

**SEMINÁRIO INTERNACIONAL
SOBRE FECHAMENTO DE CIRCUITO
(SET/97 - VITÓRIA - ES)**

UMA NOVA VISÃO PARA FECHAMENTO DE CIRCUITO

**NEI R. LIMA
RIOCELL S.A
BRASIL**

UMA NOVA VISÃO PARA FECHAMENTO DE CIRCUITO

Nei Rubens Lima
RIOCELL S.A.
BRASIL

O mundo busca atualmente encontrar o equilíbrio entre vivermos em padrões confortáveis, através da utilização dos recursos naturais disponíveis e, um ecossistema preservado para futuras gerações. Este equilíbrio é hoje a definição da sustentabilidade do desenvolvimento humano. Um dos recursos naturais mais empregados pela humanidade é a água e também um dos mais escassos, por isso que, o setor de Celulose e Papel que necessita deste recurso em seus processos, começou a busca de programas de racionalização drásticos no uso do mesmo. A tendência mundial, nos processos industriais, é a busca da prevenção, em termos de geração de efluentes hídricos, através da introdução das "Tecnologias Limpas" representadas através da geração mínima de efluentes, sendo relegado a um segundo plano as tecnologias "End of Pipe". Nesta busca desenfreada por novas tecnologias chegou-se a negligenciar a avaliação de risco dos novos desenvolvimentos. O setor de Celulose e Papel que é caracterizado como um segmento industrial que apresenta um potencial de impacto ambiental significativo, também foi em busca destes novos conceitos de desenvolvimento, buscando reduzir ao mínimo seu impacto ambiental. Uma fábrica de celulose é constituída em seu processo de várias fábricas, como Caustificação e Forno de cal, Caldeira de Recuperação e Evaporação, Digestor e Depuração, Branqueamento, Plantas Químicas, Máquina de Secagem, Tratamento D'água e Cloro-Soda. Cada uma destas pequenas fábricas tem hoje seus circuitos de água avaliados, visando seu fechamento. Muito tem sido alcançado na busca deste objetivo onde áreas como Caustificação e Forno de cal estão completamente fechadas, exemplos de área como Evaporação, onde os efluentes hoje gerados, comparado com Evaporação mais antigas, apresenta valores de fluxos mínimos. Sequências de Branqueamento isentas de cloro, vêm sendo instaladas em fábricas pelo mundo, como uma alternativa para fechamento de circuito na área do Branqueamento. Implantação de Sistemas de Recuperação de Perdas ou Controle de Spills, também é uma técnica sedimentada desde os anos 80, como uma técnica de prevenção. A Pré-Deslignificação com emprego de Oxigênio, é outra técnica também sedimentada nos processos de Pré-branqueamento com objetivo de reduzir carga dos efluentes do Branqueamento.

A RIOCELL é uma Fábrica de Celulose e Papel localizada na cidade de Guaíba, no Sul do Brasil, mais precisamente no estado do Rio Grande do Sul, onde produz por ano aproximadamente 300.000 TSA, de polpa de mercado e polpa solúvel, a partir de Eucalipto. Pretendemos neste trabalho desenvolver um conceito de fechamento de circuito que vimos perseguindo através de nossa área desenvolvimento de processo e ambiental. O desafio de reciclar o resíduo sólido já foi alcançado, pois 99,7% dos mesmos hoje são reciclados.

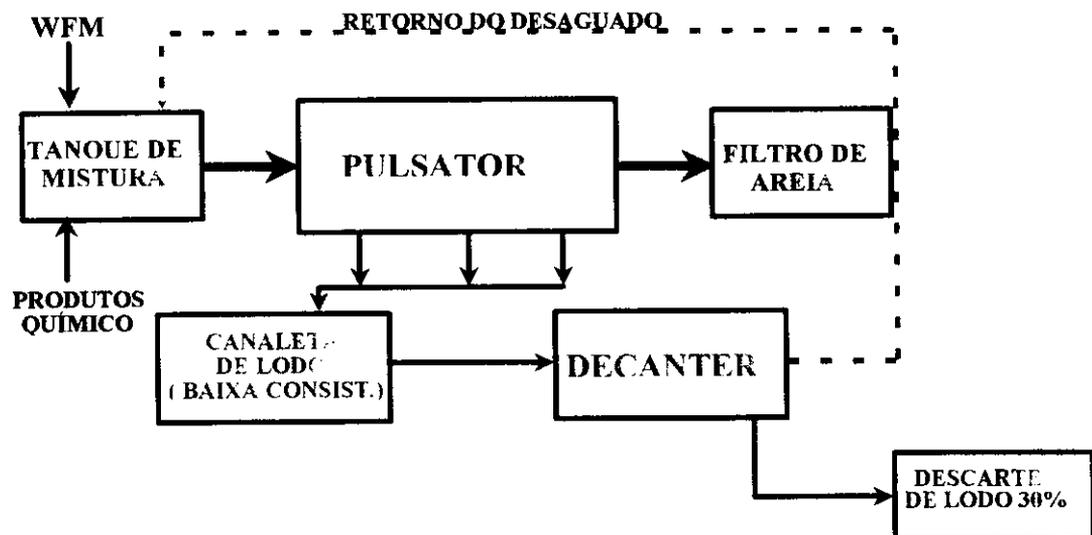
FECHAMENTO PARCIAL DO CIRCUITO DE ÁGUA NA RIOCELL

A RIOCELL vem desenvolvendo o fechamento de circuitos em algumas áreas, com intuito de reduzir significativamente seu consumo específico de água de processo e, por conseqüência, sua emissão de efluentes ao corpo receptor. A RIOCELL apresenta hoje um consumo específico de água de processo de 35 m³/TSA e de efluente em torno de 34 m³/TAD, valores estes obtidos, frutos de trabalhos desenvolvidos internamente visando fechar o circuito de

água. Salientamos que água de refrigeração não é computada neste consumo, visto que a ROCELL possui um sistema aberto para este fim, ou seja, faz um tratamento mecânico da água bruta, que após utilizada no sistema de água de refrigeração é devolvida para o rio Guaíba, limitada à temperatura de 40°C.

Hoje continuamos o trabalho na busca da recirculação e/ou segregação de efluentes. Podemos citar como exemplo, a recuperação da água do lodo descarga dos Decantadores e da primeira fase de lavagem dos filtros de areia da ETA (Estação de Tratamento D'Água). Este sistema consiste em recalcar o lodo de baixa consistência, oriundo das etapas acima citadas, e através de uma centrífuga tipo Decanter, concentrar este lodo até 30%, para após então juntá-lo ao lodo da ETE (Estação De Tratamento de Efluentes) e o desaguado enviar para entrada da ETA sob forma de água bruta.

REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DOS (UTILIZANDO CENTRIFUGA TIPO DECANTER



A NOVA VISÃO PARA FECHAMENTO DE CIRCUITO

Como descrevemos anteriormente, a busca por Tecnologias Limpas e fechamento de circuitos dos processos, tem relegado os tratamentos ou tecnologias "End of Pipe" para um segundo plano e, algumas vezes até, relegados a um sucateamento. Ambas alternativas devem sempre ser consideradas, entretanto, julgamos que as tecnologias "End of Pipe" necessitam avançar e o mesmo cuidado deve ser dispensado a esta alternativa.

Muitas empresas do setor de celulose e papel, apresentam excelente performance ambiental, em termos de efluentes líquidos, em função principalmente de dois aspectos: o emprego de tecnologia de processo atualizada e/ou o emprego de um bom tratamento de efluentes. No caso da RIOCELL o principal motivo de seu bom desempenho ambiental, se deve principalmente pela boa qualidade do seu sistema de tratamento de efluentes hídricos terciário. Outro bom exemplo é a empresa BAHIA SUL que apresenta uma excelente performance ambiental, semelhante à RIOCELL, tendo um tratamento secundário. Outros

bons exemplos brasileiros podemos ver na figura II. Constatamos que, independente do avanço tecnológico no âmbito de processo, sempre teremos um efluente residual a tratar, queira mais diluído ou mais concentrado e a partir desta configuração julgamos que, se possuímos um bom tratamento de efluentes hídricos, poderemos projetar a transformação deste efluente em água de processo, tornando este processo viável.

| PERFORMANCE AMBIENTAL (EFLUENTES HÍDRICOS) | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|
| FÁBRICAS DE PROCESSO KRAFT BRASILEIRAS | | | | |
| VALORES LIMITES (Kg / TAD) | | | | |
| FÁBRICAS | DBO | DOO | TSS | AOX |
| <i>FÁBRICA A</i> | 2.1 | 25 | 1.9 | 0.3 |
| <i>FÁBRICA B</i> | 3.5 | 17 | 3.6 | 0.5 |
| <i>FÁBRICA C</i> | 0.32 | 4.2 | 0.7 | 0.15 |
| <i>FÁBRICA D</i> | 2.30 | 23 | 6 | - |

FIGURA II

Sabemos que o fechamento de circuito apresenta um conjunto de problemas para o processo que precisam ser equacionados como a concentração de sais e de material orgânico e da temperatura. Estas variáveis irão determinar o nível de fechamento que poderemos atingir. Também, em se tratando de planta piloto, sabemos que podemos alcançar um bom nível de fechamento, embora ainda não sabendo, em toda a sua extensão, o reflexo deste fechamento na obtenção da polpa ou do produto papel. A RIOCELL vem desenvolvendo a aplicação da tecnologia de Osmose Reversa no fechamento de seu circuito. Neste trabalho descreveremos basicamente o conceito que tem orientado nosso desenvolvimento, além de apresentar alguns resultados já obtidos em planta piloto laboratorial. Nosso intuito é lançar uma reflexão: de que a busca da redução da utilização do insumo água passa pelo tratamento de efluentes hídricos, transformando o efluente tratado em matéria prima para obtenção de água de processo. Dessa forma, entendemos que o fechamento de circuito de água não deve restringir apenas a novas tecnologias no processo de produção de celulose. O próprio sistema de tratamento e purificação dos efluentes pode ser uma alternativa viável, atrativa e segura.

PLANO BÁSICO DO DESENVOLVIMENTO

Tipo de efluente:

Como a RIOCELL possui tratamento terciário (ver fig.III), avaliamos a condição de fechar o circuito através dos efluentes secundários, pois desta forma a viabilidade econômica seria maior. Esta alternativa inviabilizou-se pela diferença da concentração de sólidos suspensos do efluente secundário (100 mg/l) para o terciário (20 mg/l), o que resultaria no super dimensionamento de um pré-tratamento. A partir desta inviabilização iniciamos a trabalhar com fechamento de circuito através do efluente terciário.

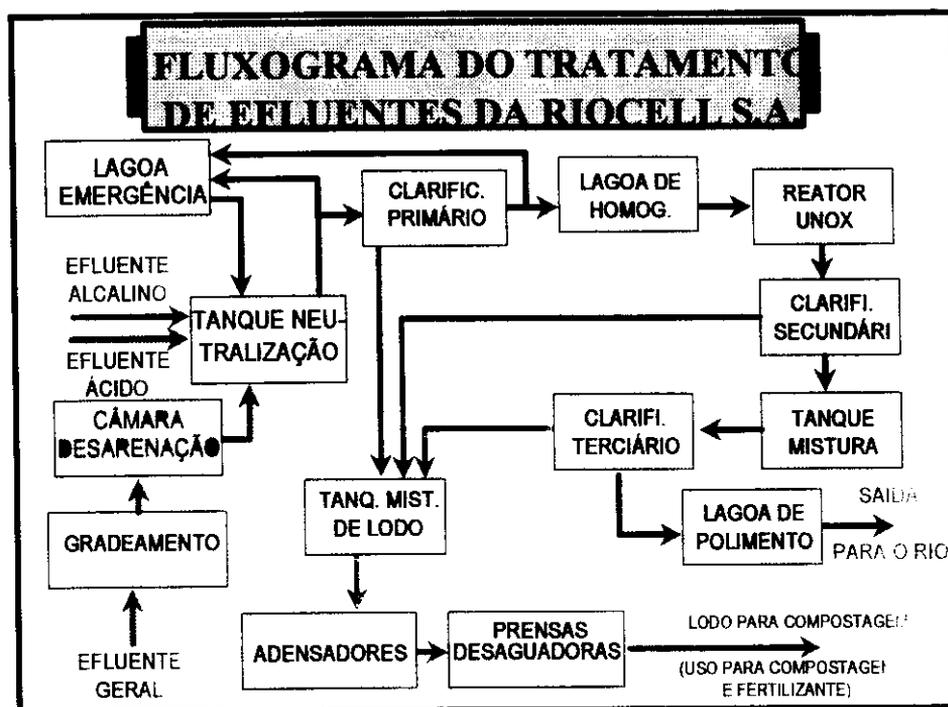


FIGURA III

Tipo de Membrana:

Podemos definir Membranas como: materiais utilizados em processos de separação seletiva para purificação de correntes fluidas (líquidas ou gasosas) sem mudança de fase. Suas aplicações industriais são representadas na tabela I.

Tinhamos como processos alternativos para obtenção de água tratada Osmose Reversa e Nanofiltração. O fator determinante da escolha gera a qualidade da água para utilizar no processo de obtenção de celulose. A alternativa mais interessante seria a Nanofiltração pois teríamos condições de trabalhar em uma faixa mais baixa de pressão o que representaria um ganho de energia e provavelmente um ganho na Vida Média da membrana. Realizamos testes com os dois tipos de membranas obtendo os resultados apresentados na figura IV.

Tabela I - Caracterização dos Processos de Separação com Membranas (1)

| Processo | Força Motriz | Material Retido | Material Permeado |
|--------------------|---------------------------------|---|------------------------------|
| Osmose Reversa | diferença de pressão (7-60 atm) | todo material solúvel ou suspenso $PM > 50^*$ | água (solvente) |
| Nanofiltração | diferença de pressão (3-14 atm) | moléculas orgânicas (PM 200-400), sais de ions divalentes | água (solvente) |
| Ultrafiltração | diferença de pressão (1-7 atm) | colóides macromoleculares $PM > 5.000$ | água (solvente) e sais |
| Microfiltração | diferença de pressão (1-5 atm) | silica em suspensão bactérias $PM > 500.000$ | água e sólidos dissolvidos |
| Diálise | diferença de concentração | moléculas de alto PM em suspensão $PM > 1.000$ | ions e orgânicos de baixo PM |
| Eletrodialise | diferença de potencial elétrico | não iônicos e macromoléculas | ions |
| Permeação de gases | diferença de pressão | gás menos permeável | gás mais permeável |
| Pervaporação | diferença de concentração | líquido menos permeável | líquido mais permeável |

* Peso Molecular

Podemos constatar que para turbidez e cor os desempenhos são semelhantes, entretanto, para sódio e cloretos a remoção na Nanofiltração foi inferior a redução obtida na Osmose Reversa, mostrando que a Osmose é mais indicada para remoção de parâmetros críticos como sódio e cloretos.

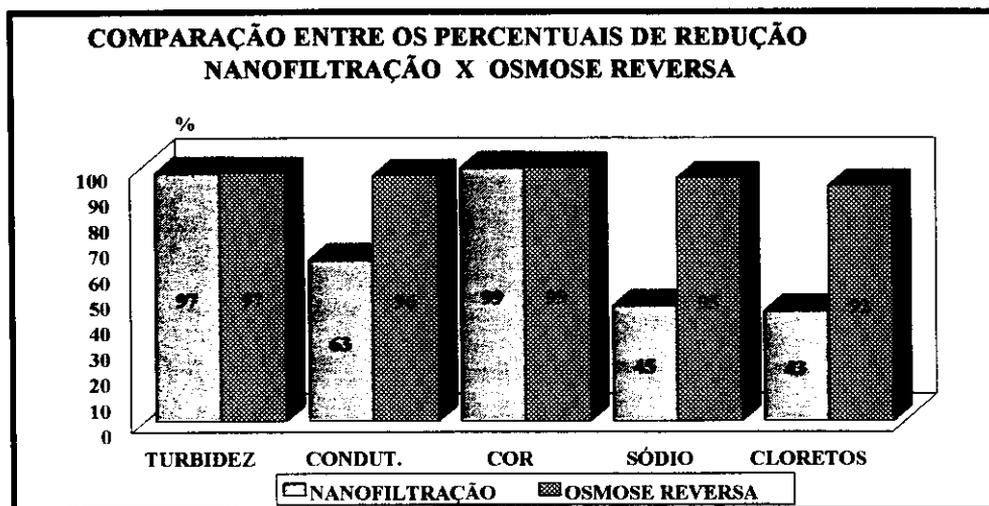


FIGURA IV

DESEMPENHO DO SISTEMA:

Após a análise dos parâmetros básicos como cor, turbidez, sódio e cloretos, começamos a avaliar outros elementos e avaliar o comportamento da concentração, de acordo com o desenho da figura V. Podemos afirmar que os resultados foram satisfatórios, conforme são indicados na figura VI e VII. Todos os testes foram realizados utilizando 65% de recuperação sob a forma de permeado. A temperatura de operação ficou em torno da média de 34°C. A temperatura é um parâmetro que necessita ser avaliado, pois a sua subida representa uma taxa de vazão maior através da membrana e também o aumento de taxa de passagem de sais. Visando concluir este desenvolvimento a RIOCELL adquiriu um planta piloto com capacidade de 100 l/h, onde pretendemos avaliar alternativas de redirecionamento do concentrado, que no projeto inicial prevíamos retornar totalmente para o tratamento secundário. Pretendemos avaliar a condição de gerar água desmineralizada a partir do concentrado, visto que, em função das concentrações salinas elevadas, a aplicação da Osmose torna-se mais atraente. Pretendemos também desenvolver aplicação de bioaditivos na corrente de concentrado visando amenizar a carga orgânica de retorno à ETE. A desconcentração do sistema deve ocorrer via efluente enviado ao corpo receptor em balanço com a concentração de sais na entrada da ETE.

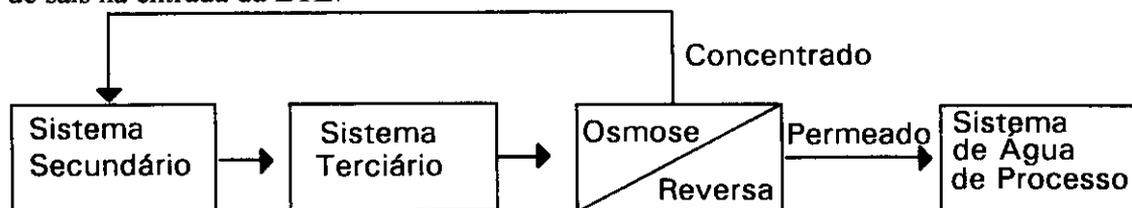


FIGURA IV

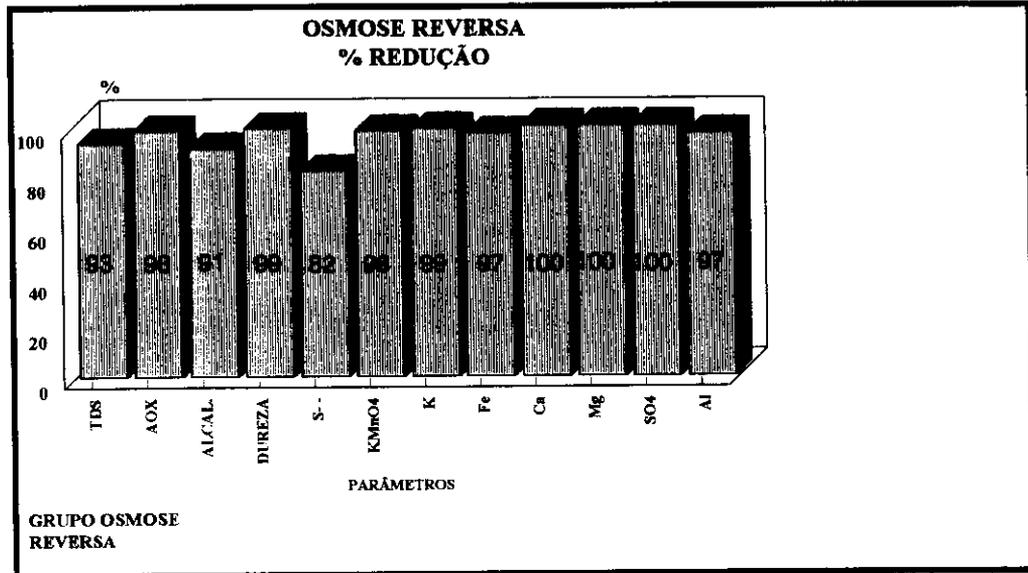


FIGURA VI

FECHAMENTO DE CIRCUITO DE ÁGUA TRATAMENTO QUATERNÁRIO

| ESTÁGIO | KG/TSA | | | | |
|-------------------------|-----------------|-------|------|------|-----|
| | Cl ⁻ | AOX | DOO | DBO | COR |
| EFLUENTE BRUTO | 25 | 0.50 | 55 | 15 | 120 |
| T.PRIMÁRIO | 22 | 0.35 | 26 | 8 | 100 |
| T.SECUNDÁRIO | 22 | 0.28 | 15 | 0.9 | 180 |
| T. TERCIÁRIO | 18 | 0.12 | 4 | 0.3 | 20 |
| FILTRACÃO | 18 | 0.10 | 2.3 | 0.25 | 13 |
| OSMOSE REVERSA | 1.5 | 0.002 | 0.25 | 0.1 | 0 |
| EFICIÊNCIA TOTAL | 94 | 99.6 | 99.5 | 99.3 | 100 |

FIGURA VII

CONCLUSÃO

Considerando que: as novas tecnologias ainda geram volumes de efluentes, que muitas fábricas não dispõem de condições de adquirirem estas novas tecnologias e suas unidades industriais possuem uma vida útil elevada, acreditamos que a tecnologia End of Pipe deve ser encarada como uma oportunidade e uma alternativa de sustentabilidade, através do aprimoramento das tecnologias atuais e do desenvolvimento de tratamento terciários e/ou quaternários para buscar a transformação de efluentes em água de processo ou considerando as legislações emergentes em alguns estados do Brasil e vigentes em outros, da tributação do recurso hídrico, cabe avaliar a condição de transformar o efluente em matéria prima do processo de obtenção de água de processo ou seja em água bruta.