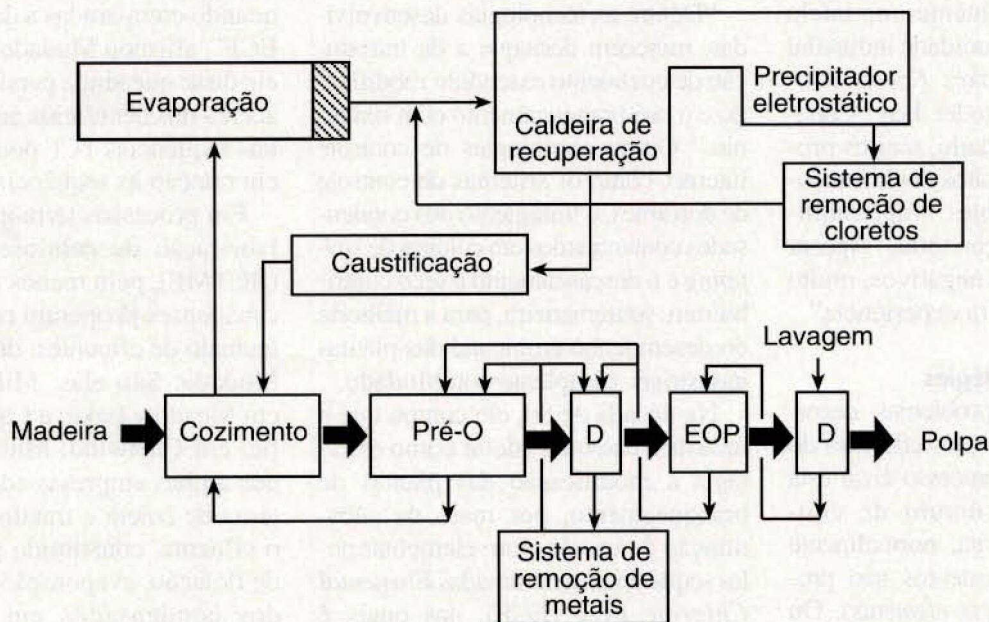


## Fechamento de circuitos na indústria de celulose e papel

Pesquisador alerta para a importância das tecnologias de fechamento de circuitos para evitar poluição ambiental e cumprir exigências ambientais legais, "cada vez mais restritiva e rigorosa"

Cláudio Mudado Silva\*



Fonte: Caron, J. R. e Williams, L. D.; "1996 TAPPI MINIMUM EFFLUENT MILLS SYMPOSIUM".

tema do processo Bleach Filtrate Recycle (BFR) da Champion International, implementado na unidade industrial em Canton

As tecnologias de fechamento de circuitos (*closed-cycle*) ou tecnologias de controle inter- (*in-plant control*) são aquelas associadas à reutilização de águas e à preservação ou recuperação de substâncias que, em um sistema convencional aberto, seriam, normalmente, lançadas ao ambiente, conforme defini o doutorando, bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) no *lp & Paper Centre - da Universidade de Toronto* no Canadá, Cláudio Mudado Silva, que chama atenção

para a importância de se refletir sobre a questão em seminários e congressos. "Este ano a ABTCP promoverá o Seminário de Avaliação do Ciclo de Vida do Produto e Fechamento de Circuito, em Vitória - ES, de 1 a 3 de setembro. Acredito que esta seja uma grande oportunidade para se discutir sobre este assunto, que ainda é um tanto polêmico quanto aos seus resultados."

Nas últimas décadas, Mudado disse que a indústria de papel e celulose vem sendo obrigada a modificar e adaptar seus processos de produção, visando melhorar seu desempenho ambiental, por meio do cumprimento das exigências ambientais legais, cada vez mais restritivas e rigorosas. "Além dis-

so, elas precisam ser capazes de satisfazer um mercado altamente competitivo e responder à opinião pública, cada vez mais atenta às questões ambientais", explicou. Mudado complementou dizendo que as fábricas produtoras de celulose branqueada, pelo processo *kraft*, têm singular importância neste contexto, devido à grande demanda de volume de água e, conseqüentemente, gerar grandes quantidades de efluentes líquidos.

"Dentre os diversos estágios que compõem o processo *kraft*, a unidade de branqueamento constitui-se na maior fonte de geração de efluentes líquidos, contendo alto teor de matéria orgânica, alta cor e, sobretudo, compostos organoclorados", frisou

Cláudio Mudado Silva, doutorando do Pq no Pulp Centre da Universidade de Toronto. Especial para a revista O Papel

Mudado. Tais compostos, por ele citados, originam-se da ligação do cloro com os precursores orgânicos presentes na madeira, quando o cloro ou compostos clorados são utilizados como agentes de branqueamento.

Ao final da década de 1960, Mudado lembrou que os pesquisadores Howard Rapson e Douglas Reeve, ambos da Universidade de Toronto, desenvolveram um processo pioneiro de recirculação dos efluentes do branqueamento para o setor de recuperação. "O sistema foi implantado como alternativa ao sistema secundário de tratamento de efluentes, no início da década de 70, na unidade industrial da antiga *Great Lakes Forest Products Ltd.*, em Thunder Bay, Canadá." Conforme Mudado, muitos problemas foram detectados devido à reutilização dos efluentes, impossibilitando sua recirculação total. "Apesar dos vários aspectos negativos, muito se aprendeu com esta experiência".

#### Dificuldades e estratégias

Um dos maiores problemas decorrentes da recirculação dos efluentes do branqueamento no processo *kraft* está relacionado ao acúmulo de contaminantes no sistema, normalmente denominados de elementos não processáveis (*non-process elements*). Ou seja, explicou Mudado, a causa do acúmulo de contaminantes no sistema é gerada pelo aumento de concentração daqueles elementos que são introduzidos, aleatoriamente, no processo, por meio da madeira, da água e/ou dos insumos químicos utilizados. Dentre os elementos citados, Mudado incluiu, ainda, o potássio, manganês, magnésio, ferro, alumínio, sílica, cálcio e bário.

"Além desses elementos, a recirculação dos efluentes do branqueamento acarreta um considerável aumento na concentração de cloretos no sistema, particularmente, quando são utilizados cloro ou derivados, neste processo", acrescentou Mudado, explicando que, em sistemas abertos, os elementos contaminantes são removidos, juntamente com os efluentes. Por outro lado, em circuitos fechados, ele disse que o acúmulo desses elementos traz uma série de problemas ao processo, "tais como

a formação de depósitos, provocando entupimento, corrosão e o desgaste de tubulações e equipamentos, sobretudo na área de recuperação".

Ainda nos anos 70, conduzida por pressões ambientalistas, a indústria de celulose e papel e, em particular, a sueca e finlandesa, adotou a estratégia de modificar e otimizar o processamento da celulose como forma de obter melhor desdesignificação antes do branqueamento. Conseqüentemente, a prática destas regras reduziu o consumo de insumos químicos e de água nesta fase do processo, concluiu Mudado.

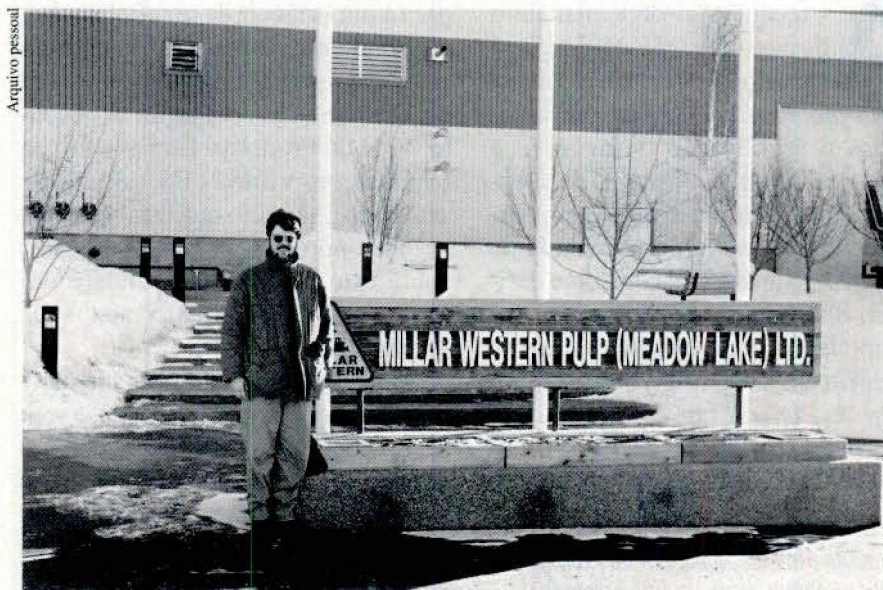
"Dentre as tecnologias desenvolvidas, merecem destaque a da introdução de cozimento estendido modificado e o pré-branqueamento com oxigênio." Outras tecnologias de controle interno, como os sistemas de controle de derrames, o tratamento dos condensados contaminados em colunas de *stripping* e o descascamento a seco contribuíram, sobremaneira, para a melhoria do desempenho ambiental das plantas industriais, complementou Mudado.

Na década de 80, ele contou que a indústria passou a adotar como estratégia a modificação das plantas de branqueamento, por meio da substituição do uso de cloro elementar pelas seqüências denominadas *Elemental Chlorine Free* (ECF), nas quais é utilizado dióxido de cloro como principal agente branqueador. Posteriormente, já na década de 1990, as in-

dústrias suecas e finlandesas implantaram as seqüências chamadas de *tal Chlorine Free* (TCF), que podem eliminar todo e qualquer composto clorado, por meio da utilização de peróxido de hidrogênio e ozônio como principais agentes químicos do branqueamento.

"Atualmente, seqüências ECF amplamente, aplicadas na indústria mundial do setor. Seqüências TCF no entanto, até o momento não são bem-aceitas, em especial na América do Norte, devido ao alto custo e qualidade ainda inferior das plantas quando comparadas a das seqüências ECF", afirmou Mudado. Além disso, ele disse que ainda persistem dúvidas acerca dos benefícios ambientais dessas seqüências TCF quando comparadas às seqüências ECF.

Em processos termomecânicos de fabricação de celulose branqueada (BCTMP), pelo menos duas fábricas canadenses já operam com o circuito fechado de efluentes, de acordo com Mudado. São elas: Millar Western em Meadow Lake, e Louisiana Pacific, em Chetwind. Mudado afirmou que ambas empresas adotam um sistema de coleta e tratamento de todo o efluente, constituído por unidades de flotação, evaporação e tratamento dos condensados em colunas de *stripping* e lagoas de polimento. O licor concentrado dos evaporadores é incinerado e a porção inorgânica



Mudado durante visita à fábrica da Millar Western, no Canadá

ma-se resíduo sólido após resfriada.”

### pesquisas e experiências industriais

É unânime a opinião de que a redução do volume de efluentes gerados no branqueamento é crucial para viabilizar sua reutilização. “O manejo, o controle do balanço de águas e o controle de derrames, bem como suas conseqüências acarretadas pela redução do volume de água, tais como o aumento de temperatura e corrosão nos equipamentos, constituem-se em importantes campos de pesquisa nos sistemas de fechamento de circuitos”, afirmou Mudado.

Para o manejo de efluentes em um sistema de fechamento de circuitos, ele pontou que existem, pelo menos, duas alternativas: reciclar os efluentes para a área de recuperação ou tratá-los separadamente em unidades independentes da área de recuperação. “Um trabalho interessante, apresentado por Peter Leadow e co-autores, na *International Non-Chlorine Bleaching Conference*, do ano passado, descreveu bem os trabalhos de pesquisa que vêm sendo desenvolvidos sobre fechamento de circuitos e suas aplicações industriais no mundo.”

Para exemplificar as pesquisas em andamento, Mudado citou o processo denominado *Bleach Filtrate Recycle* (3FR), desenvolvido pela *Champion International* e implementado em uma unidade industrial em Canton, na Carolina do Norte. Ele disse que o 3FR vem recebendo atenção especial na América do Norte, mas ainda está em fase de teste. “É constituído por duas unidades distintas de tratamento: a primeira destinada à remoção de metais do primeiro estágio D1 do branqueamento, em que se utiliza um trocador iônico. A segunda etapa é composta de um sistema de remoção de loretos e potássio das cinzas do precipitador eletrostático da caldeira de recuperação, por meio de um sistema de cristalização- evaporação, patenteado pela *Sterling Pulping Chemicals*.” Mudado afirmou, ainda, que não há publicação apresentando os resultados técnicos e econômicos definitivos sobre a eficiência deste sistema.

“Em recente seminário, *Minimum Impact Mills: issues and challenges*, promovido pela *Alliance for Environmental Technology* (AET), em Toronto, reunindo especialistas de diversas partes do mundo, foram discutidos vários aspectos do controle ambiental na indústria de celulose, destacando-se o fechamento de circuitos das unidades de branqueamento”, revelou Mudado, dizendo que deste *workshop* foram retiradas diversas conclusões sobre o tema.

Dentre os resultados, está em primeiro lugar o fato da conversão das seqüências de branqueamento para ECF e TCF ter eliminado, virtualmente, a produção de compostos clorados persistentes e bioacumulativos, dos efluentes do branqueamento. “Entretanto, conclui-se que pesquisas enfocando efeitos subletais em peixes têm mostrado que não apenas peixes expostos a efluentes do branqueamento, mas também aqueles expostos a efluentes de fábricas de celulose não-branqueada apresentam alteração em seus sistemas reprodutivos.” Este fato, conforme Mudado, sugere que tais alterações não são, necessariamente, causadas pelos compostos organoclorados dos efluentes do branqueamento, mas, provavelmente, pelos extrativos, substâncias naturais da madeira.

A segunda conclusão do seminário refere-se à eliminação total dos efluentes do branqueamento que deve ser considerada somente em situações onde há escassez de água ou onde os corpos d'água receptores não são capazes de assimilar um aumento de carga orgânica ou, ainda, se o uso de água após o lançamento tem alguma limitação específica, como é o caso da fábrica de Ngowdwana, na África do Sul, onde um pequeno corpo receptor é utilizado ao lado da fábrica para irrigar as plantações de fumo, cultura bastante sensível às altas concentrações de sais na água. “Concluiu-se, também, que a redução ou eliminação dos efluentes do branqueamento deve ser também considerada quando ela for mais atraente, sob o ponto de vista econômico, comparado à adoção de tratamento externo.

Referentes às demais conclusões, Mudado disse que tanto as seqüências ECF quanto as TCF são compatíveis à redução do consumo de água e reciclagem dos efluentes do branqueamento; o consumo de energia nas fábricas tende a aumentar devido ao acréscimo do número de equipamentos novos a serem instalados para viabilizar o fechamento de circuitos; entretanto, poderá haver um declínio na demanda de energia para produção de insumos químicos para o branqueamento; o aumento de resíduos sólidos é esperado, na medida em que, por exemplo, haverá necessidade de remover cinzas do precipitador eletrostático e metais de transição, considerados elementos não-processáveis; e, por fim, a conclusão refere-se às futuras regulamentações. “Do ponto de vista científico, espera-se que o monitoramento dos efeitos ambientais seja importante como forma de demonstrar a ausência de danos ao meio ambiente”, frisou Mudado.

“Finalmente, neste seminário, tentou-se definir o conceito de *fábrica de impacto mínimo*, contrapondo-se à idéia da *fábrica de efluente zero*. A *fábrica de impacto mínimo* é aquela que maximiza o rendimento e procura produzir produtos de alta qualidade que possam ser facilmente recicláveis e/ou incinerados sem produzir emissões tóxicas; otimiza o potencial de energia da biomassa; reduz a produção de rejeitos sólidos, líquidos e gasosos, tratando-os e dispondo-os de forma ambientalmente adequada; e otimiza os investimentos de capitais, satisfazendo a expectativa dos acionistas, dos consumidores, dos empregados e das comunidades locais, regionais e globais”, expôs Mudado.

Ele concluiu, diante dos fatos que pesquisou, que várias questões sobre o fechamento de circuitos no branqueamento parecem ainda contraditórias, ou sem uma resposta definitiva. “O que, à primeira vista, parece ser ambientalmente adequado, após uma análise crítica pode-se chegar à conclusão de que, em âmbito geral, pode haver perdas e não ganhos ambientais com a adoção de sistemas de fechamento de circuitos” (P.C.) ▲