dióxido de cloro (Lachenal *et al.* 2005). Por outro lado, Jiang *et al.* (2003) revelaram a vantagem em se utilizar a deslignificação com oxigênio para obtenção de um nível mais alto de alvura (ODE_oDED versus DE_oDED). Sendo ambas as polpas não branqueadas deste estudo pertencentes à mesma espécie folhosa, é sensato atribuírem-se estas diferen-

achieved alongside with a total consumption of hydrogen peroxide (Figures 3-4). A slight darkening even occurs for long times due to the depletion of H₂O₂. A similar trend has been found by Méndez and Area (2006) in the E_p stage brightening kinetics of a pine kraft pulp bleached with a DE_oDE_pD sequence. On the contrary, for the OQ(PO)DP pulp the brightness development slows down after 60 min of reaction but the peroxide consumption does not reach 100%.

These significant differences are in part related with the nature and amount of chromophores that can react with hydrogen peroxide and are dependent on the preceding stages. For instance, the oxygen delignification used in the OQ(PO)D pulp may have a great impact on pulp bleachability with hydrogen peroxide stages. Comparing the H₂O₂ charges reported in the literature for eucalyptus, a greater amount is needed in the final P stage to bleach DE_{op}D pulps than ODE_{op}D pulps to achieve the same brightness level (Süss *et al.* 2000, Carvalho *et al.* 2008). Moreover, as previously reported (Zawadzki, 1999, Brogdon *et al.* 2004), the chlorine dioxide delignification, as in the case of DE_{op}D pulp, raises dramatically the amount of quinones, which are known to have a negative impact on the pulp bleachability by chlorine dioxide based ECF sequences (Lachenal *et al.* 2005). On the other hand, Jiang *et al.* (2003) demonstrated the benefit of adding oxygen delignification to achieve a higher brightness ceiling (ODE_oDED versus DE_oDED). Being both unbleached kraft pulps from the same hardwood species, it is wise to attribute these differences to the bleaching sequence. Parthasarathy and Colodette (2007)

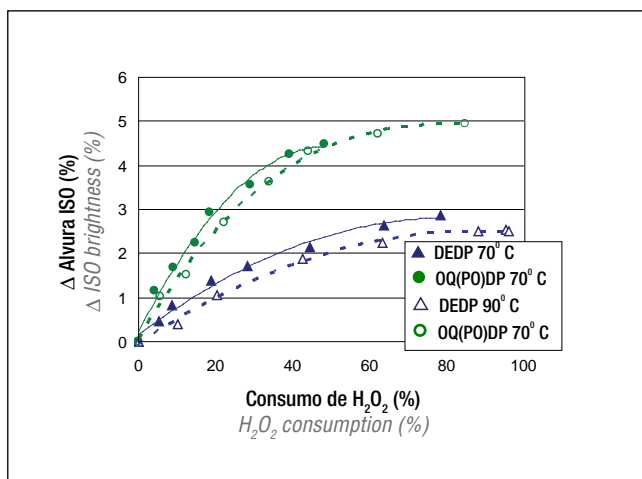


Figura 7. Branqueabilidade do estágio P final nas sequências DE_{OP}DP e OQ(PO)DP com 0,5% s.a. H₂O₂ a 70 e 90°C / *Figure 7.* Bleachability of the final P stage for the sequences DE_{OP}DP and OQ(PO)DP with 0.5% odp H₂O₂ at 70 and 90°C

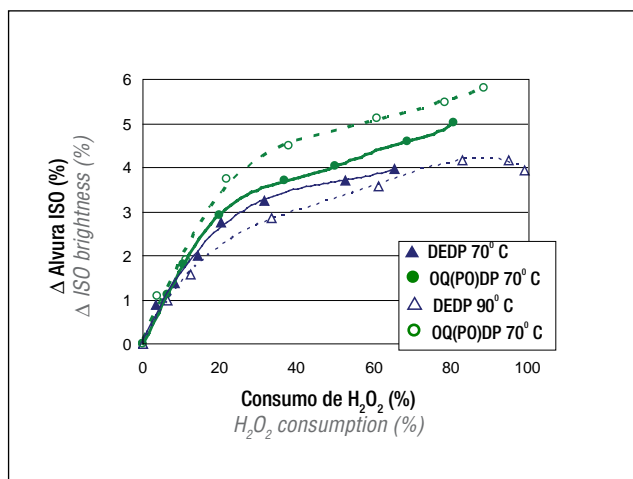


Figura 8. Branqueabilidade do estágio P final nas sequências DE_{OP}DP e OQ(PO)DP com 2,0% s.a. H₂O₂ a 70 e 90°C / *Figure 8.* Bleachability of the final P stage for the sequences DE_{OP}DP and OQ(PO)DP with 2.0% odp H₂O₂ at 70 and 90°C

ças à sequência de branqueamento. Parthasarathy e Colodette (2007) também encontraram que a alvura final de polpas DD e DP (ODE_pDP) era ditada pelo primeiro estágio de dióxido de cloro D₀ versus D_{HT}, pois com o D_{HT} as polpas atingiram maior alvura para menores consumos de químicos. Mais ainda, Rööst *et al.* (2003) verificaram que a carga total de peróxido de hidrogênio para atingir a alvura final era dependente da alvura da polpa depois do estágio de oxigênio, suportando, por isso, o efeito dos cromóforos na branqueabilidade de polpas com peróxido de hidrogênio.

Relativamente ao consumo de hidróxido de sódio, a polpa ECF-light revela maiores consumos quaisquer que sejam a temperatura e carga de H₂O₂ (Figuras 5-6). Contudo, este consumo é bastante afetado pela temperatura, sobretudo para a polpa DE_{OP}D. Para temperaturas mais moderadas de 70°C, o perfil do consumo de NaOH é por patamares, enquanto a 90°C se estabelece o perfil mais contínuo. É esperado que haja um efeito negativo do consumo de NaOH e da temperatura no decréscimo do rendimento de polpa e na viscosidade intrínseca (Mota *et al.* 2007).

Uma vez que o peróxido de hidrogênio é consumido em maior extensão com a polpa DE_{OP}D, não correspondendo a uma maior remoção de cromóforos, a branqueabilidade desta polpa (definida como a razão entre o ganho de alvura e o consumo de peróxido de hidrogênio) é menor que a da polpa OQ(PO)D, como ilustrado nas Figuras 7-8. O impacto da temperatura nesta propriedade é dependente, no entanto, da polpa e da carga de H₂O₂ usadas: a maior temperatura é apenas favorável para a polpa OQ(PO)D usando a maior carga de peróxido de hidrogênio. De fato, a 70°C para a carga de 2,0% s.a. (Figura 4) é observado um

*have also found that the final brightness of DD and DP pulps (ODE_pDP) was dictated by the first chlorine dioxide stage, D₀ versus D_{HT} with the D_{HT} pulps having higher brightness at lower chemicals consumption. In addition, Rööst *et al.* (2003) found that the total charge of hydrogen peroxide to reach full brightness was highly dependent on the pulp brightness after the oxygen stage, thus supporting the chromophores effect on the pulp bleachability using hydrogen peroxide.*

*Regarding sodium hydroxide consumption, the ECF-light pulp shows greater values whatever the temperature and H₂O₂ charge are (Figures 5-6). However, this consumption is highly affected by the temperature, especially for the DE_{OP}D pulp. At the moderate temperature of 70°C the NaOH consumption profile is by floors, while at 90°C a more continuous increase is established. The negative effect of high NaOH consumption and temperature on decreasing pulp yield and intrinsic viscosity is also expected (Mota *et al.* 2007).*

Since hydrogen peroxide is consumed to a greater extent with the DE_{OP}D pulp, not corresponding to a higher rate of chromophores removal, the bleachability of this pulp (defined as the brightness gain per unit of the amount of hydrogen peroxide consumed) is lower than that of OQ(PO)D pulp as depicted in Figures 7-8. The impact of temperature on this pulp property is dependent, however, on the pulp and the H₂O₂ charge used: the highest temperature is only positive for OQ(PO)D pulp using the higher peroxide charge. In fact, at 70°C for a H₂O₂ charge of 2.0% odp (Figure 4), a higher peroxide consumption for the OQ(PO)DP

maior consumo de peróxido para a polpa OQ(PO)DP, mas, como a alvura também é maior, o peróxido é utilmente consumido em reações de alvejamento (Figura 8). Assim, para a sequência ECF convencional pode-se concluir que o peróxido de hidrogênio é gasto em maior quantidade em reações paralelas em comparação com a polpa OQ(PO)D. O aumento da temperatura acima de 70°C é prejudicial em termos da decomposição do peróxido de hidrogênio para a polpa DE_{OP}D. Apesar do DTPA ter sido adicionado ao estágio P, a sua eficácia na desativação das reações de decomposição catalisadas por metais de transição pode estar enfraquecida nas condições da temperatura mais elevada (90°C). A maior decomposição do peróxido está também seguramente relacionada com a natureza e teor de metais de transição presentes em ambas as polpas. Uma vez que a sequência ECF-light possui um estágio quelante (Q), é esperado um menor teor de metais de transição, o que favorece um maior desempenho alvejante.

Todos esses aspectos discutidos são resultado de diferentes cinéticas reativas e serão esclarecidos, num trabalho futuro, com o desenvolvimento de modelos matemáticos (incluindo as reações alvejantes e de decomposição) e com a análise dos respectivos parâmetros cinéticos.

CONCLUSÕES

Duas polpas industriais de *Eucalyptus globulus* parcialmente branqueadas usando diferentes sequências (DE_{OP}D e OQ(PO)D), mas exibindo o mesmo nível de alvura, foram branqueadas no laboratório com um estágio P final.

Nos ensaios preliminares, a utilidade do DTPA na redução do consumo de peróxido e, simultaneamente, na minimização da viscosidade da polpa manifestou-se sobretudo no caso da polpa DE_{OP}D. O melhor sistema estabilizante para a polpa OQ(PO)D foi a mistura DTPA+MgSO₄.

Pode-se concluir que as estruturas cromóforas presentes na polpa OQ(PO)D são mais facilmente destruídas do que na polpa DE_{OP}D, possuindo a primeira uma maior branqueabilidade com o peróxido de hidrogênio. Não obstante, um maior consumo de hidróxido de sódio foi observado em comparação com a polpa ECF convencional DE_{OP}D.

A eficiência da aceleração da velocidade das reações alvejantes, pelo aumento da temperatura acima de 70°C, no estágio P final, depende fortemente da história da polpa. Após 60 min a 90°C, o peróxido é praticamente esgotado no caso da polpa DE_{OP}D e, por isso, não é alcançada uma maior alvura. Pelo contrário, com a polpa OQ(PO)D é possível atingirem-se tempos de reação de 180 min com uma contínua evolução alvejante. Isto revela claramente o grande impacto que as reações de decomposição do peróxido podem ter, sobretudo a temperatura elevada no caso da polpa DE_{OP}D, apesar da adição de DTPA ao estágio P. Sucede, então, que para a polpa DE_{OP}D tempos maiores

pulp is observed, but, as the brightness is also higher, the peroxide is usefully consumed in brightening reactions (Figure 8). Therefore, for the conventional ECF sequence, it can be concluded that hydrogen peroxide is wasted in larger amounts in side reactions in comparison with the OQ(PO)D pulp. The raise of temperature over 70°C is detrimental in terms of peroxide decomposition for the DE_{OP}D pulp. Although DTPA was added to the P stage, its effectiveness in deactivating metal-catalysed decomposition reactions may be impaired at the conditions of the highest temperature (90°C). Higher peroxide decomposition is certainly also related with the nature and amount of transition metals in both pulps. Since the ECF-light sequence has a chelation stage (Q) it is expected lower transition metals content which favours a higher brightening performance.

All these discussed aspects are the result of different kinetics and will be clarified, in a future paper, with the development of the mathematical models (including brightening and decomposition reactions) and with the analysis of the respective kinetic parameters.

CONCLUSIONS

Two industrial Eucalyptus globulus pulps partially bleached using different sequences (DE_{OP}D and OQ(PO)D), but exhibiting the same brightness level, were further bleached in this work with a final laboratorial P stage.

In the preliminary experiments the usefulness of DTPA in reducing peroxide consumption and, simultaneously, in minimizing pulp viscosity loss was shown especially in the case of DE_{OP}D pulp. The best stabilizing system for the OQ(PO)D was a mixture of DTPA+MgSO₄.

It can be concluded that the chromophoric structures in the OQ(PO)D pulp are more readily destroyed than in the DE_{OP}D pulp, having the former a greater bleachability towards hydrogen peroxide. Nevertheless, a higher sodium hydroxide was observed in comparison with the conventional ECF pulp (DE_{OP}D).

The efficiency of accelerating brightening reactions rate by raising the temperature above 70°C in the final P stage strongly depends on pulp history. After 60 min at 90°C, peroxide is almost depleted in the case of DE_{OP}D pulp and therefore no further brightness increase is achieved. On the contrary, with the OQ(PO)D pulp it is possible to reach a retention time of 180 min with a continuous brightening evolution. This clearly reveals the great impact that the peroxide decomposition reactions can have, especially at high temperature in the case of DE_{OP}D sequence, even with the addition of DTPA in the P stage. It thus follows

que 60 min a 90°C não são aconselháveis enquanto para a polpa OQ(PO)D são possíveis gamas mais alargadas de tempo e temperatura. A melhor opção para o último estágio P, aplicado à polpa DE_{OP}D, é a escolha de uma menor temperatura (70°C) apesar de exigir maiores tempos de reação. No caso da polpa OQ(PO)D, uma maior temperatura pode ser adequada para se atingirem maiores níveis de alvura e sem um gasto significativo de químicos.

As razões para estes comportamentos dissimilares estão provavelmente relacionadas com a natureza e quantidade de cromóforos presentes que conseguem reagir com o peróxido de hidrogênio, o que depende da história de branqueamento da polpa. Um estudo suplementar sobre os perfis metálicos ao longo das sequências de branqueamento/polpas, o potencial papelero e sobre o desenvolvimento de modelos cinéticos será posteriormente desenvolvido.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao RAIZ a assistência técnica laboratorial, à fábrica Celbi e ao Grupo Portucel-Soporcel o fornecimento das polpas e à Fundação para a Ciência e Tecnologia a bolsa de doutorado (SFRH/BD/29690/2006) concedida a Pedro Loureiro. ▲

that for the DE_{OP}D pulp longer times than 60 min at 90°C are not advisable while for the OQ(PO)D pulp wider time and temperature ranges are possible. The best option for the last P stage, applied to the DE_{OP}D pulp, is to choose a lower temperature (70°C) although requiring longer reaction times. In the case of OQ(PO)D pulp, higher temperatures may be suitable to achieve very high brightness levels without spending too much chemicals.

The reasons for these dissimilar behaviours are likely related with the nature and the amount of chromophores that can react with hydrogen peroxide which depend on the pulp bleaching history. A further study on the transition metals profiles along the bleaching sequences/pulps, on the papermaking potential and on the development of kinetic models will be developed.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are thankful to RAIZ for the laboratorial technical assistance, to Celbi mill and to Grupo Portucel/Soporcel for supplying the pulps, and to Fundação para a Ciência e Tecnologia for the PhD scholarship (SFRH/BD/29690/2006) granted to Pedro Loureiro. ▲

REFERÊNCIAS / REFERENCES

1. Bouchard, J.; Nugent, H.M.; Berry, R.M. (1995): *A comparison between acid treatment and chelation prior to hydrogen peroxide bleaching of kraft pulps*. J. Pulp Pap. Sci. 21 (6) J203-J208
2. Brogdon, B.N.; Mancosky, D.G.; Lúcia, L.A. (2004): *New insights into lignin modification during chlorine dioxide bleaching sequences (I): chlorine dioxide delignification*. J. Wood Chem. Technol. 24 (3) 201-219
3. Carvalho, M.G.V.S.; Carvalho, N.M.V.; Loureiro, P.E.G. (2008): *Performance of a final hydrogen peroxide stage in the ECF bleaching of eucalypt D₀E_{OP}D₁P kraft pulps*. Tappi J. 8(7) 8-13
4. Colodette, J.L.; Rothenberg, S.; Dence, C.W. (1989): *Factors affecting hydrogen peroxide stability in the brightening of mechanical and chemimechanical pulps. Part III: hydrogen peroxide stability in the presence of magnesium and combinations of stabilizers*. J. Pulp Pap. Sci. 15(2) J45-J51
5. Colodette, J.L.; Eiras, K.M.M.; Oliveira, R.; Ventorim, G. (2004): *influence of eucalypt wood supply on pulp brightness stability*. Appita J. 57 (6) 481-487
6. Dence, C.W., *In Pulp Bleaching – Principles and Practice*; Dence, C.W., Reeve, D.W., eds; TAPPI PRESS, Atlanta, 1996; ch. III.4.
7. Eiras, K.M.M.; Colodette, J.L.; Silva, V.L.; Barbosa, L.C.A. (2008): *New Insights on brightness stability of eucalyptus kraft pulp*. Nord. Pulp Pap. Res. J. 23 (1) 102-107
8. Jiang, Z.H.; van Lierop, B.; Nolin, A.; Berry, R. (2003): *A New Insight into the Bleachability of Kraft Pulps*. J. Pulp Pap. Sci. 29 (2) 54-58

9. Lachenal, D. In *Pulp Bleaching – Principles and Practice*; Dence, C.W., Reeve, D.W., eds; TAPPI PRESS, Atlanta, 1996; ch. IV.6.
10. Lachenal, D.; Chirat, C.; Benattar, N.; Hamzeh, Y.; Marlin, N.; Mateo, C.; Brochier, B. (2005): *Influence of pulp colour on bleachability. Ways to improve the bleaching response of alkaline pulp*. Proc. International Pulp Bleaching Conf., Stockholm, 181-187
11. Loureiro, P.E.G.; Ferreira, P.J.F.; Evtuguin, D.V.; Carvalho, M.G.V.S. (2008): *Effect of the final ECF bleaching Stage on the eucalyptus kraft pulp properties – a comparison between hydrogen peroxide and chlorine dioxide*. Proc. International Pulp Bleaching Conf., Québec City, 259-263
12. McDonough, T.J.; Courchene, C.E.; Shaket, A.; Ragauskas, A.J.; Khandelwal, B.; Magnotta, V.L. (2001): *A comparative evaluation of low-AOX hardwood kraft pulp bleaching sequences*. Pulp Pap. Can. 102 (10) 46-52
13. Méndez, C.M.; Area, M.C. (2006): *Cinética de la etapa EP en el blanqueo ECF de pulpas kraft*. Proc. CIADICYP, Santiago - Valdivia, (CD-ROM)
14. Mota, S. F.; Carvalho, M.G.V.S.; Ferreira, L.M.G. (2007): *Pressurized hydrogen peroxide bleaching of Eucalyptus globulus pulps. part II: kinetics*, Nord. Pulp Pap. Res. J. 22 (1) 23-27
15. Parthasarathy, V.R.; Colodette, J. (2007): *Influence of final bleaching stage on ECF brightness development, refineability and pulp properties*. Proc. 3rd International Colloquium on Eucalyptus Pulp, Belo Horizonte, 1-15
16. Rööst, C.; Larsson, P.; Gellerstedt, G. (2000): *Brightness and kappa number - important variables to secure appropriate control of chemical charges in TCF and ECF bleaching sequences*. Nord. Pulp Pap. Res. J. 15 (3) 216-220
17. Rosenau, T., Potthast, A., Kosma, P., Suess, H., Nimmerfro, N. (2007): *Isolation and identification of residual chromophores from aged bleached pulp samples*. *Holzforschung* 61 (6) 656-661
18. Senior, D.J.; Hamilton, J.; Ragauskas, A.J.; Sealey, J.; Froass, P. (1998): *Interaction of hydrogen peroxide and chlorine dioxide stages in ECF bleaching*. *Tappi J.* 81 (6) 170-178
19. Süß, H.U.; Schmidt K.; del Grosso, M.; Mahagaonkar, M. (2000): *Peroxide application in ECF sequences: a description of the state-of-the art*. *Appita J.* 53 (2) 116-121
20. Tubino, M.; Filho, O. M. (1998). *Branqueamento seletivo com peróxido de hidrogênio: estudos cinéticos e mecanísticos visando a catálise inteligente*. *O Papel* LIX (2) 44-54
21. van Lierop, B.; Jiang, Z.-H.; Chen, J.; Argyropoulos, D.S.; Berry, R.M. (2000): *On the efficiency of hydrogen peroxide use in ECF bleaching*. *J. Pulp Pap. Sci.* 26 (7) 255-259
22. Vuorinen, T.; Heikkilä M. (2003): *Mechanism of transition metal ion catalyzed decomposition of hydrogen peroxide in pulp bleaching*. Proc. EUCEPA Conf., Lisbon, 46-51
23. Wuorimaa, A.; Jokela, R.; Aksela, R. (2006): *Recent developments in the stabilization of hydrogen peroxide bleaching of pulps: an overview*. Nord. Pulp Pap. Res. J. 21 (4) 435-443
24. Zawadzki, M.; *Quantitative Determination of Quinone Chromophore Changes during ECF Bleaching of Kraft Pulp*: PhD Thesis submitted to the Institute of Paper Science and Technology: Atlanta, 1999

Extração de lignina de biomassa de madeira mediante uma solução hidrotrópica

Lignin extraction from wood biomass by a hydrotropic solution

Autores/Authors*: Risto Korpinen
Pedro Fardim

Palavras-chave: Abeto da Noruega, bétula nórdica, biorrefinaria, química verde, xilenosulfonato de sódio

RESUMO

A lignina foi extraída de diferentes materiais de madeira de conífera e de folhosa mediante utilização de solução de xilenosulfonato de sódio (SXS) como solvente. A lignina extraída foi precipitada dos solventes, lavada e liofilizada (freeze-dried). As amostras de lignina assim obtidas foram analisadas com FT-IR (Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier) para controle de pureza, e com metanólise ácida combinada com GC (Cromatografia de Gás) para determinação de possíveis traços de carboidratos nas amostras da lignina extraída. Foi também feita análise química dos materiais extraídos da madeira. O rendimento da extração da lignina variou de 20% a 70%, dependendo do tipo de material de madeira. Foi considerado que o grau de delignificação era devido à topoquímica da lignina e à estrutura capilar da madeira. As várias amostras de lignina continham apenas pequenas quantidades de carboidratos residuais e não foi encontrado nenhum traço de xilenosulfonato depois da precipitação e lavagem. Também temos proposto que o SXS seria uma alternativa atraente como solvente verde (ecológico) para a extração de uma fração de lignina que parecesse suficientemente pura para ser ulteriormente convertida em novos químicos.

Keywords: Biorefinery, green chemistry, Nordic birch, Norway spruce, sodium xylenesulphonate

ABSTRACT

Lignin was extracted from different softwood and hardwood materials using sodium xylenesulphonate (SXS) solution as a solvent. Extracted lignin was precipitated from the solvents, washed and freeze-dried. The obtained lignin samples were analysed for purity using FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) and acid methanolysis-GC (Gas Chromatography) was used for determining the possible traces of carbohydrates in the extracted lignin samples. Chemical analysis was also done for the extracted wood materials. The extraction yield of lignin varied from 20% to 70% depending of the type of wood material. It was suggested that the degree of delignification was due to topochemistry of lignin and wood capillary structure. The different lignin samples contained only small amounts of residual carbohydrates and no traces of sodium xylenesulphonate were found after precipitating and washing. We also suggested that SXS was an attractive alternative as a green solvent for extraction of a lignin fraction that seemed to be pure enough to be further processed into new chemicals.

*Referências dos Autores / Authors' references:

Universidade Åbo Akademi¹ – Laboratório de Tecnologia de Fibras e Celulose - Porthansgatan 3–5, FI-20500 Turku/Åbo, Finlândia
Åbo Akademi University¹ - Laboratory of Fibre and Cellulose Technology - Porthansgatan 3–5, FI-20500 Turku/Åbo, Finland
Emails: rkorpine@abo.fi (Risto Korpinen) - pfardim@abo.fi (Pedro Fardim)

¹ Membro da Rede de Excelência Europeia de Polissacarídeos (EPNOE), www.epnoe.eu

¹ Member of the European Polysaccharide Network of Excellence (EPNOE), www.epnoe.eu

INTRODUÇÃO

Soluções hidrotrópicas são soluções aquosas salinas que melhoram a solubilidade de substâncias fracamente solúveis (p. ex., lignina) em comparação a água pura na mesma temperatura [1]. Soluções hidrotrópicas salinas próximas à saturação são preparadas com álcali ou sais alcalinos terrosos de ácido benzóico, ácido salicílico, ácido xilenosulfônico, ácido cimenosulfônico, ácido benzenosulfônico, ácido fenolsulfônico, ácido toluenosulfônico e naftalenosulfônico [2, 3]. As estruturas químicas desses sais de sódio podem ser vistas na Figura 1.

A estrutura dos compostos hidrotrópicos é semelhante àquela dos surfactantes, ou seja, são substâncias anfifílicas compostas de ambos os grupos funcionais: um hidrófilo e um hidrófobo. Compostos hidrotrópicos de cadeia curta têm, contudo, um caráter hidrotrópico mais fraco do que aquele dos surfactantes [4]. Os compostos hidrotrópicos podem aumentar a solubilidade de compostos orgânicos em água. Esta capacidade tem usualmente sua maior força quando a concentração do composto hidrotrópico é suficientemente alta para formar estruturas associadas. A concentração em que começa a auto-associação é definida como a concentração hidrotrópica mínima (MHC – minimum hydrotropic concentration). Para alcançar a MHC são necessárias con-

INTRODUCTION

Hydrotropic solutions are aqueous salt solutions which enhance the solubility of slightly soluble substances (e.g., lignin) in comparison with pure water at the same temperature [1]. Typical near-saturated hydrotropic salt solutions are prepared from alkali or alkaline earth salts of benzoic acid, salicylic acid, xylenesulphonic acid, cymenesulphonic acid, benzenesulphonic acid, phenolsulphonic acid, toluenesulphonic acid and naphthalenesulphonic acid [2, 3]. The chemical structures of these sodium salts can be seen in Figure 1.

The structure of hydrotropic compounds is similar to those of surfactants, i.e., they are amphiphilic substances composed of both a hydrophilic and a hydrophobic functional group. Short-chain hydrotropic compounds have, however, a weaker hydrotropic character than surfactants [4]. The hydrotropic compounds are able to increase the solubility of organic compounds in water. This ability is usually the strongest when the hydrotropic compound concentration is high enough to form associated structures. The concentration at which self association begins is defined as the minimum hydrotropic concentration (MHC). Relatively high concentrations of hydrotropic compounds

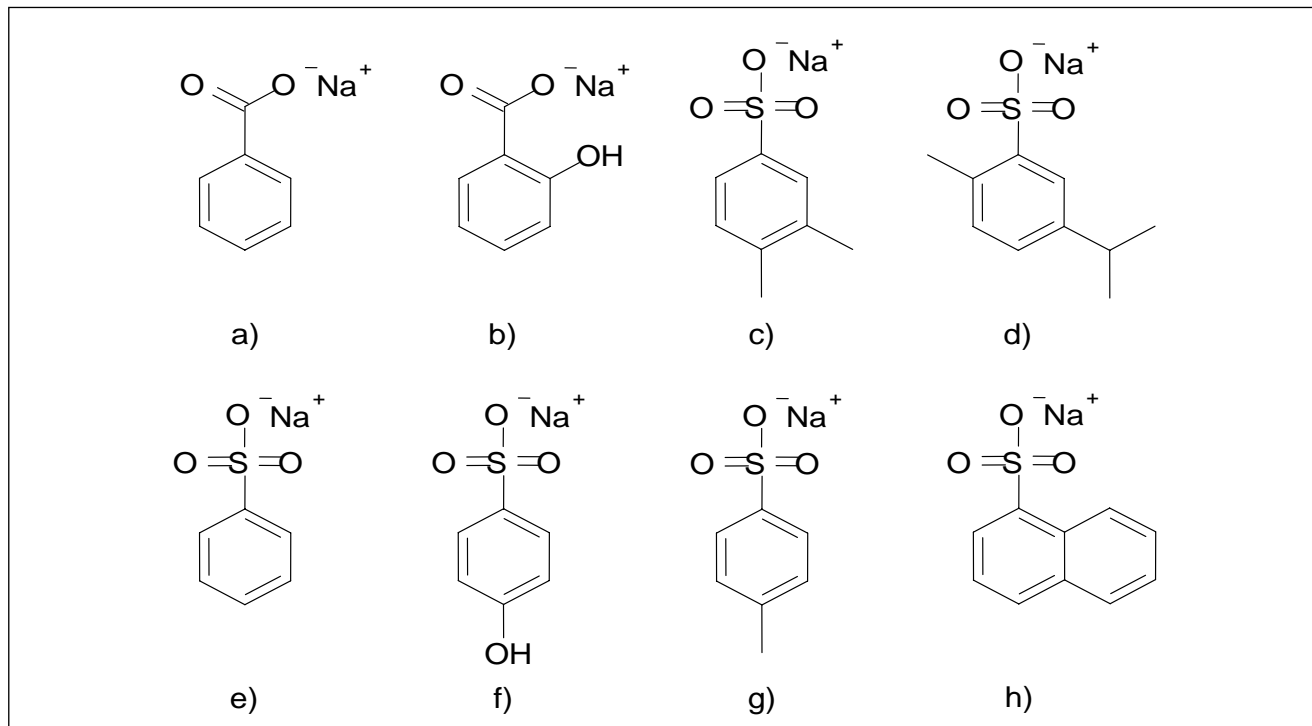


Figura 1. Sais de sódio hidrotrópicos: a) benzoato de sódio, b) salicilato de sódio, c) xilenosulfonato de sódio, d) cimenosulfonato de sódio, e) benzenosulfonato de sódio, f) fenolsulfonato de sódio, g) toluenosulfonato de sódio e h) naftalenosulfonato de sódio. É mostrado apenas um isômero de todos os isômeros possíveis / **Figure 1.** Hydrotropic sodium salts: a) sodium benzoate, b) sodium salicylate, c) sodium xylenesulphonate, d) sodium cymenesulphonate, e) sodium benzenesulphonate, f) sodium phenolsulphonate, g) sodium toluenesulphonate and h) sodium naphthalenesulphonate. Only one isomer of the all possible isomers is shown

concentrações relativamente altas de compostos hidrotrópicos. O valor da MHC para o xilenosulfonato de sódio é cerca de 0,38–0,4 M [4, 5]. Compostos hidrotrópicos são diferentes dos surfactantes porque sua característica hidrofóbica não é suficientemente grande para criar estruturas auto-associadas bem organizadas - tais como micelas -, mesmo quando bem acima da MHC [6]. Em vez disso, hidrotropos formam estruturas em camadas bidimensionais tipo sanduíche [7]. São necessárias concentrações relativamente altas de composto hidrotrópico para que ocorra o início da solubilização, e a quantidade máxima que solubiliza na solução hidrotrópica aquosa é alta em comparação ao que é encontrado em uma solução micélica aquosa de um surfactante [8].

O composto hidrotrópico mais geralmente utilizado para a recuperação de celulose e lignina em material lignocelulósico é o xilenosulfonato de sódio, por ser solvente eficaz. Quando o material lignocelulósico é extraído com solução 30%-40% (peso/peso⁻¹) de xilenosulfonato de sódio aproximadamente neutro, a solução pode ser usada cinco ou seis vezes antes de ser recuperada para reuso. Durante a extração a solução hidrotrópica se enriquece com lignina e se torna mais eficaz como solvente de lignina. O limite para a reutilização da solução é alcançado quando próxima da saturação com lignina (cerca de 350 gramas por litro de solução) [2, 9].

Tipicamente, o material lignocelulósico é tratado a 150°C durante 11 a 12 horas. Depois de concluída a extração, a polpa precisa ser lavada com solução hidrotrópica nova, pois a lignina tende a precipitar sobre as fibras quando a polpa é lavada com água. Depois disso, a polpa pode ser lavada com água [2, 3, 10, 11]. Tem sido afirmado que o processo de extração hidrotrópica não é apropriado para coníferas [1, 12] porque madeiras de coníferas contêm mais lignina guaiacil (G) quimicamente resistente em comparação a folhosas, que contêm lignina siringil (S) menos resistente. A relação S/G entre diferentes folhosas varia de 2:1 a 1:4 [13, 14].

A recuperação da solução hidrotrópica não é complicada. A concentração da solução é diminuída de 30% ou 40% para 10% por adição de água. A lignina é precipitada e pode ser retirada da solução por filtração. O filtrado é então evaporado para a concentração original de 30%-40%. A solução recuperada é tão eficiente quanto a solução original. A mesma solução tem sido utilizada em 72 experiências de laboratório consecutivas sem perda de eficácia [9]. As impurezas acumuladas podem ser separadas da solução mediante a adição de uma parte em peso de Ca(OH)₂ para 200 partes em peso de solução. As impurezas precipitadas podem então ser retiradas da solução por filtração [2].

A solução de xilenosulfonato não é incrustante nem corrosiva, e não exala odor desagradável [15]. O sal de xilenosulfonato de sódio tem baixa volatilidade a pressão de vapor <2,0·10⁻⁵ Pa a 25°C em comparação a água (3,2·10³ Pa a 25°C) ou etanol (7,9·10³ Pa a 25°C). E mais, estudos ao

are required to reach the MHC. The value of MHC for sodium xylenesulphonate is about 0.38–0.4 M [4, 5]. Hydro-tropic compounds are different from surfactants because their hydrophobicity is not sufficient enough to create well organised self-associated structures, such as micelles, even well above the MHC [6]. Instead, hydrotropes form two-dimensional layered sandwich type structures [7]. Relatively high concentrations of hydrotropic compound are required to initialise solubilisation and the maximum amount that solubilises into the aqueous hydrotrope solution is high compared with what is found in an aqueous micellar solution of a surfactant [8].

The most generally used hydrotropic compound for the recovery of cellulose and lignin from lignocellulosic material is sodium xylenesulphonate because it is an effective solvent. When the lignocellulosic material is extracted with approximately neutral 30%–40% (ww⁻¹) solution of sodium xylenesulphonate, the same solution can be used for six or seven times before recovered for re-use. During extraction the hydrotropic solution becomes more enriched with lignin and the solution becomes more effective as solvent for lignin. The limit for re-using the solution is reached when saturation with lignin is approached (about 350 grams per litre of solution) [2, 9].

Typically, the lignocellulosic material is treated at 150°C for 11–12 hours. After the finished extraction the pulp needs to be washed with fresh solution of hydro-tropic solution because lignin has tendency to precipitate on the fibres during washing of the pulp with water. Thereafter the pulp can be washed with water [2, 3, 10, 11]. It has been stated that the hydrotropic extraction process is not suited for softwoods [1, 12] because softwoods contain more chemically resistant guaiacyl (G) lignin in comparison with hardwoods, which contain less resistant syringyl (S) lignin. The S/G ratio among different hardwoods varies from 2:1 to 1:4 [13, 14].

The recovery of the hydrotropic solution is uncomplicated. The concentration of the solution is reduced from 30% or 40% to 10% adding water. The lignin is precipitated and can be filtered off from the solution. The filtrate then is evaporated to the original 30%–40% concentration. The recovered solution is as effective as the original one. The same solution has been used for 72 subsequent laboratory experiments with no decrease in effectiveness [9]. The accumulated impurities can be purified from the solution by adding 1 part by weight Ca(OH)₂ to 200 parts by weight of the solution. The precipitated impurities can be then filtered off from the solution [2].

The sodium xylenesulphonate solution is nonscaling and noncorrosive and free from unpleasant odour [15]. Sodium xylenesulphonate salt has low volatility with a vapour pressure of <2.0·10⁻⁵ Pa at 25°C in comparison

longo da categoria de hidrótropos mostram rápida e completa biodegradação sob condições aeróbicas, e os hidrótropos são considerados rapidamente biodegradáveis segundo critérios da OCDE [16].

O objetivo deste estudo foi o de comparar materiais de coníferas e de folhosas em processos de extração hidrotropica. Na experiência foi utilizado xilenosulfonato de sódio (SXS) como hidrotropo. Material de conífera foi também extraído utilizando apenas água destilada. Por fim, foram realizadas experiências para precipitar lignina de licores de cozimento apagados, e foram feitas análises químicas das ligninas precipitadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Matérias primas de madeira

Nas experiências foram utilizados cavacos industriais de madeira de bétula nórdica e cavacos e serragem de abeto da Noruega. Os cavacos foram selecionados por classificador de espessura Williams. As fendas das peneiras utilizadas tinham largura de 6, 4 e 2 mm, e o tempo aplicado nas classificações foi de 10 min. As frações retidas nas placas das peneiras com fendas de 2 e 4 mm foram consideradas cavacos aceitos. Casca, nós, material degradado e outras impurezas foram retirados das frações de cavacos aceitos por catação manual. Durante a classificação dos cavacos de bétula, a matéria-prima madeira que passou através das placas com fendas de 2 mm foi coletada e utilizada como finos de cavacos de bétula. Finos de cavacos de madeira são aqui definidos como a fração subdimensionada que se forma durante a picagem da madeira e que é rejeitada da fração aceita de cavacos.

ANÁLISE QUÍMICA

Pré-tratamento da madeira antes da análise química

As amostras coletadas foram moídas utilizando moinho universal de facas Fritsch “pulverisette 19”, dotado de caixa separadora (peneira) com perfuração trapezoidal de 2 mm, e todas as amostras foram liofilizadas (freeze-dried).

Conteúdo de lignina

O teor total de lignina foi determinado segundo método KCL n° 115b:82. O conteúdo de lignina incluiu a lignina gravimétrica (insolúvel em ácido sulfúrico) e a lignina solúvel. Alguma lignina se dissolve em solução ácida durante o teste e a lignina solúvel em ácido pode então ser determinada por método espectrofotométrico baseado em absorção de radiação UV a 203 nm.

Conteúdo de carboidrato

O conteúdo de hemiceluloses e de pectinas foi determi-

with water ($3.2 \cdot 10^3$ Pa at 25°C) or ethanol ($7.9 \cdot 10^3$ Pa at 25°C). Further, studies across the hydrotropes category show rapid and complete biodegradation under aerobic conditions and the hydrotropes are considered to be readily biodegradable according to OECD criteria [16].

The aim of this study was to compare softwood and hardwood material in hydrotropic extraction processes. Sodium xylenesulphonate (SXS) was used as a hydrotrope in the experiments. Softwood material was also extracted using only distilled water. Finally, experiments were made to precipitate lignin from the spent cooking liquors and chemical analyses were made for the precipitated lignins.

MATERIALS AND METHODS

Wood raw materials

Industrial Nordic birch chips and Norway spruce chips and sawdust were used in the experiments. Wood chips were screened by Williams chip thickness classifier. The slits of the applied screens were 6, 4 and 2 mm wide, and the employed screenings time was 10 min. The fractions retaining on the screen plates with 2 mm and 4 mm slits were regarded as accept chips. Bark, knots, rot and other impurities were removed by hand-picking from the accept chip fractions. While screening birch chips, the wood raw material which passed through the screen plate with 2 mm slits was collected and used as birch chip screenings. Wood chip screenings are hereby defined as undersize fraction that forms during wood chipping and it is screened out from the accept chip fraction.

CHEMICAL ANALYSIS

Pre-treatment of wood before chemical analysis

The different samples were ground using a Fritsch universal cutting mill “pulverisette 19” with a sieve cassette 2.0 mm trapezoidal perforation and all the samples were freeze dried.

Lignin content

The total lignin content was determined according to method KCL n° 115b:82. The lignin content included the gravimetric lignin (insoluble in sulphuric acid) and the soluble lignin. Some of the lignin dissolves in acid solution during the test and the acid-soluble lignin can be determined by a spectrophotometric method based on absorption of UV radiation at 203 nm.

Carbohydrate content

The amount of hemicelluloses and pectins was deter-

nado mediante metanólise ácida-GC [17] com as exceções a mencionar. O tamanho da amostra foi de 10 mg com precisão de 0,01 mg. A amostra foi neutralizada com 100 µL de piridina e foi adicionado 1 mL de solução própria padrão contendo 0.1 mg/mL⁻¹ de sorbitol. Foi evaporado 1 mL de amostra livre de fibras sob fluxo de gás de nitrogênio e a amostra seca foi dissolvida em 100 mL de piridina. A amostra foi sililada com a solução de sililação contendo 150 µL de hexametildisilazano (HMDS) e 80 µL de trimetilclorosilano (TMCS) e analisada por GC no dia seguinte. Os fatores de conversão aplicados para calcular as quantidades de polissacarídeos a partir dos dados de monossacarídeos foram 0,90 para hexoses e 0,88 para pentoses.

Extração hidrotrópica

Nas experiências de extração foi utilizado xilenosulfonato de sódio (SXS) grau técnico (ensaio ±90%) mistura de isômeros obtidos da Fluka. O solvente de extração foi preparado mediante mistura de 30 partes em peso de SXS para 70 partes em peso de água destilada. As condições da extração hidrotrópica podem ser vistas na Tabela 1.

Nas experiências foi utilizado um reator de 2,5 litros com circulação forçada, com exceção de uma experiência com finos de cavacos de bétula em que foi usado reator rotativo de 10 litros. O reator foi carregado com madeira e solução de extração. A temperatura foi aumentada de temperatura ambiente para a temperatura de extração prefixada a uma taxa de 3°Cmin⁻¹. A solução foi drenada do reator depois de feita a extração e a solução apagada da extração foi armazenada para análises adicionais. O reator foi esvaziado e a madeira extraída foi primeiramente lavada com solução de SXS a 15% peso/peso⁻¹; a seguir a madeira foi lavada com água quente, desintegrada e centrifugada. Foi então determinado o conteúdo de material seco e o rendimento da extração de madeira

mined by acid methanolysis-GC [17] with the following exceptions. The sample size was 10 mg with 0.01 mg accuracy. The sample was neutralised with 100 µL pyridine and 1 mL of internal standard solution containing 0.1 mg/mL⁻¹ sorbitol was added. 1 mL of fibre-free sample was evaporated under nitrogen gas flow and the dried sample was dissolved in 100 µL pyridine. The sample was silylated with a silylation solution containing 150 µL hexamethyldisilazane (HMDS) and 80 µL trimethylchlorosilane (TMCS) and analysed with GC the following day. The conversion factors applied to calculate the amounts of polysaccharides from the monosaccharide data were 0.90 for hexoses and 0.88 for pentoses.

Hydrotropic extraction

Technical grade (assay ≥ 90%) sodium xylene-sulphonate (SXS) mixture of isomers from Fluka was used in the extraction experiments. The extraction solvent was prepared by mixing 30 parts by weight SXS to 70 parts by weight distilled water. The hydrotropic extraction conditions can be seen in Table 1.

2.5 litre forced circulation reactor was used in the experiments, excluding one experiment with birch chip screening where 10 litre revolving reactor was used. Reactor was filled with wood and extraction solution. The temperature was increased from ambient temperature to targeted extraction temperature using a constant rate at 3°Cmin⁻¹. The solution was drained from the reactor after the performed extraction and the spent extraction solution was stored for further analysis. The reactor was discharged and the extracted wood was first washed with 15% (ww⁻¹) SXS solution. Then the wood was washed with hot water, disintegrated and centrifuged. After centrifuging, the extracted wood was again washed with hot water and centrifuged. Dry matter content and extraction yield of the wood was then determined.

Tabela 1. Condições da extração hidrotrópica. SC: cavacos de abeto, SSD: serragem de abeto, BC: cavacos de bétula, BCS: finos de cavacos de bétula / Table 1. Hydrotropic extraction conditions. SC: spruce chips, SSD: spruce sawdust, BC: birch chips, BCS: birch chip screenings

Matérias-primas de madeira <i>Wood raw material</i>	SXS (% _{w/w})	Relação licor/madeira <i>Liquor to wood ratio</i>	Rampa (°Cmin ⁻¹) <i>Ramp (°Cmin⁻¹)</i>	Temperature (°C) <i>Temperature (°C)</i>	Tempo na temperatura (h) <i>Time at temperature (h)</i>
SC	30	7.5:1	3	150	12
SSD	30	7.5:1	3	150	12
SSD°	0	7.5:1	3	150	12
BC	30	7.5:1	3	150	12
BCS	30	7.5:1	3	150	12
BCS*	30	7.5:1	3	150	12

SSD°: utilizado somente água destilada nesta experiência; BCS*: utilizado reator rotativo de 10 litros nesta experiência
 SSD°: only distilled water used in the experiment; BCS*: 10 litre revolving reactor was used in this experiment

Separação da lignina e recuperação da solução hidrotrópica

Foi retirada uma alíquota de licor de extração apagado (3 mL ou 1 mL) da experiência com cavacos de abeto e misturada com 6 mL ou 10 mL de água destilada ou solução de NaCl 0,1 M. A taxa de diluição foi, portanto, 3:6 e 1:10. A amostra foi centrifugada durante 15 minutos e o líquido foi decantado. O precipitado foi então lavado com 10 mL de solução de NaCl 0,1 M, centrifugado durante 15 minutos e o líquido resultante decantado. Isso foi repetido mais uma vez e o precipitado foi então liofilizado (freeze-dried). Ver Tabela 2.

Foi também produzida outra série de experiências de precipitação para os ensaios referentes a todos os materiais estudados com SXS, como ilustrado na Tabela 3. A lavagem dos precipitados foi feita conforme já referido acima.

O teor de carboidrato nos precipitados foi analisado mediante metanólise ácida-GC, como descrito na seção anterior deste trabalho [17]. Os espectros FT-IR das amostras de lignina precipitada e lavada foram medidos com uso de aparelho Perkin-Elmer Paragon 100 FT-IR.

Isolation of lignin and recovery of hydrotropic solution

An aliquot of spent extraction liquor (3 mL or 1 mL) was taken from the experiment with spruce chips and mixed with 6 mL or 10 mL of distilled water or 0.1 M NaCl solution. The dilution ratio was thus 3:6 and 1:10. The mixture was centrifuged for 15 min and the liquid was decanted. The precipitate was then washed with 10 mL 0.1 M NaCl solution, centrifuged for 15 min and the liquid was decanted. This repeated once more and the precipitate was thereafter freeze-dried. See Table 2.

Another set of precipitating experiment were also done for the experiments with all the studied materials with SXS, as illustrated in Table 3. Washing of the precipitates was done as mentioned above.

The carbohydrate content in the precipitates was analysed by acid methanolysis-GC described in the earlier section of the paper [17]. The FT-IR spectra of the precipitated and washed lignin samples were measured using a Perkin-Elmer Paragon 100 FT-IR

Tabela 2. Processo de precipitação da lignina da solução de extração apagada (cavacos de abeto da Noruega) / *Table 2. Precipitation process of lignin from the spent extraction solution (Norway spruce chips)*

Solução de extração apagada <i>Spent extraction solution</i>	Precipitação <i>Precipitation</i>	1ª lavagem <i>1st washing</i>	2ª lavagem <i>2nd washing</i>
3 ou 1 mL <i>3 or 1 mL</i>	6 ou 10 mL 0,1 M NaCl - 60°C, 1 h <i>6 or 10 mL 0,1 M NaCl - 60°C, 1h</i>	10 mL 0.1 M NaCl 60 °C, 1 h	10 mL 0.1 M NaCl 60 °C, 1 h
3 ou 1 mL <i>3 or 1 mL</i>	6 ou 10 mL água destilada - 60°C, 1 h <i>6 or 10 mL distilled water - 60°C, 1 h</i>	10 mL 0.1 M NaCl 60 °C, 1 h	10 mL 0.1 M NaCl 60 °C, 1 h
3 ou 1 mL <i>3 or 1 mL</i>	6 ou 10 mL 0,1 M NaCl - 5°C, 1 h <i>6 or 10 mL 0.1 M NaCl - 5°C, 1 h</i>	10 mL 0.1 M NaCl 5 °C, 1 h	10 mL 0.1 M NaCl 5 °C, 1 h
3 ou 1 mL <i>3 or 1 mL</i>	6 ou 10 mL água destilada - 5°C, 1 h <i>6 or 10 mL distilled water - 5°C, 1 h</i>	10 mL 0.1 M NaCl 5 °C, 1 h	10 mL 0.1 M NaCl 5 °C, 1 h

Tabela 3. Processo de precipitação da lignina da solução de extração apagada (todos os materiais madeira) / *Table 3. Precipitation process of lignin from the spent extraction solutions (all wood materials)*

Solução de extração apagada <i>Spent extraction solution</i>	Precipitação <i>Precipitation</i>	1ª lavagem <i>1st washing</i>	2ª lavagem <i>2nd washing</i>
1 mL	10 mL 0.1 M NaCl 60 °C, 1 h	10 mL 0.1 M NaCl 60 °C, 1 h	10 mL 0.1 M NaCl 60 °C, 1 h
1 mL	10 mL água destil. / <i>10 mL distilled water</i> 60 °C, 1 h	10 mL 0.1 M NaCl 60 °C, 1 h	10 mL 0.1 M NaCl 60 °C, 1 h
1 mL	10 mL 0.1 M NaCl 5 °C, 1 h	10 mL 0.1 M NaCl 5 °C, 1 h	10 mL 0.1 M NaCl 5 °C, 1 h
1 mL	10 mL água destil. / <i>10 mL distilled water</i> 5 °C, 1 h	10 mL 0.1 M NaCl 5 °C, 1 h	10 mL 0.1 M NaCl 5 °C, 1 h

Aproximadamente 1% a 3% em peso da amostra analisada foi cuidadosamente moída com brometo de potássio (KBr) e prensada em pellets. Para efeito de referência foi usado um pellet de KBr puro. A faixa de escaneamento variou de 2300-500 cm⁻¹ e a resolução foi 1 cm⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi extraído até 70,1% de lignina dos cavacos de bétula nórdica por meio de solução de xilenosulfonato de sódio. Ver Tabela 4. Inesperadamente, a extração de lignina de finos de cavacos de bétula nórdica não foi tão eficiente como o foi para os cavacos dessa madeira. Finos industriais de cavacos de bétula nórdica haviam sido fracionados e determinado o conteúdo de casca das frações representativas dos diversos tamanhos de finos. Foi constatado que os finos de cavacos de bétula estavam contaminados com casca. O conteúdo de casca era alto nas frações correspondentes aos tamanhos menores e aumentava substancialmente com o diminuir do tamanho da partícula, de 10% até 56% [18]. Isso pode explicar o menor rendimento em extração de lignina porque há mais unidades guaiacil na casca da bétula do que em sua madeira [19].

A diferença em extração de lignina entre cavacos de abeto da Noruega e de bétula nórdica pode ser explicada por uma combinação de química da lignina e de topoquímica. Há diferenças qualitativas e quantitativas na distribuição da lignina. As coníferas possuem fibra com lamela média altamente lignificada contendo, principalmente, lignina guaiacil e uma parede secundária menos lignificada com lignina guaiacil. A distribuição da lignina na parede secundária e lamela média das fibras de folhosa é semelhante àquela das fibras de conífera, mas a parede secundária é menos lignificada e contém uma mistura de ligninas guaiacil e siringil [20]. A lignina de folhosas possui maior teor de metoxila, é

apparatus. Approximately 1% to 3% by weight of the analysed sample was ground thoroughly with KBr and pressed into a pellet. For a reference background, a pure KBr pellet was used. The scanning range varied from 2300–500 cm⁻¹ and the resolution was 1 cm⁻¹.

RESULTS AND DISCUSSION

Up to 70.1% of lignin was extracted from Nordic birch chips by sodium xylenesulphonate solution. See Table 4. Unexpectedly, the extraction of lignin was not as efficient with Nordic birch chip screenings as with Nordic birch chips. Industrial Nordic birch chip screenings had been fractionated and the bark content of the different size fractions was determined. It was found that the birch chip screenings were contaminated with bark. The bark content was high in the smallest size fractions and increased substantially with decreasing particle size, from 10% up to 56% [18]. This may explain the lower lignin extraction yield because there are more guaiacyl units in birch bark as compared to the birch wood [19].

The difference in the extraction of lignin between Norway spruce and Nordic birch chips may be explained by a combination of lignin chemistry and topochemistry. There are qualitative and quantitative differences in lignin distribution. Softwoods have highly lignified middle lamella containing mainly guaiacyl lignin and less lignified secondary wall containing guaiacyl lignin. The distribution of lignin in secondary wall and middle lamella of hardwood fibres is similar to that in softwood fibres, but the secondary wall is less lignified and it contains a mixture of guaiacyl and syringyl lignins

Tabela 4. Rendimento de madeira após extração e rendimento da extração de lignina das diferentes matérias primas / Table 4. Wood yield after extraction and lignin extraction yield of the different raw materials

Matérias-primas de madeira <i>Wood raw material</i>	Rendimento de madeira após extração - (%) <i>Wood yield after extraction (%)</i>	Rendimento da extração de lignina - % <i>Lignin extraction yield (%)</i>
Cavacos de abeto da Noruega <i>Norway spruce chips</i>	68.8	20.0 ± 1.2
Serragem de abeto da Noruega <i>Norway spruce sawdust</i>	51.9	38.3 ± 1.7
Serragem de abeto da Noruega ^o <i>Norway spruce sawdust^o</i>	76.2	5.5 ± 2.4
Cavacos de bétula nórdica <i>Nordic birch chips</i>	54.4	70.1 ± 7.2
Finos de cavacos de bétula nórdica <i>Nordic birch chip screenings</i>	62.3	46.9 ± 5.9
Finos de cavacos de bétula nórdica* <i>Nordic birch chip screenings*</i>	57.8	42.0 ± 5.3

Serragem de abeto da Noruega^o: usado somente água destilada nesta experiência; finos de cavacos de bétula nórdica*: utilizado reator rotativo de 10 litros nesta experiência / *Norway spruce sawdust^o: only distilled water used in the experiment; Nordic birch chip screenings*: 10 litre revolving reactor used in the experiment*

menos condensada e mais propensa a degradação química do que a lignina de conífera [21]. Por exemplo, em estudo anterior, acidólise em madeira de bétula tem produzido mais monômeros fenólicos do que madeira de abeto [22]. Em outro estudo foi constatado que o teor de lignina solúvel em ácido era mais alto em madeira rica em lignina siringil do que em madeira rica em lignina guaiacil [23].

A extração da lignina foi mais eficiente em serragem de abeto da Noruega do que em cavacos da mesma madeira. Tanto cavacos como serragem de abeto da Noruega contêm, principalmente, lignina guaiacil e a estrutura da lignina isoladamente não pode, portanto, explicar a diferença no grau de extração de lignina. Acredita-se que moléculas de SXS hidrotópico adsorvam na parede da célula e desorganizem a sua estrutura. Com isso, moléculas de SXS e de água penetram na parede da célula, acessam a lignina e a solubilizam [24]. A estrutura capilar da madeira desempenha uma função importante. Embora a madeira de folhosa seja mais densa do que a de conífera, resulta penetrada mais facilmente porque contém elementos de vasos, dotados de grande diâmetro. A penetração em folhosa é muito pequena transversalmente ao grão da madeira porque as membranas das pontuações (*pits* - perfurações) das fibras não são muito porosas, o que retarda a penetração do licor nas células próximas [25, 26]. A madeira de conífera não contém elementos de vasos e a penetração acontece, por isso, principalmente de lúmen para lúmen através das pontuações porosas. Em conífera, canais de resina e raios também conduzem líquidos [27]. Nas coníferas a penetração em lenho tardio é mais fácil do que em lenho inicial, o que é devido à aspiração das pontuações (*pits*). Contudo, folhosas mostram pequena diferença em penetração entre lenho tardio e lenho inicial porque as pontuações não podem ser aspiradas [28]. A aspiração das pontuações usualmente acontece quando o alburno é convertido em cerne ou quando a madeira seca. Em coníferas, o tálamo veda uma das aberturas da pontuação e, com isso, impede a passagem através da pontuação [29]. A aspiração da pontuação na serragem do abeto da Noruega não tem efeito significativo na penetração. As partículas de serragem são pequenas e contêm, em consequência, mais fibras quebradas e superfícies por onde a solução de extração pode penetrar a matriz da madeira.

O rendimento da extração hidrotópica em madeira variou de 51,9% a 68,8%, como pode ser visto na Tabela 4. No caso de abeto da Noruega a serragem produziu madeira com menos rendimento do que os cavacos. Isso é devido ao tamanho da partícula da serragem, que é menor do que a partícula do cavaco. Além disso, o tamanho da partícula de serragem não é uniforme e a distribuição é usualmente concentrada nas frações de tamanho menor [30, 35]. As pequenas partículas de madeira na serragem são, portanto, mais propensas a degradação química do que os cavacos, maiores. Quando da comparação de experiências de extração hidrotópica entre cavacos de bétula nórdica e finos de cavacos de bétula nórdica era esperado um rendimento de

[20]. *Hardwood lignin contains a higher methoxyl content, is less condensed and is more prone to chemical degradation than softwood lignin [21]. For example, in a previous study, acidolysis of birch wood has yielded more phenolic monomers than spruce wood [22]. In another study it was found that acid-soluble lignin content was higher with syringyl lignin rich wood than with guaiacyl lignin rich wood [23].*

The extraction of lignin was more efficient with Norway spruce sawdust than with Norway spruce chips. Both Norway spruce chips and sawdust contain mainly guaiacyl lignin and, therefore, the lignin structure cannot solely explain the difference in the degree of lignin extraction. It is believed that hydrotropic SXS molecules adsorb on the cell wall and disorganise its structure. Thereafter, SXS and water molecules penetrate the cell wall and access the lignin and solubilise it [24]. The capillary structure of wood plays an important role. Although hardwood is denser than softwood, it is easier to penetrate because it contains vessel elements which have a large diameter. The penetration in hardwood is very small across the grain because its pit membranes are not very porous, which retards the introduction of liquor into neighbouring cells [25, 26]. Softwoods do not contain vessel elements, and hence the penetration occurs mainly from lumen to lumen via the porous pits. Also, the resin canals and rays conduct liquids in softwood [27]. Penetration in softwood latewood is easier than in earlywood, which is due to pit aspiration. However, hardwoods show small difference in penetration between latewood and earlywood because the pits cannot be aspirated [28]. Pit aspiration usually occurs when sapwood is transformed into heartwood or when wood dries. In softwoods, the torus seals one of the pit apertures and, therefore, blocks the passage through the pit [29]. The pit aspiration in Norway spruce sawdust does not have significant effect on penetration. The sawdust particles are small and, therefore, it contains more broken fibres and surfaces where the extraction solution can penetrate the wood matrix.

The hydrotropic extraction yield on wood varied from 51.9% to 68.8%, as can be seen in Table 4. In case of Norway spruce, sawdust produced wood with lower yield compared with chips. This is due to the particle size of sawdust, which is smaller than particle size of chips. In addition, the particle size of sawdust is not uniform and the distribution is usually concentrated to the smallest size fractions [30-35]. The fine wood particles in sawdust are therefore more prone to chemical degradation than larger chips. While comparing hydrotropic extraction experiments between Nordic birch chips and Nordic birch chip screenings, a lower extraction yield on wood with the chip screenings was expected. The reason was

extração menor na madeira com os finos de cavacos. A razão foi explicada anteriormente, ou seja, finos de cavacos de bétula estavam contaminados com forte quantidade de casca, que contém mais lignina guaiacil. Ainda, há componentes não extraíveis na casca, por exemplo, polissacarídeos (celulose, hemiceluloses e substâncias pécicas), polímeros fenólicos (lignina e taninos de alto peso molecular) e polímeros de ligação cruzada (suberina e cutina) [36, 37]. O rendimento da extração em serragem de abeto da Noruega, utilizando neste experimento somente água destilada, foi de somente 76,2%.

Foi determinada a composição química dos materiais de madeira não-tratados e extraídos, e os resultados são apresentados na Tabela 5.

Experiências de extração com solução de xilenosulfonato de sódio mostraram remoção quase completa de hemiceluloses e pectinas em todos os materiais de madeira estudados. Foi observado fenômeno semelhante com serragem de abeto da Noruega com uso de somente água destilada no experimento,

explained earlier, i.e., birch chip screenings were contaminated with substantial amount of bark containing more guaiacyl lignin. Also, there are non-extractable components in the bark, e.g., polysaccharides (cellulose, hemicelluloses and pectic substances), phenolic polymers (lignin and high-molecular tannins) and cross-linked polymers (suberin and cutin) [36, 37]. The extraction yield of Norway spruce sawdust, using exclusively distilled water in the experiment, was only 76.2%.

The chemical composition of the untreated and extracted wood materials was determined, and the results are presented in Table 5.

Extraction experiments with sodium xylenesulphonate solution showed almost complete removal of hemicelluloses and pectins in all the studied wood materials. A similar phenomenon was observed with Norway spruce sawdust using only distilled water in the experiment, as seen in Table 5. There is a strong possibility

Tabela 5. Composição química de materiais de madeira não-extraídos e extraídos. Ara: arabinose, Rha: ramnose, Xyl: xilose, GlcA: ácido glucurônico, GalA: ácido galactourônico, 4-O-Me-GlcA: ácido 4-O-metil glucurônico, Man: manose, Gal: galactose, Glc: glucose

Table 5. Chemical composition of unextracted and extracted wood materials. Ara: arabinose, Rha: rhamnose, Xyl: xylose, GlcA: glucuronic acid, GalA: galacturonic acid, 4-O-Me-GlcA: 4-O-methyl glucuronic acid, Man: manose, Gal: galactose, Glc: glucose

	Ara	Rha	Xyl	GlcA	GalA	4-O-Me-GlcA (mg/g ⁻¹)	Man	Gal	Glc	Lignina Lignin
ABETO / SPRUCE										
Cavacos / Chips	10.1	2.0	41.2	0.7	12.5	11.1	92.8	23.7	29.2	269.4
Serragem / Sawdust	10.5	2.0	42.4	0.8	12.9	11.6	91.6	18.5	27.5	272.4
Cavacos 30% SXS / Chips 30% SXS	0.4	0.0	12.9	0.2	0.5	0.9	18.9	1.5	23.3	215.7
Serragem 30% SXS Sawdust 30% SXS	0.5	0.0	8.7	0.1	0.3	0.7	11.3	0.9	13.3	168.1
Serragem Água destilada Sawdust distilled water	0.6	0.1	12.6	0.3	1.5	0.3	15.3	2.3	12.6	257.4
BÉTULA / BIRCH										
Cavacos / Chips	5.5	6.4	263.2	3.8	20.3	11.4	10.1	11.4	16.1	259.1
Finos de cavacos Chip screenings	8.9	2.5	84.7	3.7	11.0	9.4	52.1	17.5	21.0	262.4
Cavacos 30% SXS Chips 30% SXS	0.5	0.0	29.7	0.2	0.4	1.3	3.1	0.4	11.9	77.4
Finos de cavacos 30% SXS Chip screenings 30% SXS	1.0	0.0	30.1	0.2	0.7	1.0	12.5	1.4	15.0	139.4
Finos de cavacos* 30% SXS Chip screenings* 30% SXS	0.6	0.0	17.8	0.4	0.3	0.4	6.0	0.7	10.5	152.2

Finos de cavacos*: reator rotativo de 10 litros / Chip screenings*: 10 litre revolving reactor

como é visto na Tabela 5. Há forte possibilidade de que hemiceluloses e pectinas sejam removidas devido a auto-hidrólise. Auto-hidrólise de madeira com água a altas temperaturas e pressões é catalisada pelos ácidos orgânicos formados dos componentes da madeira durante a hidrólise [38]. Hemiceluloses são hidrolisadas pelos ácidos orgânicos, principalmente ácido acético derivado dos polissacarídeos acetilados existentes na madeira [39]. Abeto tem glucomanas e galactoglucomanas parcialmente acetiladas [21]. A manopirranose é acetilada com grau de acetilação de 0,28-0,37 [40]. Em consequência, alta temperatura e longo tempo de extração conduzirão a um valor de pH mais baixo, que causa deacetilação das glucomanas e galactoglucomanas da madeira de conífera, e hidrólise ácida das hemiceluloses do abeto [41].

Quando foi extraído abeto da Noruega usando água destilada, a remoção de lignina foi substancialmente menor em comparação com a da solução de xilenosulfonato de sódio. A auto-hidrólise remove alguma quantidade de lignina, mas os resultados da Tabela 5 mostram claramente que a extração de lignina com solução de SXS foi significativa.

Separação da lignina e recuperação da solução hidrotópica

A lignina foi precipitada da solução de extração apagada obtida na experiência de extração hidrotópica com cavacos de abeto da Noruega e a quantidade de lignina foi determinada gravimetricamente. A quantidade de lignina variou de 5,3 gL⁻¹ a 5,8gL⁻¹ quando a precipitação foi realizada com utilização de três partes de solução de extração apagada e seis partes de água destilada ou solução de NaCl 0,1 M, como visto na Figura 2. Quando foi utilizada maior quantidade de solução para a precipitação ocorreu, como resultado, mais lignina precipitada, até 25,2%-39,2%. É possível que a solução de xilenosulfonato de sódio fosse suficientemente concentrada para associar com algumas frações de lignina quando utilizada menor quantidade de líquido precipitado.

Experiências de precipitação de lignina foram também feitas com todas as soluções de extração apagadas aplicando uma parte de solução de extração apagada hidrotópica e 10 partes de água destilada ou solução de NaCl 0,1 M. A quantidade de lignina precipitada variou de 6,9 gL⁻¹ (cavacos de abeto da Noruega) a 24,3 gL⁻¹ (cavacos de bétula nórdica), como ilustrado na Figura 3. A quantidade de lignina precipitada tem boa correlação com a quantidade de lignina extraída. Ver Tabela 4.

Foi determinado o conteúdo de carboidrato nas várias amostras de lignina precipitada e os resultados são apresentados na Tabela 6. Algumas amostras de lignina continham quantidade muito pequena de carboidratos, abaixo de 10 mg/g⁻¹.

Para todas as amostras de lignina e para o SXS foi medida a absorvância FT-IR. Na Figura 4 são apresentados somente os espectros de lignina precipitada com solução NaCl 0,1 M

that the hemicelluloses and pectins are removed due to autohydrolysis. Autohydrolysis of wood with water at high temperatures and pressures is catalysed by the organic acids formed from the wood components during the hydrolysis [38]. Hemicelluloses are hydrolysed by the organic acids, mainly acetic acid derived from the acetylated polysaccharides present in wood [39]. Spruce has partly acetylated glucomannans and galactoglucomannans [21]. The mannopyranose is acetylated with a degree of acetylation of 0.28–0.37 [40]. As a result, high temperature and long extraction time will lead to lower pH level, which causes deacetylation of softwood glucomannans and galactoglucomannans, and acid hydrolysis of spruce hemicelluloses [41].

When Norway spruce was extracted using distilled water, the lignin removal was substantially lower compared with sodium xylenesulphonate solution. Autohydrolysis removes some part of lignin, but results in Table 5 show clearly that the lignin extraction was significant with SXS solution.

Isolation of lignin and recovery of hydrotropic solution

Lignin was precipitated from the spent extraction solution obtained from the hydrotropic extraction experiment with Norway spruce chips and the amount of lignin was determined gravimetrically. The amount of lignin varied from 5.3 gL⁻¹ to 5.8 gL⁻¹ when the precipitation was carried out by using three parts of spent extraction solution and six parts of distilled water or 0.1 M NaCl solution, as seen in Figure 2. When higher amount of solution was used for precipitation more lignin was able to be precipitated, up to 25.2%–39.2%. It is possible that the sodium xylenesulphonate solution was concentrated enough to associate with some parts of lignin when using smaller amount of precipitation liquid.

Lignin precipitation experiments were also carried out with all spent extraction solutions using one part of spent hydrotropic extraction solution and ten parts of distilled water or 0.1 M NaCl solution. The amount of precipitated lignin varied from 6.9 gL⁻¹ (Norway spruce chips) to 24.3 gL⁻¹ (Nordic birch chips), as illustrated in Figure 3. The amount of precipitated lignin correlated well with the amount of extracted lignin. See Table 4.

The carbohydrate content in different precipitated lignin samples was determined and the results are presented in Table 6. Different lignin samples contained very small amount of carbohydrates, less than 10 mg/g⁻¹.

FT-IR absorbance was measured for each lignin samples and for SXS. Only the spectra of lignin samples precipitated by 0.1 M NaCl solution at 60 °C are presented

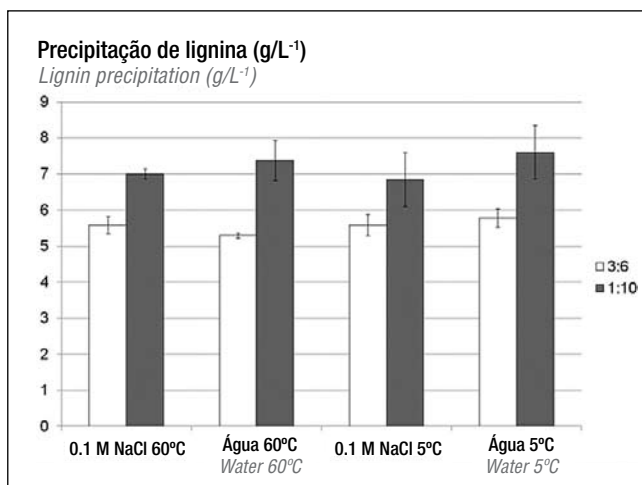


Figura 2. Precipitação de lignina de solução de extração hidrotrópica apagada (cavacos de abeto da Noruega). A relação de diluição 3:6 refere-se a 3 mL de solução de extração apagada misturada com 6 mL de água destilada; relação de diluição de 1:10 refere-se a 1 mL de solução de extração apagada misturada com 10 mL de água destilada / **Figure 2.** Lignin precipitation from spent hydrotropic extraction solution (Norway spruce chips). Dilution ratio 3:6 refers to 3 mL spent extraction solution mixed with 6 mL distilled water; dilution ratio 1:10 refers to 1 mL spent extraction solution mixed with 10 mL distilled water

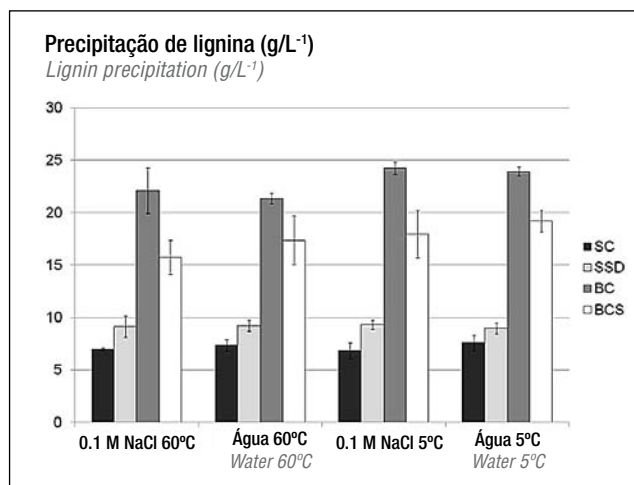


Figura 3. Lignina precipitada de solução de extração apagada hidrotrópica. SC: cavacos de abeto, SSD: serragem de abeto, BC: cavacos de bétula, BCS: finos de cavacos de bétula

Figure 3. Lignin precipitation from spent hydrotropic extraction solution. SC: spruce chips, SSD: spruce sawdust, BC: birch chips, BCS: birch chip screenings

Tabela 6. Composição de carboidratos das diversas amostras de lignina precipitada / **Table 6.** Carbohydrate composition of different precipitated lignin samples

	Ara	Rha	Xyl	GlcA	GalA	4-O-Me-GlcA (mg/g ⁻¹)	Man	Gal	Glc	Total
Cavacos de abeto / Spruce chips										
0.1 M NaCl 60 °C	1.0	0.0	0.6	0.2	0.4	0.0	3.5	1.0	1.3	8.2
Água 60 °C / Water 60 °C	0.7	0.0	0.5	0.2	0.5	0.0	3.2	1.1	1.2	7.4
0.1 M NaCl 5 °C	0.3	0.2	0.5	0.4	0.4	0.0	2.4	0.8	0.9	5.8
Água 5 °C / Water 5 °C	0.6	0.0	0.5	0.4	0.6	0.0	3.4	1.1	1.6	8.2
Serragem de abeto / Spruce sawdust										
0.1 M NaCl 60 °C	0.8	0.0	0.4	0.1	0.1	0.0	2.3	0.8	0.8	5.2
Água 60 °C / Water 60 °C	1.3	0.1	0.4	0.2	0.3	0.0	2.3	0.7	0.8	6.1
0.1 M NaCl 5 °C	1.4	0.1	0.6	0.3	0.8	0.0	3.0	1.0	1.1	8.3
Água 5 °C / Water 5 °C	1.4	0.1	0.4	0.3	1.0	0.0	2.8	1.0	1.0	8.0
Cavacos de bétula / Birch chips										
0.1 M NaCl 60 °C	0.6	0.1	1.2	0.1	0.8	0.0	0.8	0.9	0.4	4.9
Água 60 °C / Water 60 °C	0.6	0.1	1.6	0.1	0.9	0.0	0.6	0.7	0.4	4.9
0.1 M NaCl 5 °C	0.5	0.1	1.5	0.3	1.0	0.0	0.4	0.7	0.4	4.9
Água 5 °C / Water 5 °C	0.5	0.1	1.3	0.1	0.9	0.0	0.4	0.5	0.3	4.2
Finos de cavacos de bétula / Birch chip screenings										
0.1 M NaCl 60 °C	0.8	0.1	1.1	0.3	1.0	0.0	1.9	0.8	0.7	6.7
Água 60 °C / Water 60 °C	0.7	0.1	0.9	0.2	0.8	0.0	1.5	0.7	0.6	5.5
0.1 M NaCl 5 °C	0.7	0.1	1.0	0.2	1.2	0.0	1.7	0.7	0.8	6.3
Água 5 °C / Water 5 °C	0.8	0.1	1.2	0.3	0.9	0.0	1.8	0.7	0.8	6.6

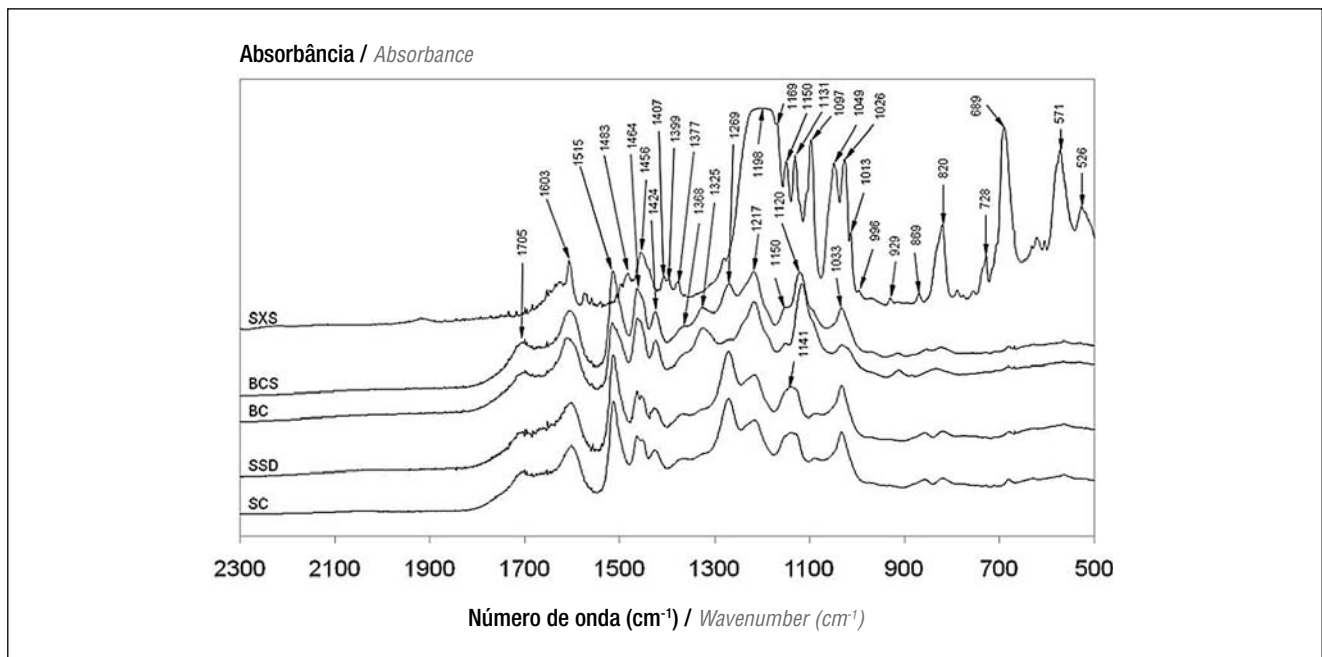


Figura 4. Espectros de absorvância FT-IR de amostras de lignina precipitada e de xilenosulfonato de sódio. Espectros de SXS: xilenosulfonato de sódio, BCS: finos de cavacos de bétula nórdica, BC: cavacos de bétula nórdica, SSD: serragem de abeto da Noruega, SC: cavacos de abeto da Noruega / *Figure 4.* FT-IR absorbance spectra of precipitated lignin samples and sodium xylenesulphonate. Spectra of SXS: sodium xylenesulphonate, BCS: Nordic birch chip screenings, BC: Nordic birch chips, SSD: Norway spruce sawdust, SC: Norway spruce chips

a 60°C. Foram encontradas bandas associadas com lignina em 1705, 1603, 1515, 1464, 1456, 1424, 1368, 1325, 1269, 1217, 1150, 1141, 1120 e 1033 cm^{-1} [42-44]. Foram encontradas bandas de absorvância de compostos de enxofre no SXS em 1407, 1399, 1377, 1198, 1169, 1150, 1131, 1097, 1049 e 820, 689 e 571 cm^{-1} [45- 47]. As bandas típicas do sulfonato não foram encontradas nos diferentes espectros da lignina, e foi concluído que as amostras de lignina não contêm xilenosulfonato de sódio depois da precipitação e lavagem.

As diferentes amostras de lignina continham quantidade muito pequena de carboidratos e não havia resíduos químicos da extração hidrotópica. Resulta, então, que as amostras de lignina precipitada e lavada estão prontas para uso como matéria-prima para produção de químicos, de combustíveis e outros produtos.

CONCLUSÕES

Dependendo do tipo de madeira, com xilenosulfonato de sódio foi possível extrair de 20% a 70% de lignina de diferentes espécies de folhosas e coníferas. A estrutura da lignina, isoladamente, não explica o grau de deslignificação, mas a topoquímica da lignina e a estrutura capilar da madeira também tiveram efeito importante. Foi constatado que a serragem de abeto da Noruega contendo mais lignina guaiacil quimicamente resistente podia ser extraída mais extensivamente do que cavacos de abeto da Noruega. Hemiceluloses e pectinas foram removidas praticamente por completo de

in Figure 4. Bands associated with lignin were found at 1705, 1603, 1515, 1464, 1456, 1424, 1368, 1325, 1269, 1217, 1150, 1141, 1120 and 1033 cm^{-1} [42-44]. Absorption bands of sulphur compounds in SXS were found at 1407, 1399, 1377, 1198, 1169, 1150, 1131, 1097, 1049 and 820, 689 and 571 cm^{-1} [45- 47]. The typical sulphonate bands were not found in the different lignin spectra, and it was concluded that the lignin samples did not contain sodium xylenesulphonate after precipitating and washing.


The different lignin samples contained very small amount of carbohydrates and no hydrotropic extraction chemical residuals. Hence, the precipitated and washed lignin samples are ready to use as raw materials for production of chemicals, fuels and other products.

CONCLUSIONS

Sodium xylenesulphonate was able to extract lignin from different hardwood and softwood samples from 20% up to 70% depending of the type of wood. The lignin structure did not alone explain the degree of delignification, but topochemistry of lignin and the capillary structure of wood had also a significant effect. Consequently, Norway spruce sawdust containing more chemically resist guaiacyl lignin was able to be extracted more extensively than Norway spruce chips. Hemicelluloses and pectins were removed almost en-


todas as matérias-primas de madeira estudadas devido a auto-hidrólise. Temperatura e agente de precipitação não têm efeito importante na quantidade de lignina precipitada. As várias amostras de lignina continham apenas pequenas quantidades de carboidratos e não foi encontrado nenhum traço de xilenosulfonato de sódio depois dos processos de precipitação e lavagem. A fração de lignina pode, portanto, ser utilizada no estado para aplicações industriais. Nós afirmamos que cozimento hidrotrópico de madeira utilizando solução de xilenosulfonato de sódio é alternativa atraente para a extração de lignina de biomassa lignocelulósica, pois que o xilenosulfonato de sódio não é incrustante nem corrosivo, e também isento de maus odores. O SXS é de baixa volatilidade em comparação a outros solventes utilizados em processos de cozimento *organosolv*. Além disso, o SXS é um químico de cozimento biodegradável.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa Doutoral Internacional em Ciência e Tecnologia de Celulose e Papel (PaPSaT) e à Fundação Finlandesa para a Promoção da Tecnologia pelo suporte financeiro. 

tirely from all the studied wood raw materials due to autohydrolysis. Temperature and precipitation medium did not have major effect of the amount precipitated lignin. The different lignin samples contained only small amounts of carbohydrates and no traces of sodium xylenesulphonate were found after precipitating and washing processes. The lignin fraction can, thus, be used for industrial applications as such. We suggest that hydrotropic cooking of wood using sodium xylenesulphonate solution is an attractive alternative for lignin extraction of lignocellulosic biomass, because sodium xylenesulphonate is non-scaling and noncorrosive, and free from unpleasant odour. SXS has low volatility compared to other solvents used in organosolv cooking methods. In addition, SXS is biodegradable cooking chemical.

ACKNOWLEDGEMENTS

International Doctoral Programme in Pulp and Paper Science and Technology (PAPSAT) and the Finnish Foundation for Technology Promotion are acknowledged for financial support. 

REFERÊNCIAS / REFERENCES

1. Andelin, J. and others; *Technologies for Reducing Dioxin in the Manufacture of Bleached Wood Pulp*. Background Paper [OTA-BP-O-54], U.S. Congress, Office of Technology Assessment: Washington DC, 1989.
2. McKee, R.H. *Recovery of Cellulose and Lignin from Wood*. U.S. Patent 2,308,564, 1943.
3. Traynard, A.R. (1955): *Hydrotropic Pulping of a Tropical Wood*. Tappi 38 (9) 149A–150A
4. Varade, D.; Bahadur, P. (2004): *Effect of Hydrotropes on an Aqueous Solution Behaviour of Surfactants*. J. Surfact. Deterg. 7 (3) 257–261
5. Balasubramanian, D.; Srinivas, V.; Gaikar, V.G.; Sharma, M.M. (1989): *Aggregation Behavior of Hydrotropic Compounds in Aqueous Solution*. J. Phys. Chem. 93 (9) 3865–3870
6. Hodgdon, T.K.; Kaler, E.W. (2007): *Hydrotropic solutions*. Curr. Opin. Colloid Interface Sci. 12 (3) 121–128
7. Srinivas, V.; Rodley, G.A.; Ravikumar, K.; Robinson, W.T.; Turnbull, M.M.; Balasubramanian, D. (1997): *Molecular Organization in Hydrotrope Assemblies*. Langmuir 13 (12) 3235–3239
8. Friberg, S.E., Brancewicz, C. *In Liquid Detergents - Surfactant Science Series*; Lai, K.-Y., ed; Marcel Dekker: New York NY, USA, 1997; Vol 67, ch 2.
9. McKee, R.H. (1946): *Use of Hydrotropic Solutions in Industry*. Ind. Eng. Chem. 38 (4) 382–384
10. Traynard, Ph.; Eymery, A. (1955): *Delignification des Vegetaux par les Solutions hydrotropiques*, I - Mecanisme dela delignification. Holzforschung 9 (6) 172–177
11. Gordon, O.W., Plattner, E., Doppenberg, F. *Production of Pulp by the Soda-Anthraquinone Process (SAP) with Recovery of the Cooking Chemicals*. U.S. Patent 5,595,628, 1997.
12. Häggglund, E.; *Chemistry of Wood*, Academic Press Inc. Publishers: New York, 1951.
13. Adler, E. (1977): *Lignin Structure – Past, Present and Future*. Wood. Sci. Technol. 11 (3) 169–218
14. Parham, R.A. *In Pulp and Paper Manufacture – Properties of Fibrous Raw Materials and their Preparation for Pulping*; Kocurek, M.J., Stevens, C.F.B., eds; Joint Textbook Committee of the Pulp and Paper Industry (TAPPI/CPPI): Atlanta GA, USA, 1997; Vol 1, ch 6.
15. Dhamodaran, T.K., Gnanaharan, R., Sankara Pillai, K. *Bamboo for Pulp and Paper - A State of the Art Review With Annotated Bibliography*, International Network for Bamboo and Rattan (INBAR): Beijing, 2003.

16. UNEP; *Hydrotropes - SIDS Initial Assessment Report For SIAM 21*, United Nations Environment Programme Publications: Washington, 2005.
17. Sundberg, A.; Sundberg, K.; Lillandt, C.; Holmbom, B. (1996): *Determination of hemicelluloses and pectins in wood and pulp fibres by methanolysis and gas chromatography*. Nord. Pulp Pap. Res. J. 11 (4) 216–219, 226
18. Korpinen, R.; Fardim, P. (2006): *Characterisation of sawdust-like wood materials*. Proc. 9th European Workshop on Lignocelluloses and Pulp, Vienna, Austria, 27–30 August, 2006
19. Von Andersson, A.; Erickson, M.; Fridh, H.; Miksche, G. (1973): *On the Structure of the Bark Lignins of Hardwoods and Softwoods*. *Holzforschung* 27 (6) 189–193
20. Donaldson, L.A. (2001): *Lignification and lignin topochemistry — an ultrastructural view*. *Phytochemistry* 57 (6) 859–873
21. Ramos, L.P. (2003): *The Chemistry Involved in the Steam treatment of Lignocellulosic Materials*. *Quim. Nova* 26 (6) 863–871.
22. Lundquist, K.; Lundgren, R. (1972): *Acid Degradation of Lignin. Part VII. The Cleavage of Ether Bonds*. *Acta Chem. Scand.* 26 (5) 2005–2023.
23. Yasuda, S.; Fukushima, K.; Kakehi, A. (2001): *Formation and chemical structures of acid-soluble lignin I: sulfuric acid treatment time and acid-soluble lignin content of hardwood*. *J. Wood. Sci.* 47 (1) 69–72
24. Raman, G.; Gaikar, V. (2002): *Extraction of Piperine from Piper nigrum (Black Pepper) by Hydrotropic Solubilization*. *Ind. Eng. Chem. Res.* 41 (12) 2966–2976
25. Stone, J.E.; Förderreuther, C. (1956): *Studies of Penetration and Diffusion into Wood*. *Tappi* 39 (10) 679–683
26. Clayton, D., Easty, D., Einspahr, D., Lonsky, W., Malcolm, E., McDonough, T., Schroeder, L., Thompson, N. *In Pulp and Paper Manufacture – Alkaline Pulping*; Grace, T.M., Leopold, B., Malcolm, E.W., eds; Joint Textbook Committee of the Pulp and Paper Industry (TAPPI/CPPI): Atlanta GA, USA, 1989; Vol 5, ch 5.
27. Matsumara, J.; Booker, R.E.; Ridoutt, B.G.; Donaldson, L.A.; Mikajiri, N.; Matsunaga, H.; Oda, K. (1999): *Impregnation of radiata pine wood by vacuum treatment II: effect of pre-steaming on wood structure and resin content*. *J. Wood Sci.* 45 (6) 456–462
28. Siau, J.F.; *Wood: Influence of moisture on physical properties*, Department of Wood Science and Forest Products, Virginia Polytechnic Institute and State University: Blacksburg, 1995.
29. Usta, I. (2005): *A review of the configuration of bordered pits to stimulate the fluid flow*. *Maderas, Cienc. tecnol.* 7 (2) 121–132
30. Isotalo, I.; Götsching, L.; Virkola, N.-E.; Nordman, L. (1964): *The Preparation of Sawdust Sulphate Pulp and Its use in Printing Paper Manufacture I*. *Pap. Puu* 46 (3) 71–85
31. Surewicz, W. (1974): *Die Verarbeitung von Sägespänen zu gebleichten Sulfat-Papierzellstoffen*. *Zellst. Pap.* 23 (7) 196–203
32. Bublitz, W.J.; Yang, T.Y. (1975): *Pulping characteristics of Douglas-fir sawdust*. *Tappi* 58 (3) 95–99
33. Taylor, T.G. (1977): *The production of bleached kraft market pulp from sawdust*. *Pulp Pap. Can.* 78 (1) T14–T18
34. Joshi, R.C.; Bist, D.P.S.; Jangalgi, N.R.; Kaul, S.S. (1982): *Pulping Studies on Sawdust*. *Indian Pulp Pap.* 37 (2) 12–19
35. MacLeod, J.M.; Kingsland, K.A. (1990): *Kraft-AQ pulping of sawdust*. *Tappi J.* 73 (1) 191–193
36. Sjöström, E.; *Wood Chemistry - Fundamentals and Applications*, Academic Press: New York, 1992.
37. Sakai, K. *In Wood and Cellulosic Chemistry*; Hon, D.N.-S., Shiraishi N., eds; Marcel Dekker: New York NY, USA, 2001; ch 4.
38. Lora, J.H.; Wayman, M. (1978): *Delignification of hardwoods by autohydrolysis and extraction*. *Tappi* 61 (6) 47–50
39. Chua, M.G.S.; Wayman, M. (1979): *Characterization of autohydrolysis aspen (P. tremuloides) lignins. Part I. Composition and molecular weight distribution of extracted autohydrolysis lignin*. *Can. J. Chem.* 57 (10) 1141–1149
40. Hannuksela, T.; Herve, C. (2004): *NMR structural determination of dissolved O-acetylated galactoglucomannan isolated from spruce thermomechanical pulp*. *Carbohydr. Res.* 339 (2) 301–312
41. Song, T.; Pranovich, A.; Sumerskiy, I.; Holmbom, B. (2008): *Extraction of galactoglucomannan from spruce wood with pressurised hot water*. *Holzforschung* 62 (6) 659–666
42. Derkacheva, O.; Sukhov, D. (2008): *Investigation of Lignins by FTIR Spectroscopy*. *Macromol. Symp.* 265 (1) 61–68
43. Ibrahim, M.N.M.; Yusof, N.N.M.; Hashim, A. (2007): *Comparison studies on soda lignin and soda-anthraquinone lignin*. *Malay. J. Anal. Sci.* 11 (1) 206–212
44. Malutan, T.; Nicu, R.; Popa, V.I. (2008): *Lignin modification by epoxidation*. *Biores.* 3 (4) 1371–1376
45. Silverstein, R.M., Bassler, G.C., Morrill, T.C. *Spectrometric Identification of Organic Compounds*, John Wiley & Sons, Inc.: New York, 1991.
46. Hase, T. *Tables for organic spectrometry*, Otatiето: Helsinki, 1999.
47. Xu, Z.P.; Braterman, P.S. (2003): *High affinity of dodecylbenzene sulfonate for layered double hydroxide and resulting morphological changes*. *J. Mater. Chem.* 13 (2) 268–273

Benchmarking de indicadores de automação na indústria de celulose

Benchmarking of automation indicators in the pulp industry

Autores/Authors: Dórian L. Bachmann¹
Ronaldo N. Ribeiro²

Introdução

A adoção das ferramentas da qualidade total e dos sistemas de gestão baseados no *Balanced Scorecard* tornaram comum o uso de indicadores de desempenho nas empresas. A utilização de métricas é benéfica, por facilitar o estabelecimento de metas objetivas e por permitir que a eficácia das soluções escolhidas seja avaliada quantitativamente, o que resulta em maior competitividade e lucratividade.

Assim, a Comissão Técnica de Automação da ABTCP identificou a necessidade de contar com indicadores que permitissem comparar as características dos sistemas de instrumentação e automação instalados com os resultados obtidos pelas fábricas. Tais informações devem levar a maior qualidade nas decisões relativas aos investimentos em modernização ou para substituição dos sistemas existentes. Devido a dificuldade em encontrar métricas que atendessem essa necessidade, foram desenvolvidos alguns indicadores, como:

- Grau de utilização do modo automático
- Grau de atualização tecnológica
- Grau de obsolescência
- Índice de instrumentação analítica

A descrição completa da metodologia de cálculo dos indicadores padronizados, inclusive os não descritos neste trabalho, podem ser encontrados no site da ABTCP ([www.abtcp.org.br/dados setoriais / benchmarking](http://www.abtcp.org.br/dados_setoriais/benchmarking)) ou da Bachmann & Associados.

Para exemplificar, seguem alguns resultados do estudo “Indicadores de Automação na Indústria de Celulose - Levantamento Preliminar”, com dados de 2007, conduzido em parceria pela Comissão Técnica de Automação e Controle de Processos da ABTCP e pela Bachmann & Associados, com o objetivo de fazer um teste prático das métricas. Do mesmo modo que nos relatórios fornecidos às empresas participantes e demais interessados, a origem dos dados foi mantida sob sigilo.

Introduction

The adoption of total quality tools and management systems based on *Balanced Scorecard* made it common a practice to use performance indicators by companies. The use of metrical systems is beneficial due to the fact that it makes easier to set objective targets and allows the effectiveness of chosen solutions to be quantitatively evaluated, which results in a higher competitiveness and profitability.

Thus, the Technical Commission on Automation of ABTCP has identified the need to rely on some indicators allowing to compare the characteristics of the instrumentation and automation systems installed with the results obtained by the mills. Such information should lead to higher quality in decisions regarding investments in modernization or replacement of existing systems. Due to the difficulty of finding metrical systems matching these requirements, some indicators were developed, such as:

- Degree of the automatic mode utilization
- Degree of technological update
- Degree of obsolescence
- Index of analytical instrumentation

The complete description of the methodology for calculating the standardized indicators, including those not described in this work, can be found either on the ABTCP site ([www.abtcp.org.br/sectorial data / benchmarking](http://www.abtcp.org.br/sectorial_data/benchmarking)) or on that of Bachmann & Associados.

By way of example, some results of the study “Automation Indicators in the Pulp Industry - Preliminary Survey”, with data related to year 2007, conducted in partnership by the Technical Commission on Automation and Process Control of ABTCP and Bachmann & Associados with the purpose of doing a practical metrical system test, are presented in the following. In the same way as in the reports supplied to the participating companies and remaining parties concerned, the source of data is kept under confidentiality.

*Referências do Autor / Authors' references:

¹ Bachmann & Associados Ltda. - www.bachmann.com.br - Email: bachmann@bachmann.com.br
Bachmann & Associados Ltd. - www.bachmann.com.br - Email: bachmann@bachmann.com.br

² Celulose Nipo-Brasileira S.A. – Coordenador da Comissão Técnica em Automação e Controle de Processos da ABTCP
Email: ronaldo.ribeiro@cenibra.com.br
Celulose Nipo-Brasileira S.A. - Coordinator of the Technical Commission on Automation and Process Control of ABTCP
Email: ronaldo.ribeiro@cenibra.com.br

Tabela 1 - Grau de utilização do modo automático nos digestores - GUA / Table 1 – Degree of the automatic mode utilization on digesters - GUA

Fábrica / Mill	GUA, %
F1	95,8
F2	77,0
F4	99,0
F5	88,1
F7	97,1
F8	62,2
F10	91,9
Máximo / Maximum	99,0
Mínimo / Minimum	62,2
Média / Average	87,3

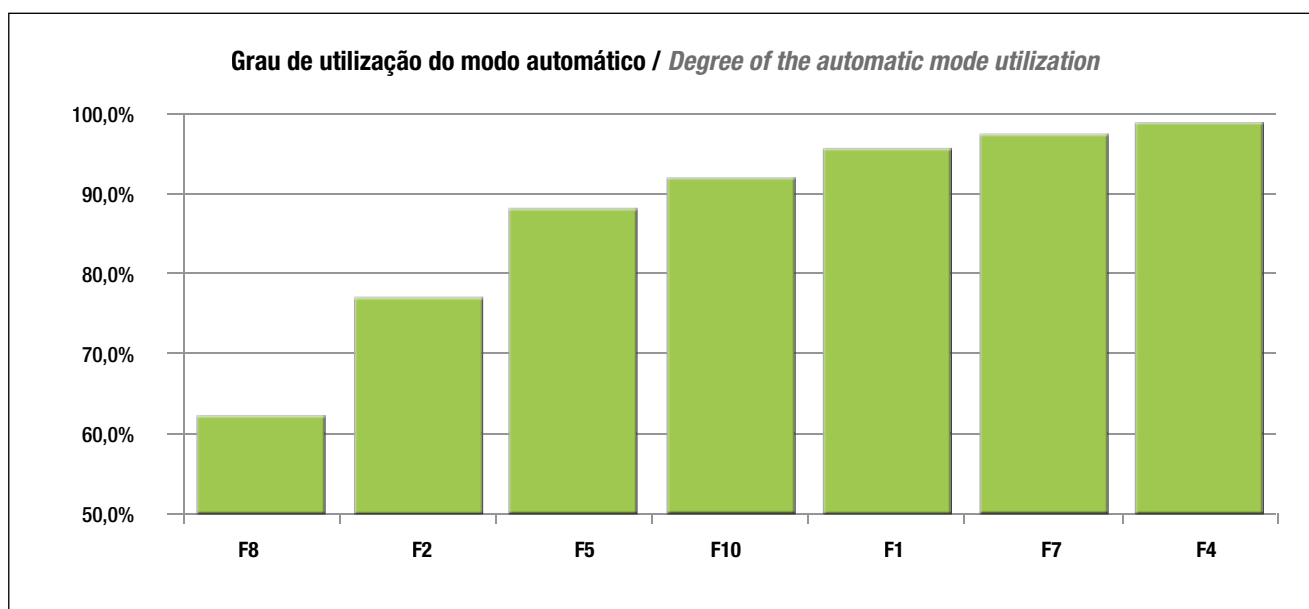


Figura 1 - Grau de utilização do modo automático nos digestores / Figure 1 – Degree of the automatic mode utilization on digesters

Grau de Utilização do Modo Automático - GUA

É a relação porcentual entre o tempo de operação em automático e o tempo total de operação das malhas. Para comparabilidade, o indicador não inclui os períodos em que as malhas se encontram fora de operação, como, por exemplo, em modo manual com a saída zerada ou nos períodos de parada e partida.

O objetivo deste indicador é medir o uso dos recursos de controle existentes. Esta informação é útil tanto para o gerente de fábrica saber se o investimento feito está sendo bem aproveitado quanto para que os técnicos identifiquem a eventual necessidade de sintonia de malhas ou de capacitação do pessoal de operação. Assim, trata-se de uma ferramenta de gestão, e não de mera estatística ou curiosidade. Os resultados encontrados nos digestores da amostra aparecem na Tabela I. Mesmo em uma amostra bastante pequena (7 digestores), a dispersão dos resultados foi elevada, com o Grau de Utilização do Modo Automático variando entre 62,2% e 99,0% (Figura 1).

Degree of the Automatic Mode Utilization - GUA

It is the percentage ratio between the operating time in automatic mode and the total loop operation time. For comparability purposes, the indicator does not include the periods of time in which the loops are out of operation, as, e.g., in manual mode with zeroed output or in shutdown and starting periods.

The purpose of this indicator is to measure the use of the existing control resources. This information is useful both for the mill manager to know whether the investment made is of good advantage and, as well, for the technicians to identify the occasional need for loop tuning or operating personnel habilitation. Thus, it is a management tool, not intended for mere statistical purposes or curiosity. The results found on digesters sampled are shown in Table 1. Even for a rather small sample (7 digesters), the dispersion of the results was high, the Degree of Utilization of the Automatic Mode ranging from 62.2% to 99.0% (Figure 1).

Contrariando o senso comum, a comparação deste indicador com o porte das fábricas, expresso em toneladas de celulose produzidas por dia (Equação 1), mostra que há variação inversamente proporcional, com um coeficiente de determinação (r^2) igual a 0,69, evidenciando correlação elevada.

$$GUA=1,213 - 0,00014 \times (tSA/dia) \quad (1)$$

$$r^2 = 0,69$$

Outra observação inesperada é que o segundo melhor resultado (97,1%) ocorreu justamente na fábrica mais antiga da amostra.

Um levantamento realizado pela Petrobras em unidades de processo da refinaria da Bahia mostrou que o foco no Grau de Utilização no Modo Automático levou a uma sensível melhora nos resultados e a um ganho geral na confiabilidade do sistema, com o indicador variando, ao final do trabalho (março de 2007), de 55% a pouco mais de 80%, dependendo da unidade de processo.

Grau de Atualização Tecnológica - GAT

É a medida comparativa do nível de atualização tecnológica dos sistemas instalados em cada máquina de celulose, máquina de papel ou *coater* em relação a um padrão estabelecido, apresentada na forma porcentual. O objetivo deste indicador é de medir a atualização tecnológica dos sistemas existentes em uma instalação de produção, tomando como referência a seguinte lista de tecnologias típicas da indústria:

- SDCD – Sistema Digital de Controle Distribuído
- QCS – *Quality Control System* (Sistema de controle de qualidade)
- Acionamentos
- WIS – *Web Inspection System* (Sistema detector de defeitos)
- WMS – *Web Monitoring System* (Sistema de câmeras)
- PIMS/MES – *Process Information Management System*
- Monitoração de vibrações *on-line* que são ponderadas conforme os seguintes critérios, estabelecidos pela metodologia de cálculo do indicador:

Condição	Peso
- Sistema atualizado; não requer investimento no curto prazo	10
- Sistema requer upgrade ou complementação	7
- Sistema inexistente	0

A elevada dispersão dos resultados (Tabela 2), com resultados variando entre 52,9% e 100,0%, indica que a métrica apresenta sensibilidade às diferenças encontradas nas unidades produtivas. O fato de uma das máquinas de celulose ter atingido o 100% mostra que os requisitos exigidos para obter o valor mais alto da escala são factíveis. Embora o resultado numérico do Grau de Automação seja útil como referência, o Quadro 1 oferece uma visão mais clara do ambiente competitivo.

Opposing to the common sense, the comparison of this indicator with the mill size, expressed in tons of pulp produced per day (Equation 1), shows that it varies in an inversely proportional manner, with a coefficient of determination (r^2) equal to 0.69, evidencing a high correlation.

$$GUA=1,213 - 0,00014 \times (tSA/dia) \quad (1)$$

$$r^2 = 0.69$$

Another unexpected observation is that the second best result (97.1%) was achieved precisely at the oldest mill sampled.

A survey conducted by Petrobras in process units of the refinery of the State of Bahia, showed that the focus on the Degree of Utilization in Automatic Mode led to a sensible improvement in results, as well as to a general gain in the reliability of the system, with the indicator ranging, at the end of the work (March 2007), from 55% to a little over 80%, depending on the process unit.

Degree of Technological Update - GAT

It is the measure of comparison of the level of technological update of the systems installed in each pulp machine, paper machine or coater, with established standard, presented in the form of percentage. The purpose of this indicator is to measure the technological update of the systems existing in a production plant, taking as reference the following list of typical technologies of the industry:

- SDCD – *Digital Distributed Control System*
- QCS – *Quality Control System*
- Drives
- WIS – *Web Inspection System (Defect detecting system)*
- WMS – *Web Monitoring System (Camera system)*
- PIMS/MES – *Process Information Management System*
- *On-line vibrations monitoring which are pondered according to the following criteria established by the calculating methodology of the indicator:*

Condition	Weight
- <i>Updated system, not requiring investment in the short run</i>	10
- <i>The system requires upgrade or complementation</i>	7
- <i>Nonexistent system</i>	0

The high dispersion of the results (Table 2), with figures ranging from 52.9% to 100.0%, indicates that the metrical system presents sensitivity to the differences found in the productive units. The fact that one of the pulp machines has reached 100% shows that the requisites demanded to obtain the highest value of the scale are feasible. Though the numerical result of the Degree of Automation is useful as reference, Chart 1 offers a clearer sight of the competitive environment.

Tabela 2 - Grau de atualização tecnológica das máquinas de celulose / Table 2 – Degree of technological pulp machine update

Fábricas	GAT, %
F1	67,1
F2	100,0
F4	67,1
F5	85,7
F7	57,1
F8	67,1
F10	52,9
Máximo / Maximum	100,0
Mínimo / Minimum	52,9
Média / Average	71,0

Fábrica Mill	SDCD	QCS	Acionamentos Drives	WIS	WMS	PIMS/MES	Monitoração de vibração on line On-line vibration monitoring	Legenda / Legend
F1	Amarelo	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Verde	Vermelho	<p>Legenda / Legend</p> <p>■ Sistema atualizado, não requer investimento no curto prazo <i>Updated system, not requiring investment in the short run</i></p> <p>■ Sistema requer upgrade ou complementação <i>System requires upgrade or complementation</i></p> <p>■ Sistema inexistente <i>Nonexistent system</i></p>
F2	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	
F4	Amarelo	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Verde	Vermelho	
F5	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Verde	Verde	
F7	Verde	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Vermelho	
F8	Verde	Amarelo	Verde	Vermelho	Vermelho	Verde	Verde	
F10	Amarelo	Verde	Verde	Vermelho	Vermelho	Verde	Vermelho	

Quadro 1 - Grau de atualização tecnológica das máquinas de celulose / Chart 1 – Degree of technological pulp machine update

Considerações finais

Os indicadores de automação avaliados no estudo piloto de *benchmarking* se mostraram sensíveis às diferentes realidades dos sistemas e podem servir de baliza para decisões relacionadas a investimentos, pois permitem buscar, respeitada a estratégia adotada pela organização, maior semelhança com o padrão adotado pelas empresas de melhores resultados da indústria.

Mesmo com pequeno volume de dados, o levantamento permitiu algumas conclusões, como:

- Nos 7 digestores da amostra, há uma variação bastante significativa no porcentual de instrumentos que, de modo geral, operam em automático.
- Todas as fábricas apresentam sistemas de gerenciamento de informação em tempo real PIMS (*Process Information Management System*) e de sincronismo das velocidades dos diferentes grupos de rolos acionados e de controle de velocidade da máquina instalados e atualizados. Já o Monitoramento de Vibração Online, o Sistema Detector de Defeitos WIS (*Web Inspection System*) e o Sistema de Câmaras WMS (*Web Monitoring System*) são tecnologias menos comuns nas empresas.
- A elevada dispersão dos resultados nas diferentes organizações, decorrente das diferentes tecnologias e estratégias adotadas, sinaliza a existência de oportunidades de melhoria. ▲

Final considerations

The automation indicators evaluated in the pilot study on *benchmarking* showed to be sensitive to the different realities of the systems and can be used as references for decisions connected with investments, as they allow, observed the strategy adopted by the organization, to look for closer similarity to the standard adopted by the companies presenting better results in the industry.

Although involving a small volume of data, the survey allowed to reach some conclusions, such as:

- In all 7 digesters sampled there is a rather significant variation in percentage of instruments that in general operate on automatic.
- All mills present real-time information management systems - PIMS (*Process Information Management System*) -, as well as of synchronism of the speeds of the different groups of driven rolls and machine speed control, installed and updated. As to On-line Vibration Monitoring, WIS (*Web Inspection System*), and WMS (*Web Monitoring System*), these are less common technologies seen in companies.
- The high dispersion of the results at the different organizations, resulting from the different technologies and strategies adopted, signalizes the existence of opportunities for improvement. ▲

O FIM DA QUEDA DE PREÇOS DE CELULOSE E PAPÉIS ESTÁ PRÓXIMO?

Carlos José Caetano Bacha
Professor Titular da ESALQ/USP

Após oito meses consecutivos de queda dos preços internacionais de celulose e papéis, ocorreu, em abril, um cenário misto, no qual os preços da celulose apresentaram alta na China, mas queda nos Estados Unidos e no Brasil. No mercado internacional de papéis também se verificou um cenário misto, com os preços em euros dos papéis LWC (cuchê) e jornal subindo na Europa, mas caindo para os papéis de embalagem, como o kraftliner e o miolo.

O cenário misto de preços é comum em mercados em busca da estabilidade de preços. Se este cenário se mantiver, estaremos de fato encerrando o ciclo de baixa de preços iniciado no fim de agosto do ano passado.

MERCADO INTERNACIONAL

Os comportamentos dos preços de celulose foram distintos na Europa, nos Estados Unidos e na China.

Europa

A Europa já evidencia sinais claros de busca de estabilidade de preços. Em abril houve queda dos valores em euros e em dólares da celulose de fibra curta (BHKP) e aumento em dólares da celulose de fibra longa (NBSK), conforme mostram as Tabelas 1 e 2. Apesar da queda do preço médio em euros da tonelada de NBSK de março para abril (Tabela 2), nas duas últimas semanas de abril a cotação ficou estável. Isso condiz com o fato de os estoques indicarem fortes reduções (Tabela 3).

O cenário misto de preços é mais marcante entre os papéis. Observa-se, na Tabela 6, que os preços em euros dos papéis LWC (cuchê) e jornal aumentaram em abril em relação a março, caindo os

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

	Dez/08 Dec/08	Jan/09 Jan/09	Fev/09 Feb/09	Mar/09 Mar/09	Abr/09 Apr/09
Celulose de fibra curta / Short fiber pulp	602,51	561,10	529,34	500,41	484,59
Celulose de fibra longa / Long fiber pulp	650,86	610,68	585,98	577,95	579,51

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

	Dez/08 Dec/08	Jan/09 Jan/09	Fev/09 Feb/09	Mar/09 Mar/09	Abr/09 Apr/09
Celulose de fibra curta / Short fiber pulp	445,46	427,12	416,34	382,28	366,19
Celulose de fibra longa / Long fiber pulp	480,99	464,90	460,92	441,42	439,13

Fonte/Source: Foex

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

	Dez/08 Dec/08	Jan/09 Jan/09	Fev/09 Feb/09	Mar/09 Mar/09
Utulpulp ^A	916	929	856	769
Europulp ^B	1.767	1.725	1.761	1.667

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

	Dez/08 Dec/08	Jan/09 Jan/09	Fev/09 Feb/09	Mar/09 Mar/09	Abr/09 Apr/09
Celulose de fibra longa / Long fiber pulp	739,89	706,84	681,48	656,59	645,87
Papel-jornal / Newsprint	751,43	736,09	719,27	692,48	668,89

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 na China - em dólares
Table 5 - Average prices per tonne of pulp in China - in dollars

	Jan/09 Jan/09	Fev/09 Feb/09	Mar/09 Mar/09	Abr/09 Apr/09
Preço / Price	422,04	400,24	391,88	409,04

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

	Jan/09 Jan/09	Fev/09 Feb/09	Mar/09 Mar/09	Abr/09 Apr/09
Papel LWC(cuchê) / LWC Paper (couché)	907,04	885,40	909,01	920,58
Papel Ctd WF / Ctd WF Paper	909,00	886,22	909,59	921,27
Papel A-4(cut size) / A-4 Paper (cut size)	1.101,21	1.051,46	1.075,10	1.080,08
Papel-jornal* / Newsprint*	652,26	644,28	673,39	682,66
Kraftliner / Kraftliner	629,19	579,82	576,92	556,80
Miolo / Fluting	418,51	367,73	358,45	340,61

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

dos papéis cut size, kraftliner e miolo e se mantendo constante o dos papéis Ctd WF (outro tipo de cuchê), conforme Tabela 7.

Estados Unidos

O mercado norte-americano ainda manteve em abril a tendência de queda de preços em dólares da tonelada de celulose de fibra longa e do papel jornal. Observa-se na Tabela 4 que o preço médio da NBSK caiu cerca de US\$ 11 de março para abril. Em parte, isso ocorre devido ao fato de esse produto ter, nos Estados Unidos, preço muito superior ao praticado na Europa, o que leva a ajuste de preços entre esses dois mercados.

China

A economia chinesa mostrou, em final de março e durante abril, uma retomada do crescimento, fruto do pacote de estímulo do governo local para aumentar a demanda interna. Devido a isso, houve maior demanda de commodities, como a celulose, permitindo a recuperação de preço. Observa-se na Tabela 5 que o preço médio da tonelada de celulose de fibra curta no mercado chinês foi de US\$ 409,04 em abril, com aumento de US\$ 17 em relação a março. No entanto, trata-se ainda de um preço 16% inferior ao praticado no mercado europeu.

MERCADO DOMÉSTICO

Os preços das pastas, papéis e aparas no Brasil também evidenciaram, em abril, um cenário misto, compatível com uma situação de busca do fim da tendência de queda de preços.

Pastas

Em abril houve fortes quedas dos preços da celulose para os clientes pequenos e médios, como tentativa de alinhar as cotações nacionais com as internacio-

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

	Jan/09 / Jan/09	Fev/09 / Feb/09	Mar/09 / Mar/09	Abr/09 / Apr/09
Papel LWC / Cuchê	690,20	696,43	693,83	695,76
Papel Ctd WF / Off set	691,67	697,07	696,23	696,29
Papel A-4 / Cut size	837,87	827,05	820,69	816,43
Papel jornal*	496,36	506,79	513,98	516,34
Kraftliner	478,73	456,06	440,51	418,95
Miolo / Fluting	318,33	290,80	273,80	253,57

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

			Fev/09 / Feb/09	Mar/09 / Mar/09	Abr/09 / Apr/09
Venda doméstica Domestic sales	Preço-lista / List price	Mínimo/Minimum	550	526	485
		Médio/Average	580	550	512
		Máximo/Maximum	640	610	570
	Cliente médio / Medium-size client	Mínimo/Minimum	511	480	448
		Médio/Average	583	560	540
		Máximo/Maximum	638	618	590
Venda externa Export sales		403	353	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

		Jan/09 / Jan/09	Fev/09 / Feb/09	Mar/09 / Mar/09	Abr/09 / Apr/09
Venda doméstica Domestic sales	Preço-lista / List price	550	550	500	475
	Cliente médio / Medium-size client	480 a 500	480 a 500	465 a 475	425

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

Tabela 10 - Preços médios da tonelada de papel posta em São Paulo - com impostos - vendas domésticas - em reais
Table 10 - Average prices per tonne of paper put in São Paulo - with taxes - domestic sales - in reais

Produto/Product		Jan/09 / Jan/09	Fev/09 / Feb/09	Mar/09 / Mar/09	Abr/09 / Apr/09
Cut size		2.750	2.750	2.707	2.707
Cartão/Board (resma)/ream	dúplex	2.831	2.831	2.831	2.831
	tríplex	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
	tríplex	3.203	3.203	3.203	3.203
	sólido/solid	3.803	3.803	3.803	3.803
Cuchê/Couché	resma/ream	3.239	3.239	3.400	3.400
	bobina/reel	3.234	3.234	3.395	3.395
Papel offset/Offset paper		2.892	2.892	2.980	2.980

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		Jan/09 / Jan/09	Fev/09 / Feb/09	Mar/09 / Mar/09	Abr/09 / Apr/09
Cut size		3.521	3.521	3.466	3.466
Cartão/Board (resma)/ream	dúplex	3.625	3.625	3.625	3.625
	tríplex	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
	tríplex	4.102	4.102	4.102	4.102
	sólido/solid	4.870	4.870	4.870	4.870
Cuchê/Couché	resma/ream	4.148	4.148	4.353	4.353
	bobina/reel	4.141	4.141	4.347	4.347
Papel offset/Offset paper		3.703	3.703	3.815	3.815

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

		Jan/09 / Jan/09	Fev/09 / Feb/09	Mar/09 / Mar/09	Abr/09 / Apr/09
Miolo (R\$ por tonelada)	Mínimo/Minimum	984	984	902	861
	Médio/Average	1.158	1.138	1.097	1.074
	Máximo/Maximum	1.310	1.310	1.310	1.310
Capa reciclada (R\$ por tonelada)	Mínimo/Minimum	1.066	1.066	902	961
	Médio/Average	1.173	1.143	1.041	1.056
	Máximo/Maximum	1.280	1.220	1.180	1.150
Testliner (R\$ por tonelada)	Mínimo/Minimum	1.690	1.690	1.590	1.590
	Médio/Average	1.695	1.695	1.645	1.645
	Máximo/Maximum	1.701	1.701	1.701	1.700
Kraftliner (R\$ por tonelada)	Mínimo/Minimum	1.512	1.512	1.476	1.320
	Médio/Average	1.648	1.638	1.602	1.568
	Máximo/Maximum	1.877	1.877	1.877	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

		Dez/08 / Dec/08	Jan/09 / Jan/09	Fev/09 / Feb/09	Mar/09 / Mar/09
Miolo (R\$ por tonelada)	Mínimo/Minimum	412	364	366	351
	Médio/Average	491	495	479	474
	Máximo/Maximum	608	624	624	617
Kraftliner (R\$ por tonelada)	Mínimo/Minimum	449	0	0	328
	Médio/Average	449	0	0	328
	Máximo/Maximum	449	0	0	328

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		Março 09 / March 09			Abril 09 / April 09		
		mínimo minimum	médio average	máximo maximum	mínimo minimum	médio average	máximo maximum
Aparas brancas White recycled material	1ª	1.000	1.065	1.100	1.000	1.034	1.100
	2ª	500	654	720	500	631	720
	4ª	350	419	580	350	415	580
Aparas marrons (ondulado) Brown materials (corrugated)	1ª	180	211	250	180	211	250
	2ª	150	194	250	150	194	250
	3ª	140	180	220	140	180	220
Jornal / Newsprint		180	206	250	178	219	300
Cartolina Folding Board	1ª	243	254	280	245	255	280
	2ª	300	300	300	250	275	300

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

Tabela 15 – Importações brasileiras de aparas marrons (código NCM 4707.10.00) – anos de 2008 e 2009 / Table 15 – Recycled brown waste papers (Code NCM 4707.10.00) – Brazilian import

	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	19.575	225.000	87,00

Fonte:Aliceweb.Source: Aliceweb.

nais. Observa-se, na Tabela 8, que em abril já existiam produtores nacionais que adotavam a cotação europeia para as vendas domésticas, o que era um comportamento adotado antes da crise financeira de setembro do ano passado, mas não observado nos últimos seis meses.

Verifica-se na Tabela 8 que o menor preço lista praticado em abril foi de US\$ 485 por tonelada de celulose de fibra curta, similar ao praticado na Europa (Tabela 1). No entanto, ainda há fornecedores domésticos que se alinham às cotações dos Estados Unidos, solicitando US\$ 570 por tonelada do mesmo produto. Essa grande diferença de US\$ 85 por tonelada do mesmo produto oferecido no mercado doméstico indica que novos ajustes ainda ocorrerão nas cotações domésticas de celulose nos próximos meses.

Papéis

O mês de abril evidenciou estabilidade dos preços em reais dos papéis de imprimir e de embalagem da linha branca (Tabelas 10 e 11) e um cenário misto para o comportamento dos preços dos papéis de embalagem da linha marrom (Tabela 12). Os preços médios em reais dos papéis miolo e kraftliner caíram em abril na comparação a março, sendo que o preço médio do papel capa reciclada aumentou e o do papel testliner ficou constante.

Aparas

Os preços em reais das aparas também evidenciaram um quadro misto em abril em relação às cotações de março. Observando-se a Tabela 14, constata-se que os preços das aparas brancas dos tipos 1, 2 e 4 e da cartolina do tipo 2 caíram (2,9%, 3,5%, 0,95% e 8,3%, respectivamente) em abril em relação às cotações médias de março. Os preços das aparas de jornais aumentaram 6,3%, enquanto os das aparas marrons dos tipos 1, 2 e 3 e das cartolinas do tipo 1 ficaram constantes.

DIRETORIA EXECUTIVA - Gestão 2008/2009

Presidente:

Alberto Mori

Vice-Presidente:

Lairton Oscar Goulart Leonard

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/CFE-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; Elaine Coffone/Nalco; 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; José Gertrudes/Conpacel; José Joaquim de Medeiros/Buckman; José Luiz Dutra Siqueira/Peróxidos; Jürgen Meier/Evonik Degussa; Livia Silva Mello/Contech; Luiz Carlos Domingos/Klabin; Luiz Leonardo da Silva Filho/Kemira; Luiz Mário Bordini/Andritz; Luiz Walter Gastão/Ednah; Manoel Moyses Zauberman/Inpal; Marcelo Ronald Schaalman/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/Suzano; Elídio Frias/Albany; Francisco Barel Júnior/Santher; Francisco Cezar Razzolini/Klabin; Floreal Promethee Puig/Aracruz; Jeferson Lunardi/Melhoramentos; João Florêncio da Costa/Votorantim Celulose e Papel; Luiz Eduardo Taliberti/Cocelpa; Nelson Rildo Martini/Internacional 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

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 (Klabin)

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 Percin e Marina Faleiros

Recepção: Verônica Rosário da Cruz

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

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

FABIO PERINI

BASF
The Chemical Company



CBTI
Soluções com Tecnologia

HERGEN
PAPER TECHNOLOGY

PÖYRY

DOW

SATURNI

REALIZAÇÃO

ABTCP
Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

eka

AkzoNobel
Tomorrow's Achieves Today

VOITH
Engineered reliability.

CO-REALIZAÇÃO





Nós estamos sempre pensando nos motores da sua empresa. E não estamos falando apenas em máquinas.

A NSK trabalha dia e noite para colocar no mercado 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 funcionários estão, melhor ainda será o desempenho da sua empresa. É por isso que a NSK é a única empresa do setor a oferecer treinamento gratuito com palestras e cursos. E se seus funcionários são como suas máquinas, que não podem parar, tudo bem. O nosso Centro de Treinamento in Company vai até a sua empresa. É a NSK indo muito além do que você espera. Mais informações: treinamento@nsk.com – Tel. (11) 4744-2591.



BTC
(Brazilian Technology Center)



CCT
(Centro de Capacitação Técnica)



CCTM
(Centro de Capacitação e Treinamento Móvel)

MOTION & CONTROL **NSK**

