

# Químicos aliam-se à ecoeficiência do setor

Essenciais para garantir a produtividade do setor de celulose e papel, os químicos hoje também precisam apresentar características amigáveis ao meio ambiente. Nesse sentido, a biotecnologia surge como uma alternativa bastante atrativa

Por Marina Faleiros

O setor de celulose e papel já revolucionou a forma com que trabalha na área florestal, o que garante hoje uma produção por hectare três vezes superior à alcançada há 20 anos. A transformação em busca de maior produtividade e um bom relacionamento com o meio ambiente, no entanto, vai além, atingindo também uma área nem tão visada, mas bastante polêmica e essencial para a indústria: a parte química.

É fato que o setor depende fortemente de químicos em seu processo. Desde o cozimento da madeira e o branqueamento da polpa até o revestimento realizado, por exemplo, na folha onde está impressa esta reportagem, tudo no setor de celulose e papel passa pelas moléculas dos componentes químicos. Apesar de muitas vezes serem apontados como os grandes vilões do meio ambiente, diversas pesquisas e investimentos mostraram que não faltam ações, por parte do setor, para buscar a melhor relação com a natureza e ao, mesmo tempo, produzir melhor e com menos custos.

O primeiro grande passo nessa trajetória já foi dado há algum tempo, e, hoje, todos os grandes fabricantes de celulose nacionais adotam o processo ECF (Elemental Chlorine Free), o que significa um ganho ambiental extremamente significativo, visto que se eliminou o uso do cloro elementar no processo de branqueamento. “Na última década, surgiram agentes bem menos poluentes, como o ozônio e o peróxido

de hidrogênio. Vale ressaltar, porém, que a tecnologia-padrão se formou com o uso do dióxido de cloro, ambientalmente bem aceitável”, diz Jorge Luiz Colodette, doutor da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e especialista em produção de celulose. Ele lembra que o branqueamento consiste justamente no segundo maior custo na produção de celulose, depois somente da madeira.

Agora, pequenas – mas não menos importantes – transformações estão sendo conquistadas passo a passo, em cada fábrica e fornecedor de químicos e equipamentos, que buscam a eficiência por melhorias em máquinas e novas opções de elementos químicos, por exemplo. Para Colodette e outros especialistas ouvidos pela reportagem de *O Papel*, não existe apenas uma alternativa, pois há enormes probabilidades de pesquisa. “Um caminho promissor é o das enzimas, e hoje também estão partindo para a identificação da melhor cepa para cada uma das fases dos diversos processos da indústria, já que, mesmo em fábricas muito parecidas, as enzimas podem apresentar comportamentos diferentes. Tudo no futuro, portanto, tende a ser bem personalizado”, prevê Sérgio Borges de Almeida, coordenador de Tecnologia de Processo de Papel da Votorantim Celulose e Papel (VCP).

As enzimas são catalisadores biológicos que aceleram processos químicos e apresentam alta especificidade, de modo a permitir que sejam desenhadas para cada tipo de ação pretendida. “Em

2004, apresentávamos seminários sobre esta tecnologia e como poderíamos usar enzimas, por exemplo, no pré-branqueamento e no controle de depósitos na produção de papel. Passados alguns anos, isso já é realidade no setor”, conta Luiz Wanderley Pace, pesquisador sênior da Buckman. De acordo com ele, o setor

## Siderquímica

Transformando química em diferencial para seus clientes.



[www.siderquimica.com.br](http://www.siderquimica.com.br)

Rodovia BR 376, km 625  
Caixa postal 218  
São José dos Pinhais, PR - Brasil  
tel 00 55 41 2105-3838  
fax 00 55 41 2105-3860

DIVULGAÇÃO BUCKMAN



O pesquisador Luiz Wanderley Pace destaca a rapidez com que o uso de enzimas tornou-se realidade no setor



**Colodette: “Como o custo de branqueamento é o segundo maior da fábrica, as pesquisas estão a todo o vapor na busca de melhorias nessa parte do processo”**

não busca apenas produtos de menor toxicidade, mas também oriundos de fontes renováveis – caso das enzimas.

### AGENTES “VERDES” PARA A CELULOSE

Os produtores de enzimas estão sempre engajados no trabalho de desenvolvimento de novas enzimas, pela engenharia genética. De acordo com Colodette, entre as enzimas com bom potencial estão as xilanases e as ligninases. “Ambas conseguem minimizar o consumo de reagentes tradicionais, como seria o dióxido de cloro.” No caso das xilanases, faz-se a cisão dos complexos de lignina com carboidratos. Com o branqueamento, pretende-se eliminar lignina ligada ao elemento celulose, propriamente, e o catalisador faz a quebra da ligação, facilitando o branqueamento por via indireta. “Trata-se de um grande campo de estudo para pessoas que trabalham com engenharia genética, setor em que a evolução está sendo muito rápida”, afirma o professor.

Para Pace, também é fato que a aplicação de enzimas faz diferença para a economia de dióxido de cloro. “As enzimas não substituem o dióxido ou peróxido, mas reduzem bastante o

consumo desses produtos e, portanto, tornam o processo menos agressivo.” Em alguns casos, a aplicação também pode tornar o processo de refinação das fibras mais fácil, o que contribui na redução do consumo de energia, em conformidade com os conceitos de ecoeficiência.

A International Paper (IP) hoje utiliza enzimas em seu estágio de deslignificação, com a intenção de reduzir o consumo de químicos usuais. “Enzimas participam do processo de deslignificação. Se antes aplicávamos 10 quilos de alvejante no branqueamento por tonelada de polpa, agora reduzimos essa quantidade para 8. A grande tendência é a utilização desses agentes nos estágios de pré-branqueamento, de forma a reduzir progressivamente a aplicação de químicos tradicionais no processo. São produtos sem nocividade nem os efeitos gerados pelos alvejantes convencionais, principalmente em interferências com o manejo e o tratamento de efluentes”, afirma Wanderlei Eduardo Peron, especialista ambiental sênior da empresa.

A redução do consumo de dióxido de cloro também está entre as metas da VCP, que começará a apresentar seus resultados de redução à comunidade acadêmica ainda neste mês de abril. “Estamos trabalhando com a redução do consumo de dióxido com a aplicação de enzimas. Existe desenvolvimento no Brasil, mas muitas enzimas ainda são importadas. Por isso, estamos trabalhando com universidades, institutos de pesquisas e também no âmbito das indústrias, em escala-piloto”, diz Paulo Gaia, gerente-geral da unidade de Jacareí da VCP. Para ele, nos próximos dois anos já será possível a aplicação industrial dessa tecnologia.

Leandro Coelho Dalvi, especialista da área de Meio Ambiente da Cenibra – empresa que até o presente momento não utiliza nenhuma enzima no processo –, diz que este pode ser o futuro de melhorias do setor. “É uma tendência, pois antes as enzimas não podiam ser aplicadas em ambientes com temperatura superior a 60°C, mas hoje já podem suportar mais de 70°C, próximo ao

que temos na linha de fibras. Estamos vigilantes para tudo o que possa reduzir custos e impactos ambientais.”

Outro executivo a destacar a biotecnologia como promissora no setor é Oscar Volpini, gerente de Suporte Técnico de Papel da Basf. “O setor químico necessita de fontes renováveis de matéria-prima”, diz. Ele cita alguns exemplos de mudanças que estão ocorrendo: “biotecnologia para a produção de combustíveis a partir de biomassa; as famosas biorrefinarias, no jargão papeleiro; *ionic liquids* na obtenção de celulose, processo que revolucionará o cozimento e a recuperação química, bem como enzimas e mediadores para um branqueamento isento de cloro e substâncias oxidantes”.

### MUDANÇAS CONTÍNUAS

Além dos estudos com as enzimas, a química tradicional da fabricação de celulose está passando por transições. Ainda no branqueamento, o uso de químicos da família da fosfina como agentes de branqueamento também é novidade, segundo Colodette. O produto para esse fim foi patenteado no Canadá como bifosfina. Outros produtos, como o ácido peracético, ainda não podem ser usados em larga escala, por conta de seu alto custo.

Na polpação, Colodette conta que estão sendo usados surfactantes, auxiliares na penetração do licor de cozimento. “Existem muitos produtos novos sendo testados, e cada empresa produtora tem o seu. Na parte de dispersantes, há uma gama de produtos muito grande, pois as moléculas vão passando por modificações, sendo a maioria composta por álcoois etoxilados.”

Na área de recuperação, Alfredo Mokfienski, especialista em celulose, destaca a autocaustificação e o fracionamento do licor negro no processo kraft, ferramentas que se encaixam perfeitamente à intensa preocupação do setor em atuar de forma ambientalmente correta. “Com a autocaustificação, o licor negro queimado junto com o metaborato de sódio resulta em menos carbonato de sódio e mais soda, sendo esta essencial

ao processo de polpação”. Ele explica que isso reduz os resíduos e simplifica o processo, diminuindo o passivo ambiental.

O processo começa a se popularizar, e muitas indústrias de papel e celulose estão conduzindo e confirmando esta nova estequiometria, como afirma o artigo técnico *Autocaustificação de licor negro de produção de celulose kraft-antraquinona utilizando metaborato de sódio*, publicado nesta edição de *O Papel*. Segundo o estudo, o processo de autocautificação baseia-se no uso de metaborato de sódio para produzir borato dissódico ( $\text{Na}_4\text{B}_2\text{O}_5$ ) e borato trissódico ( $\text{Na}_3\text{BO}_3$ ) na caldeira de recuperação, que são, então, hidrolisados para produzir hidróxido de sódio diretamente no tanque de dissolução. O artigo ainda afirma que a autocautificação pode suprir parcialmente a necessidade de hidróxido de sódio no processo kraft, proporcionando um método fácil para o aumento da capacidade de caustificação, sem, com isso, instalar novos equipamentos nas indústrias.



DIVULGAÇÃO IP

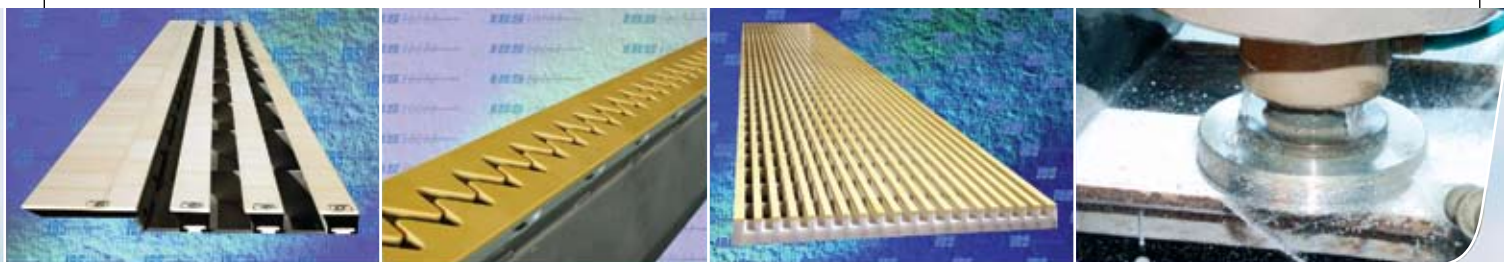
**Fabricação de papel – Hoje, os químicos aplicados no processo devem proporcionar tanto ecoeficiência quanto melhorias nas características do produto**

### **PAPEL EM MUTAÇÃO**

Se na fabricação de celulose as mudanças acontecem em ritmo acelerado, a área de papel não fica para trás e também tem uma grande variedade de caminhos a explorar. Na limpeza química das máquinas, o processo *boil out*,

com a aplicação de enzimas, é mais um campo que está ganhando adeptos.

Como a fabricação de papel consiste em um processo úmido, a suspensão fibrosa processada tende a formar depósitos principalmente orgânicos, que podem gerar colônias de bactérias e



## **Pense em nível global – aja em nível local**

### **Principais produtos e serviços da IBS do Brasil**

- Produção e retífica de revestimentos cerâmicos medindo até 14 m x 1,2 m;
- Produção de lâminas raspadoras;
- Sistema de Troca Rápida de Rolos (RCS), fitas de papel e Sistemas de Tensionamento e Guia JUD;
- Peças sobressalentes e materiais de consumo em estoque;
- Equipe Técnica em melhoria de processos;
- Serviços de vendas e atendimento para todos os produtos do IBS Paper Performance Group.



fungos, limos potencialmente causadores de descontinuidades na produção da máquina. Essa limpeza exige a intensa circulação de solução de água com químicos de bases fortes ou solventes. “As máquinas de papel sempre precisam parar para limpeza do sistema, e hoje em dia existem enzimas que conseguem substituir o agente químico nessa etapa”, diz Sidney Kitazono Carvalho, especialista em Aplicação – divisão Celulose e Papel da Buckman.

A VCP está entre as empresas que já aplicam enzimas no *boil out*. Segundo Sérgio Borges de Almeida, coordenador de Tecnologia de Processo de Papel da empresa, há grande economia de água e reagentes. “Quando utilizamos apenas o agente químico tradicional, o pH final da máquina fica muito alto: cerca de 12,5, mas, com as enzimas, em torno de 8 – mais próximo do necessário para que a produção de papel possa ser retomada, o que nos gera economia de água e tempo, além de reduzir o consumo de

químicos. Neste nosso caso, diminuiu à metade do que era antes.” O preço das enzimas, porém, é bem mais alto. Almeida cita a necessidade de sempre buscar a concentração ideal para que haja eficiência de limpeza juntamente com ganhos no volume de efluentes a ser tratado.

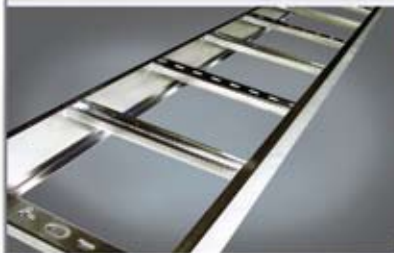
A empresa também está desenvolvendo a mesma linha de estudos com enzimas na refinação da massa, o que pode reduzir o consumo de energia. “O projeto ainda é bem embrionário, mas estas enzimas podem efetuar um primeiro tratamento das fibras, favorecendo condições de fibrilação e hidratação, concorrendo para um processo de refinação eficiente e mais econômico em energia”, adianta o coordenador da VCP.

Na IP, houve também muitas mudanças no processo. Com o abandono da colagem ácida em 2000, deixou-se de adicionar à massa entre 15% e 20% de carga mineral constituída de caulim, nas

circunstâncias o único quimicamente compatível. Agora, como praticamente em todas as plantas de papel, a empresa adota a colagem alcalina e, com isso, tem viabilizado a utilização de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) produzido dentro da própria planta. “Isso reduz o uso de recursos naturais, como o caulim, que pode ir para usos mais específicos. As plantas de carbonato de cálcio precipitado hoje também têm função importante, porque aplicam gás carbônico na produção, retirando emissões de  $\text{CO}_2$  que iriam para a atmosfera. O carbonato de cálcio resultante é, então, aplicado à massa ou à folha de papel, segundo a demanda do produto”, diz Peron.

Com isso, ainda foi possível obter melhores características do papel, como a duradoura preservação da alvura. Sabe aquela carta ou documento antigo que amarelou? Pois então: é justamente isso que a tecnologia de colagem alcalina e a aplicação de carbonato impedem que aconteça. “Agora, a expectativa é de

## Excelentes obras contam com excelentes produtos!



Leitos para cabos



Eletrocalhas



Prensa-Cabos



Mangueiras

### POLEODUTO

Produtos fabricados com alto rigor de qualidade, tecnologia e desempenho, garantindo o sucesso do seu projeto, do início ao fim.

## A DESPEDIDA DO CLORO ELEMENTAR

Uma das mudanças mais significativas da história da indústria de celulose e papel está na eliminação do cloro elementar no processo de branqueamento da celulose. Nos custos, a substituição do cloro elementar por dióxido de cloro fica entre 10% e 15% mais cara e, se a opção for por uma tecnologia mais avançada, como a do ozônio, pode chegar a 50%. “A tendência do futuro é de utilizar cada vez menos dióxido. Esse é o reagente-padrão, mas a indústria sente que precisa buscar alternativas, como enzimas, mais peróxido, mais oxigênio, ozônio, e o peso de cada agente determinará a opção das empresas”, aponta Jorge Luiz Colodette, doutor da Universidade Federal de Viçosa e especialista em produção de celulose.

Para ele, essa mudança fundamental foi fruto de diversos fatores. Os primeiros a levantarem a bandeira de tal necessidade foram ambientalistas e ONGs, que estimularam novas pesquisas e desenvolvimentos por parte da indústria, interessada também em minimizar seus impactos. Por conta disso, seria hoje difícil vender celulose de mercado se não fosse produzida pelo processo ECF (Elemental Chlorine Free), uma real exigência de convertedores e usuários.

Como o custo de branqueamento, segundo Colodette, é o segundo maior da fábrica, precedido apenas pelo da madeira, as pesquisas estão a todo o vapor na busca de melhorias nessa parte do processo.

Na fabricante de celulose Cenibra, por exemplo, o cloro elementar saiu do processo em julho de 2001, mas a empresa não deu o trabalho por encerrado, e a redução do consumo de dióxido de cloro também é sempre uma meta. Desde aquele ano, a empresa já conseguiu reduzir em 40% o consumo, principalmente devido à aquisição de equipamentos mais modernos. “O dióxido de cloro e o hidróxido de sódio são os insumos que mais contribuem para o custo de produção. Com a redução deles, por consequência, reduzimos o uso de ácido sulfúrico, metanol e clorato de sódio, que são insumos utilizados na produção de dióxido de cloro”, conta Leandro Coelho Dalvi, especialista da área de Meio Ambiente.

Algumas empresas ainda tentaram aderir a um processo ainda mais “limpo”: o TCF (Total Chlorine Free), mas os resultados se mostraram divergentes, tanto em relação à qualidade da celulose obtida quanto ao preço por tonelada, o que ainda torna a tecnologia pouco aplicável ao mercado. Uma possível solução adotada seria uma espécie de ECF “light”, com a redução cada vez maior da utilização de dióxido de cloro. Enquanto uma planta ECF normal consome entre 8 a 15 quilos de dióxido de cloro para fabricar uma tonelada de celulose, empresas “light” usariam 9 quilos. A Cenibra quer chegar lá e hoje utiliza cerca de 14 quilos para cada tonelada de sua polpa.

Na International Paper, a grande mudança passada no último ano foi justamente a de transformar sua planta em ECF, o que a empresa já buscava desde a década de 1990. Processos anteriores já tinham passado por alterações, como a deslignificação com oxigênio, etapa prévia ao branqueamento. “Isso já gerava uma grande economia de químicos no branqueamento e permitiu a redução do cloro elementar aplicado. Depois, foram introduzidos os estágios de peróxido de hidrogênio, cuja transformação no processo de eliminação de lignina acaba gerando apenas água”, diz Wanderlei Eduardo Perón, especialista ambiental sênior da companhia.

Na VCP, a busca por alternativas sustentáveis também passou pelo projeto de uma linha de branqueamento totalmente feito com ozônio. Por questões de mercado, o processo foi substituído por dióxido de cloro, e a meta, agora, é encontrar com as enzimas uma maneira melhor de se substituir, em mais longo prazo, o dióxido de cloro. “As enzimas são fáceis de aplicar e não sobrecarregam os efluentes. Hoje, as tecnologias da indústria de celulose e papel, particularmente as de branqueamento, são recentes e modernas, geradoras de impacto ambiental mínimo, o que permite o atendimento correto das exigências postas tanto pelas leis nacionais como pelas regulamentações dos países mais rigorosos.”

que o papel fabricado leve séculos para envelhecer”, diz o especialista ambiental da IP. Ele conta, ainda, que, entre os benefícios obtidos com a mudança para colagem alcalina, está a eliminação do uso de sulfato de alumínio, antes indispensável no processo de colagem ácida para fixação da resina às fibras. “Hoje o processo ácido caiu em desuso na grande maioria dos sistemas de fabricação de papel, especialmente de imprimir e escrever, ainda um reflexo do avanço em aditivos.”

Na parte de revestimento, Almeida, da VCP, conta que há muito a ser feito

para diminuir a utilização de químicos. A empresa também está trabalhando na substituição do látex por amido na formulação da tinta para papel couchê. “Queremos sair da linha de produtos que podem ser esgotáveis, como o látex, que vem do petróleo, e partir para matérias-primas renováveis.”

Volpini, gerente da Basf, acredita nessa mudança. A empresa está finalizando o desenvolvimento de látex baseado em matérias-primas renováveis, diminuindo a dependência dos monômeros atualmente derivados do petróleo. “A tecnologia é bastante similar

ao Ecobras, um plástico biodegradável considerado uma das dez maiores inovações da década pela revista *Exame* e pela empresa americana Monitor Consultancy”, afirma.

Nas aplicações de químicos para papel, Volpini ainda cita as mudanças nos agentes de resistência a úmido, hoje isentos de formaldeído. “Além disso, a nova base química polivinilamina, usada em agentes de resistência a seco, permite maior qualidade de resistência aos papéis produzidos com fibras recicladas ou maior participação de fibras secundárias em sua produção.” ▲

Para conhecer fornecedores de químicos para o setor de celulose e papel, consulte o Guia de Compras ABTCP, publicado anualmente. Solicite o seu exemplar à Central de Relacionamento da ABTCP pelos telefones (11) 3874-2720/2728/2733/2738 ou pelo e-mail [relacionamento@abtcp.org.br](mailto:relacionamento@abtcp.org.br).