



Fechamento do Circuito de Águas do Processo de Fabricação de Papel

Paper Machine Closure of the White Water System

Cerramiento de Circuito de Aguas del Proceso de Fabricación de Papel

Resumo

O trabalho relata a experiência de quatro empresas produtoras de papel *kraft* e cartolina que empreenderam o fechamento de circuito de águas do processo. A trajetória das dificuldades enfrentadas e soluções adotadas é descrita a partir de situações diferenciadas em direção ao objetivo comum. Os resultados obtidos e os projetos para o futuro obedecem à concepção, explícita na conclusão, de um processo constituído por etapas gradativas.

Palavras-chave: fechamento de circuito, redução do consumo de água, recirculação de água.

Introdução

As conseqüências da atividade industrial e do progresso tecnológico despertaram a consciência dos diversos setores da sociedade para a necessidade de preservar os recursos naturais do planeta. Atualmente, pressionadas por essa tendência, as indústrias buscam adequar-se às exigências legais destinadas a proteger o meio ambiente, por meio de ações, como modificações do

*Benedito Maciel Arantes

**Jorge L. de Miranda

***Norma Perez

****Robson Dutra de Souza, Fernando José Nery e Ana Maria Patar

*****Valdir Moreira Ribeiro

The paper describes the experience of four cartoline/kraft paper producers, which have undertaken the closure of their white water systems. The difficulties faced along this process are showed, as well as the solutions adopted depending upon different conditions toward a shared objective.

Their results and further projects derive from the conception of a process comprising gradual stages, according to the Committee's conclusion.

Key-words: paper machine closure, water consumption reduction, water recirculation

processo, que reduzam a geração de efluentes na fonte; desenvolvimento de tecnologias para tratamento externo; recuperação; e reaproveitamento de insumos.

A tributação dos recursos hídricos, em fase de regulamentação, é também um outro fator motivador especificamente para a implementação de projetos de fechamento de circuitos e otimização do consumo de água fresca.

O trabalho empreendido pela Comissão Técnica Permanente de Reciclagem da ABTCP, em parte composta pelos autores deste artigo, tem como objetivo divulgar experiências que possam auxiliar as pequenas e médias empresas do setor papeleiro, as quais têm dificuldade em realizar investimentos de grande porte na área ambiental. O estudo partiu de um levantamento sobre o consumo de água fresca nas empresas que utilizam aparas como matéria-prima em seus processos de produção de papel *kraft* e cartolina (tabela A). O levantamento mostrou diferenças relevantes de consumo entre as empresas que responderam à pesquisa, sinalizando dificuldades específicas relacionadas aos processos, localização e outras variáveis.

COMISSÃO TÉCNICA PERMANENTE DE RECICLAGEM DA ABTCP INTEGRADA POR / ABTCP RECYCLING TECHNICAL COMMITTEE, COMPOSED BY - *IBERKRAFT IND. DE PAPEL E CELULOSE LTDA.; **IND. DE PAPEL R. RAMENZONI S/A; ***ABTCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL; ****RIGESA CELULOSE PAPEL E EMBALAGENS LTDA.; *****PARAIBUNA PAPÉIS S/A

Tabela A - Levantamento sobre consumo de água (Inventário ABTCP 1999)

Empresa	Consumo de água m ³ /t de papel produzido	
	Atual	Projeto
A	8	
B	4	
C	12,8	5,7
D	22 a 25	
E	24,9	14
F	20,9	4
G	10,7	
H	56,4	

Estudo de Casos

Caso I

A Iberkraft produz predominantemente papéis *testliner*, com cobertura de celulose *kraft* não-branqueada e, eventualmente, *white top testliner*, com cobertura de celulose branqueada, caracterizando-se pela utilização de formadoras cilíndricas convencionais. A produção média mensal é de 2.500 toneladas, expedidas em sua totalidade como bobinas de 2,43m de largura, para a confecção de caixas, chapas e acessórios para a indústria de embalagens do Grupo Ibéria.

Histórico e situação atual

Com a disposição de regularizar sua situação junto ao órgão de meio ambiente do Estado, Instituto Ambiental do Paraná (IAP), desde março de 1999 a empresa vem operando com fechamento parcial do circuito, quando reduziu o consumo de água fresca de 30 para 4 m³ por tonelada de papel produzido. Recentemente, a introdução de novos chuveiros elevou este valor para 5 m³.

O objetivo principal do fechamento foi possibilitar o tratamento secundário do efluente por meio de lagoas aeradas, devido ao custo mais baixo de implantação e pelo fato de que as mesmas já haviam sido preparadas em época anterior, mas com um volume insuficiente para as vazões existentes.

Fluxograma de Recirculação de Água - Caso I

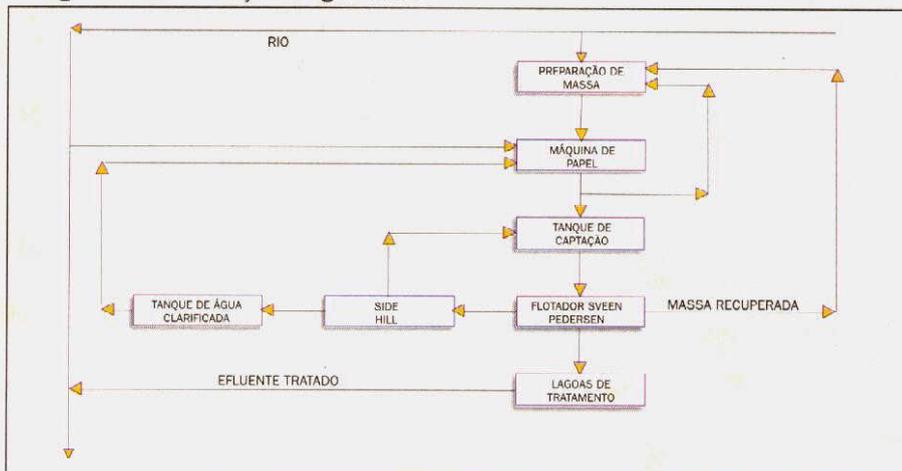


Tabela I - Análise da Água Clarificada - Caso I

	DBO5 (mg/l)	Sólidos Dissolvidos Totais (mg/l)	Sólidos Sedimentáveis (ml/l/h)	Sólidos Suspensos Totais (mg/l)
Antes do fechamento	< 1000	N.D.	N.D.	<100
Após o fechamento	1500-2000	~3000	4-30	200-250

Embora o tratamento primário existente, Flotador Sveen Pedersen, estivesse funcionando com boa eficiência, o aproveitamento da água clarificada em substituição à água fresca só foi possível com a utilização de um equipamento de filtração, no caso uma Side Hill, para garantir que as alterações esporádicas de eficiência do flotador não aumentassem a concentração de sólidos suspensos, a ponto de impedir o funcionamento de chuveiros ou prejudicar o desempenho dos feltros da máquina.

Atualmente, a água fresca está sendo utilizada somente na preparação química, chuveiros de limpeza de alta pressão (agulha), chuveiro de limpeza de baixa pressão (leque) do primeiro feltro, refrigeração de redutor e freio da rebobinadeira e reposição na geração de vapor.

No início da operação com fechamento parcial do circuito houve uma elevação imediata da temperatura da água branca e, conseqüentemente, na drenagem, proporcionando um aumento de produção sem custo adicional de energia. Entretanto, houve um acréscimo no consumo de cola e no nível de espuma do sistema. A passagem da cola-gem neutra, até então utilizada para colagem

Tabela II - Análise de Depósitos na Tubulação de Água Clarificada - Caso I

DETERMINAÇÕES	Amostra A	
	Base T/Qual	Base Seca
UMIDADE A 105°C (%)		
ORGÂNICOS A 525°C (%)		4,59
Extrativos em Diclorometano (%)		
Extrativos em Toluol/ Etanol (%)		
PERDAS A 1000°C 525°C (%)		8,39
INORGÂNICOS A 1000°C (%)		86,77
Sílica (%SiO ₂)		0,03
Potássio (%K ₂ O)		0,08
Sulfato (%SO ₃)		1,00
Fosfato (%P ₂ O ₅)		0,00
Cálcio (%CaO)		1,09
Magnésio (%MgO)		0,08
Ferro (%Fe ₂ O ₃)		81,65
Manganês (%MnO)		0,04
Alumínio (%Al ₂ O ₃)		1,68
Zinco (%ZnO)		0,19
Sódio (%Na ₂ O)		0,73
Cobre (%CuO)		0,20
Cromo (%Cr ₂ O ₃)		0,00
TESTES QUALITATIVOS		
Presença de CO ₂		Negativo
Presença de ferro magnético		Positivo

alcalina (AKD), reduziu em parte o acréscimo do custo específico deste item, reduzindo também o nível de espuma. Além disso, houve uma acentuada geração de odores nas águas de processo que, por outro lado, não se manifestam no papel fabricado.

Hoje também é possível afirmar que, devido ao fechamento do circuito, o número de quebras da folha na seção de prensas aumentou acentuadamente e, provavelmente, pela redução das dimensões dos sólidos suspensos, a eficiência do flotor diminuiu, embora não tenha ocorrido entupimento de bicos de chuveiros por este motivo.

Cabe lembrar aqui que a massa recuperada do tratamento primário continua sendo utilizada totalmente no processo, na camada de suporte.

Projeto em andamento

Como o fechamento do circuito de água bascia-se no reaproveitamento da água clarificada, a empresa está preocupada em garantir maior qualidade desta água. Para tanto, pretende otimizar a instalação com o uso de um equipamento de filtração para a água branca, antes de enviá-la ao flotor.

A busca por uma elevação da retenção tem sido constante, e já foi alcançado um acréscimo de 20%, embora os valores absolutos ainda sejam muito baixos comparados com máquinas de mesa plana, dadas as características conceituais da forma cilíndrica e, evidentemente, à gramatura utilizada por forma, que está em torno de 33 g/m² para um papel de 130 g/m².

A Licença de Instalação para o tratamento de efluentes já está aprovada pelo IAP e em aproximadamente seis meses o tratamento secundário estará operando.

Desde o início optou-se por não efetuar nenhum programa de controle microbiológico enquanto não ficasse caracterizada a sua necessidade. Com a elevação do número de quebras de folha e, mais recentemente com a detecção de um forte ataque corrosivo na linha de água clarificada que alimenta os chuveiros da má-

quina e demais pontos de recirculação, foi realizado o acompanhamento da bioatividade do circuito. Nas próximas semanas terá início o controle microbiológico à base de biocida não-oxidante de largo espectro, com ação bactericida/algicida e fungicida e alta velocidade de reação, da Hércules. O problema de corrosão já foi identificado como decorrente da presença de bactérias redutoras de sulfato (BRS), devido à baixa acração da linha.

As soluções aos problemas ocorridos estão sendo encaminhadas. Assim, a Iberkraft pretende manter a taxa de consumo de água fresca próxima do valor atual, embora seja possível um acréscimo para 6 m³/t devido à instalação de chuveiros de alta pressão, pelos benefícios conseguidos, o que está em consonância com a atual tendência do setor e exigências ambientais e ecológicas.

Resultados alcançados

As vantagens obtidas com o fechamento do circuito foram:

- Incremento da produção em aproximadamente 8% pela elevação da temperatura da água branca;
- Redução do custo de implantação e, futuramente, de operação do tratamento secundário de efluentes;
- Redução do valor cobrado pelo uso da água em um futuro próximo. No Estado do Paraná, a lei que implanta o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SEGRH foi sancionada, em 26/11/99, restando sua regulamentação, a partir da qual, em um prazo de 18 meses, deverá ser iniciada a cobrança pelo uso dos recursos naturais. Em um primeiro ensaio, com os valores propostos e nas condições atuais de fechamento do circuito, o custo de produção sofreria um acréscimo de 0,20%. Sem o fechamento, este valor se elevaria facilmente para 1,20%.

Caso II

As Indústrias de Papel R. Ramenzoni

Tabela III - Medição da Bioatividade em Diversos Pontos do Circuito - Caso I

Ponto da coleta	PH (25°)	Valor obtido (url)
Tanque de água branca clarificada	6,70	35000
Água branca da forma suporte	7,58	58000
Água branca da forma capa	7,05	27000
Tanque pulmão	7,50	68000
Água dos chuveiros	6,70	35000
Água do rio (make-up)	7,70	920

Tabela IV - Qualificação da Atividade Microbiológica - Caso I

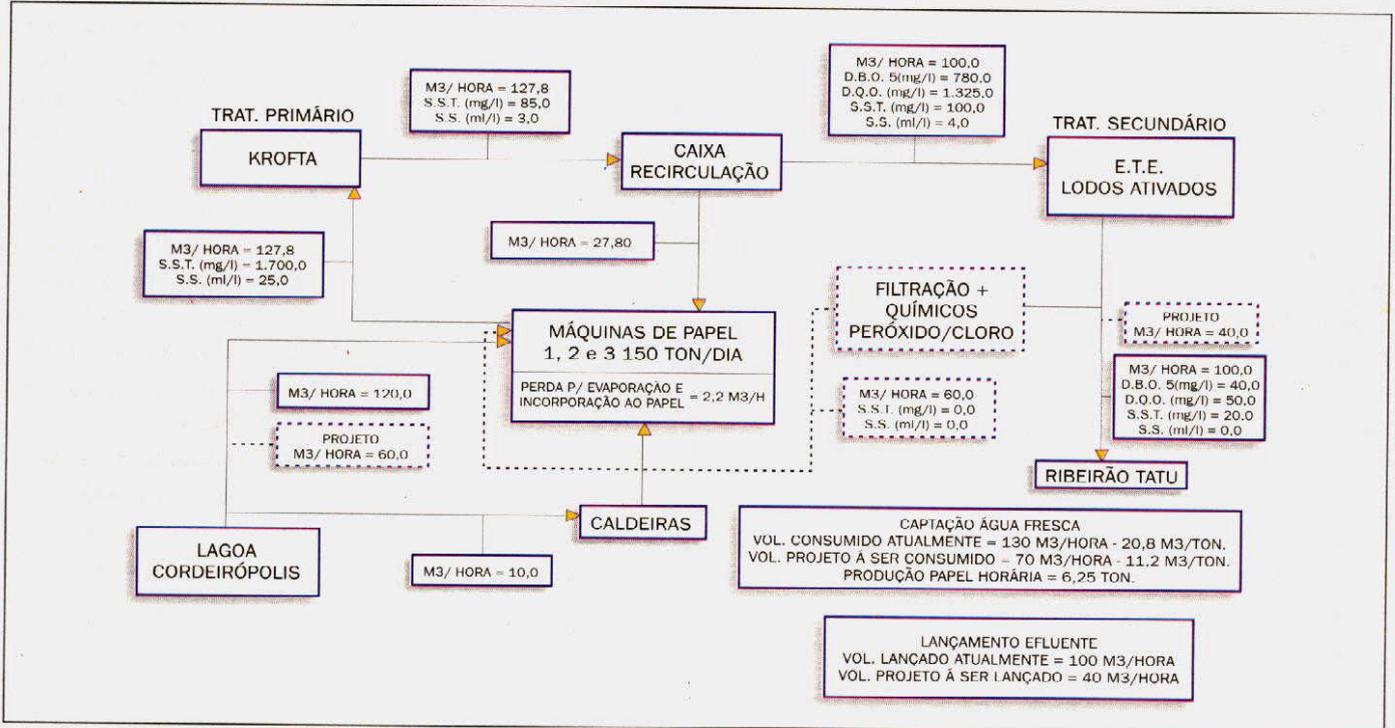
Ponto da coleta (tanque de água clarificada - alimentação dos chuveiros)	Unidades formadoras de colônia (UFC)
Bactérias aeróbicas total	6,0 x 10 ⁷
Fungos	4,0 x 10 ²
Leveduras	8,0 x 10 ³
Ponto da coleta (água branca forma suporte - ponto de maior bioatividade)	Unidades formadoras de colônia (UFC)
Bactérias aeróbicas total	2,2 x 10 ¹⁰
Fungos	1,0 x 10 ³
Leveduras	2,6 x 10 ³
Ponto da coleta (tanque pulmão - coleta os excessos de água e envia ao recuperador de fibra)	Unidades formadoras de colônia (UFC)
Bactérias aeróbicas total	6,8 x 10 ¹¹
Fungos	1,3 x 10 ⁴
Leveduras	1,6 x 10 ⁴
Ponto da coleta (água do rio - make-up do sistema)	Unidades formadoras de colônia (UFC)
Bactérias aeróbicas total	4,0 x 10 ⁴

Tabela V - Avaliação da Presença de Bactérias Redutoras de Sulfato - Caso I

Ponto da coleta	Unidades formadoras de colônia (BRS/ml)
Água clarificada que chega aos chuveiros	1,0 x 10 ³
Depósito presente na parede dos tubos	> 1,0 x 10 ⁴

produzem uma grande variedade de tipos de papéis e cartões em suas três máquinas de papel. As configurações dessas máquinas são bastante específicas. A MP-1 é constituída por três cilindros formadores, com sistema de transbordo e recirculação

Fluxograma - Consumo Água Fresca/ Recirculação Água - Caso II



de massa; a MP-2 é constituída de mesa plana; a MP-3 é mista, compreendendo o sistema de cilindro formador e mesa plana. Estas máquinas produzem 4.500 t/mês; entre 22 tipos de papéis e cartões.

Histórico e situação atual

O sistema de reaproveitamento de água é bastante utilizado no processo produtivo, tendo sido instalados 2 Sveen Pedersen, 2 Side Hill e 1 clarificador tipo Sedifloat Krofta para esta finalidade. No início do programa de recirculação de água foi preciso aprimorar o tratamento biocida pelo aquecimento da água e a concentração de inorgânicos dissolvidos (aumento da condutividade).

Atualmente, com esse programa, o consumo de água fresca está em 20,80 m³ por tonelada de papel, sendo esse consumo relacionado diretamente com o volume de água fresca captado, hoje em 130 m³ por hora. Sua utilização é feita onde a qualidade da água é fator primordial para

o bom funcionamento dos equipamentos: reposição dos circuitos fechados, geração de vapor, preparo de produtos químicos, selagem de bombas de vácuo e bombas de massa, chuveiros de limpeza e formadores (pichassos).

Projeto em andamento

A empresa está projetando reduzir seu consumo de água para 11,20 m³ por tonelada de papel, através da recirculação do efluente da E.T.E. de lodos ativados. Para obter a qualidade necessária da água, está prevista a instalação de um sistema de filtração no efluente da E.T.E., para a total eliminação de sólidos suspensos e a adição de peróxido de hidrogênio ou cloração, para a eliminação de orgânicos dissolvidos. Assim, o consumo de água fresca ficaria restrito a pontos muito específicos, como geração de vapor, preparo de produtos químicos etc.

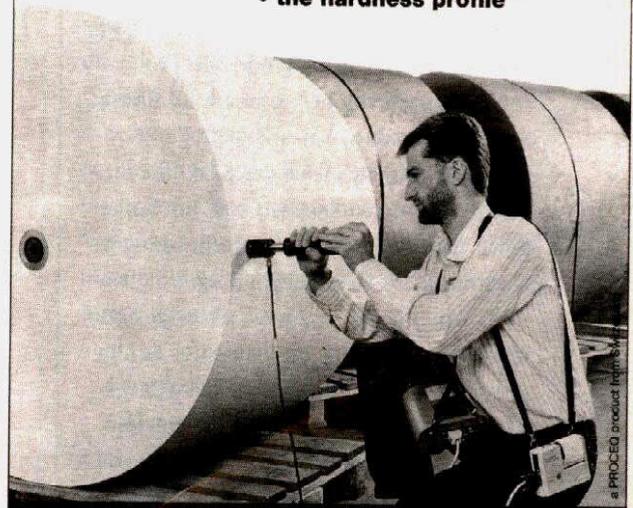
O fluxograma geral de consumo de água fresca mostra o sistema atual e o projeto em implantação.

PAROtester²
MADE IN SWITZERLAND

For evaluation of paper and foil rolls (films)

Measures fast and objectively:

- the reel hardness
- the variation in hardness
- the hardness profile



Objective • Simple • Accurate • User-friendly • Robust

PROCEQ SA • Riesbachstrasse 57 • CH-8034 Zurich/Switzerland
Tel. +41 1 389 98 00 • Fax +41 1 389 98 12 • E-Mail: info@proceq.com

ISO
9001

proceq

Caso III

A Paraibuna Embalagens produz predominantemente papéis miolo, capa e eventualmente papel branco a partir de aparas 100% recicladas.

Histórico e situação atual

Com um volume médio inicial de 150 m³/h, a redução do volume de água industrial no circuito começou a ser um fator de grande preocupação. Embora já contando com uma estação de tratamento primário, tipo Sedflot, toda a água enviada a esta estação era lançada no corpo receptor (rio).

Para diminuir o volume de água captado, iniciou-se a recirculação de parte da água lançada no corpo receptor, que passou a ser utilizada na desagregação do papel, chuveiros da mesa plana e chuveiros das peneiras vibratórias. Para reduzir ao máximo o volume de tratamento, todo o efluente era lançado em uma lagoa (tanque pulmão); parte dele retornava para desagregar as aparas, e parte era encaminhada para o tratamento.

A fim de não aumentar a concentração de sólidos na lagoa, foi instalada uma peneira tipo Estática, seguida de uma peneira tipo Side Hill, garantindo que materiais sólidos vindos do processo ficassem retidos e somente as fibras retornassem ao processo.

O início do fechamento parcial do circuito foi marcado com a instalação de um Super Filtro, permitindo o aproveitamento da água clarificada em substituição à água industrial. Atualmente, a água industrial está sendo usada somente nos chuveiros de alta pressão, chuveiros dos feltros, água de resfriamento e geração de vapor. A princípio, pôde-se observar uma pequena elevação da temperatura da água branca, acompanhada de um aumento na turbidez. Este trabalho começou a aproximadamente seis meses.

Projeto em andamento

A empresa pretende reduzir o volume

de água captada em até 85%, e o volume lançado ao corpo receptor em até 80%. Será necessária a construção de uma estação de tratamento secundário, para garantir a qualidade da água lançada no corpo receptor.

Resultados alcançados

- Diminuição do volume de água no circuito, aumentando a eficiência da estação de tratamento;
- Diminuição do consumo de produtos químicos;
- Redução da potência de motores e queda no consumo de energia elétrica, em função da desativação de algumas bombas.

Caso IV

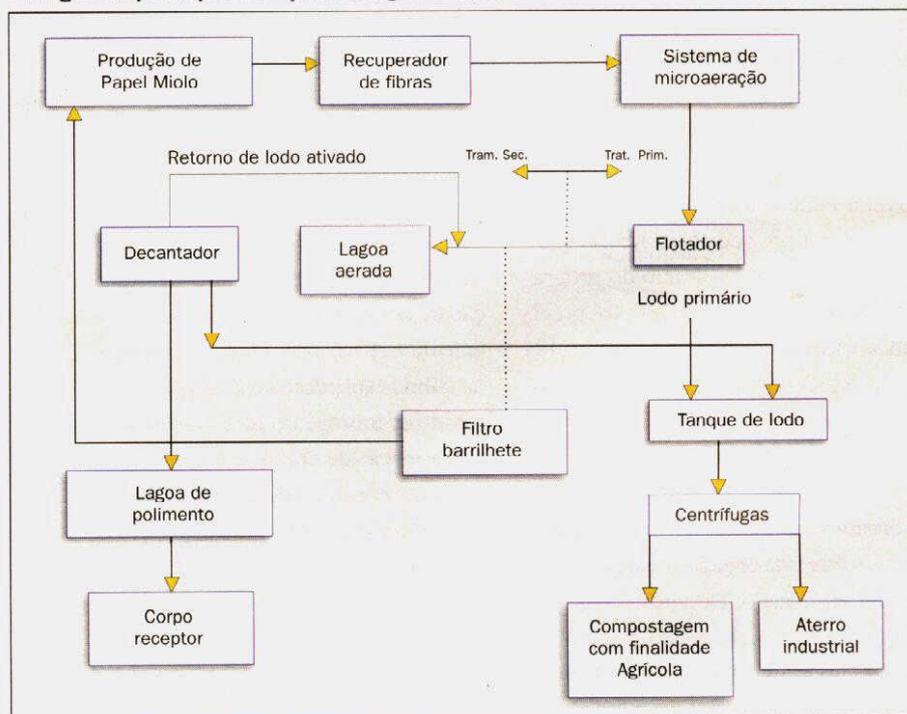
O objetivo principal do projeto da Rige-sa é a otimização do reúso da água, a partir do fechamento máximo do circuito de água branca do sistema de produção de papel miolo. Este objetivo está relacionado à melhoria da qualidade do efluente primário, resultando em ganhos de produtividade e melhoria da qualidade do efluente final.

Histórico e situação atual

O projeto baseou-se primeiramente na análise da água branca do processo. Verificou-se ainda a necessidade de instalação de equipamentos, para diminuir ao máximo o volume de sólidos enviado para o tratamento secundário e possibilitar a utilização da água tratada no processo produtivo. A análise do volume de contaminantes orgânicos e inorgânicos presentes na água branca direcionou as ações que iriam garantir uma boa performance no tratamento primário. Depois de vários estudos foi definida a instalação de um sistema de microaeração em conjunto com a adição de produtos químicos no tratamento primário, para garantir o menor volume de sólidos na água tratada.

Este trabalho reduziu a carga de sedimentos em aproximadamente 95%. Como existe variação no fluxo do tratamento primário, foram instalados filtros de barrilheite na entrada das máquinas. Após assegurar uma água de boa qualidade com o trabalho realizado no tratamento de efluentes, os esforços foram direcionados à retenção

Fluxograma após implementação do Programa - Caso IV



das máquinas de papel, para evitar o acúmulo de cargas no sistema a partir da utilização da água do efluente. O aumento da retenção foi surpreendente, possibilitando um ganho de 15 pontos percentuais.

A utilização de água de *make-up* era de 120 m³/h, o que representa um consumo de 11,5 m³/t de papel. Iniciou-se a utilização de água tratada até atingir uma redução de 50 m³/h, em aproximadamente 60 dias, empregando-se 70 m³/h de água, o que corresponde a um consumo de 7 m³/t de papel. Estas modificações não provocaram nenhuma alteração no processo. A empresa pretende manter-se nestes níveis e retornar ao volume inicial por 30 dias, para análises mais profundas no sistema.

Resultados alcançados

Melhorias alcançadas na área ambiental:

- Melhor performance, tanto no controle como na eficiência do sistema de tratamento de efluentes;

- Redução na geração de resíduos sólidos (lodo) e conseqüente redução do consumo de produtos químicos e energia elétrica;

- Possibilidade de reutilização de água no próprio circuito interno de água branca;

- Aumento da vida útil do aterro industrial.

Melhorias no processo:

- Melhoria da performance da ETE, com a redução de efluente tratado;

- Redução do consumo de água de captação;

- Redução do consumo de energia elétrica na ETE.

Conclusões

O fechamento de circuitos é uma ação decisiva no controle preventivo da poluição. A opção pela sua implantação deve considerar vantagens, como:

- Redução do consumo de água e do custo de sua captação, preservando um bem finito;

- Redução dos efluentes gerados no processo e a conseqüente redução dos custos de implantação e operação da ETE.

No entanto, o consenso geral é de que a reutilização dos efluentes não deve comprometer o custo e a qualidade do produto final. O uso de água recuperada provoca conseqüências adversas no processo, como a formação de depósitos e incrustações nas tubulações e equipamentos, entupimentos, quebras no papel e risco de contaminação, além do alto custo operacional envolvido.

As empresas que participam da Comissão de Reciclagem da ABTCP, após discutirem as dificuldades enfrentadas, concluíram que devem ser estabelecidas metas para o fechamento de circuito. Ou seja, valores de consumo de água condizentes com a realidade da indústria brasileira. Em princípio, foi definida a faixa de 4 a 8 m³ de água fresca por tonelada de papel *kraft*/cartolina produzido como o nível ideal a ser atingido atualmente, de forma a não sobrecarregar os sistemas. Vencida esta etapa, provavelmente metas mais ambiciosas serão estabelecidas para o futuro, gradativamente.

Agradecimentos

A Comissão Técnica Permanente de Reciclagem deixa registrado seu agradecimento a Zeila C. Piotto (Votorantim Celulose e Papel Jacarei), Nei Lima (Coordenador da Comissão de Meio Ambiente da ABTCP) e Luigi Pepe (Consultor Técnico da Revista O Papel), que muito contribuíram com seus comentários e sugestões. ▲

Resultados dos Ensaio de Flotabilidade - Caso IV

	Sol. Sedimentáveis (ml/l)	SST (mg/l)	Turbidez NTU
Efluente antes do sistema de microaeração	90	1.570	3.770
Efluente após sistema de microaeração	02	485	50

pH, Carga Iônica e Retenção no Processo Produtivo - Caso IV

	pH	Carga iônica (Mv)	Retenção
Antes da implementação	7,8 - 8,4	- 1200	69%
Pós-implementação	6,4 - 6,8	- 200	84%

Performance da E.T.E. - Rigesa de Valinhos - Caso IV

	Cor (ppm Pt)	Turbidez (NTU)	SST (ppm)	
	Saída	Saída	Entrada	Saída
Antes da instalação do sistema microbolhas	247	347	1.555	310
Após instalação do sistema microbolhas	95	174	1.009	125

Performance da ETE quanto à demanda de oxigênio - Caso IV

	DBO5 (mg/l)		DQO (mg/l)	
	Entrada ETE	Saída ETE	Entrada ETE	Saída ETE
Antes da instalação do sistema microbolhas	2.572	96	5.679	519
Após a instalação do sistema microbolhas	2.254	72	3.844	283

Geração de Resíduos Sólidos (lodo) produzidos na ETE - Caso IV

Antes da instalação do sistema microbolhas	1.464 t/mês
Após a instalação do sistema microbolhas	942 t/mês
Diferença	522 t/mês