



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

**FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO
3º PRÊMIO FIESP DE CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA**

LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA

**PROGRAMA DE REDUÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA DA
LWARCEL CELULOSE**

LENÇÓIS PAULISTA_2007



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma geral do processo de obtenção da celulose (simplificado)	14
Figura 2 - Lavadores a vácuo operando em processo contra-corrente	17
Figura 3 - Esquema mostrando lavador DDWasher ^R	18
Figura 4 - Lavadores por deslocamento em contra-corrente com segregação de filtrado	19
Figura 5 - Fluxograma evaporação	22
Figura 6 - Estação de tratamento de efluentes.....	23
Figura 7 - Arranjo para reúso de água das torres de resfriamento.....	24
Figura 8 - Detalhe do sistema de coleta e destinação de condensados	25
Figura 9 - Fluxograma simplificado das correntes líquidas	26
Figura 10 - Amostradores.....	27
Figura 11 - Poço de coleta	27
Figura 12 - Balanço qualitativo	30
Figura 13 - Fluxograma simplificado da etapa de captação, alimentação da osmose reversa e da corrente de rejeito.....	31
Figura 14 - Fluxos entre os três processos	33
Figura 15 - Novo arranjo utilização água quente.....	34
Figura 16 - Foto do arranjo de condensados consolidado	37
Figura 17 - Consumo água potável na indústria.....	40
Figura 18 - Tela medidores fluxo captação e distribuição 1	42
Figura 19 - Tela integrantes de fluxo por área.....	43
Figura 20 - Modalidade investimento nos projetos de redução	44
Figura 21 - Consumo específico de água.....	45
Figura 22 - Vazão específica do efluente	45



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados do Projeto	20
Tabela 2 - Resultados do Projeto	24
Tabela 3 - Resultados do Projeto	28
Tabela 4 - Resultados do Projeto	30
Tabela 5 - Resultados do Projeto	32
Tabela 6 - Ganhos aferidos no projeto	34
Tabela 7 - Resultados do Projeto	35
Tabela 8 - Resultados do Projeto	38
Tabela 9 - Resultados do Projeto	41
Tabela 10 - Redução consumo de água - total.....	44



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	PROCESSO PRODUTIVO	7
2.1	Descrição do processo de produção de celulose	7
2.1.1	<i>Preparação da matéria-prima (madeira)</i>	8
2.1.2	<i>Cozimento</i>	8
2.1.3	<i>Depuração e lavagem alcalina</i>	9
2.1.4	<i>Branqueamento</i>	9
2.1.5	<i>Secagem e embalagem</i>	10
2.2	As etapas do ciclo de recuperação química	11
2.2.1	<i>Tratamento de água da caldeira</i>	11
2.2.2	<i>Evaporação</i>	11
2.2.3	<i>Caldeira de recuperação química</i>	12
2.2.4	<i>Caldeira de biomassa</i>	13
2.2.5	<i>Central elétrica</i>	13
2.2.6	<i>Caustificação</i>	13
3	MUDANÇA DA TECNOLOGIA DE TAMBORES ROTATIVOS PARA LAVADORES TIPO DDWASHER NA LAVAGEM DA CELULOSE – TECNOLOGIA DE LINHA DE FIBRAS EM MÉDIA CONSISTÊNCIA	16
4	REÚSO DA PURGA DAS TORRES DE RESFRIAMENTO DA EVAPORAÇÃO DE LICOR NEGRO NOS CHUVEIROS DA DESAGUADORA DE FIBRAS E DO FILTRO ENGROSSADOR DA ETE	21
4.1	Dados do processo – torres resfriamento	22
4.2	Descrição do projeto	23
5	REÚSO DA ÁGUA DE RESFRIAMENTO DE AMOSTRA DE CONDENSADOS E SISTEMA DE SELAGEM DAS BOMBAS DE ÁGUA DE ALIMENTAÇÃO DA CALDEIRA DE RECUPERAÇÃO	25
5.1	Descrição do projeto	26
5.2	Dados do sistema de recuperação	28
6	REÚSO DO REJEITO DA OSMOSE REVERSA COMO PARTE DO FORNECIMENTO DE ÁGUA INDUSTRIAL PARA A FÁBRICA	29
6.1	Descrição do projeto	30
6.2	Dados da osmose reversa – torres resfriamento	31
7	REÚSO DE ÁGUA E ENERGIA TÉRMICA PRODUZIDA NO DIGESTOR NA MÁQUINA SECADORA	33
7.1	Descrição do projeto	34



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

8	REÚSO DA ÁGUA DE SELAGEM DAS BOMBAS DE VÁCUO DOS LAVADORES DE MASSA MARROM	36
8.1	Descrição do projeto	37
9	REDUÇÃO NO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL.....	39
10	ESTRUTURA DE MEDIÇÃO E CONTROLE DO FLUXO DE ÁGUA.....	42
11	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

1 INTRODUÇÃO

A utilização racional da água pode ser definida como as práticas, técnicas e tecnologias que proporcionam a melhoria da eficiência do seu uso. Conservar água significa atuar de maneira sistêmica na demanda e na oferta da mesma. Ampliar a eficiência do seu uso representa, de forma direta, aumento da disponibilidade para os demais usuários, flexibilizando os suprimentos existentes para outros fins, bem como atendendo ao crescimento populacional, à implantação de novas indústrias e à preservação do meio ambiente.

Neste sentido, deve-se considerar o reúso de água como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água propriamente dito.

A **LWARCEL CELULOSE**, empresa fundada em 1987, fornecedora de celulose de mercado de eucalipto, pelas características do seu projeto original, que visava a produção de fibras não branqueadas está instalada em uma área pouco convencional para indústrias desta natureza, ou seja, distante de um corpo d'água que forneça água.

Desde então, a matriz de fornecimento de água é totalmente baseada em água subterrânea captada por meio de poços semi-artesianos.

Esta característica introduziu na empresa um conceito de uso adequado de recursos hídricos desde sua fundação, característica que ao longo dos anos, com aumento da capacidade produtiva, apenas se fortaleceu.

Nos últimos cinco anos a empresa implantou um novo projeto que modernizou os seus processos produtivos, incrementou a produção de polpa celulósica e otimizou a qualidade de seus produtos.

Dentro do enfoque de empregar consumos reduzidos de água para a fabricação de celulose, a empresa efetuou uma opção tecnológica nas instalações que possibilitou um grande avanço na redução dos seus consumos específicos de água.

Paralelamente à conclusão das novas instalações e diante das limitações



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

maiores que a empresa possui em relação aos seus competidores quanto ao fornecimento de água, novos avanços foram efetuados, com a elaboração de programas de reúso internos ao processo, na sua maioria ações simples e criativas que tornaram a Lwarcel benchmarking no setor de celulose quanto ao consumo de água por tonelada produzida.

O trabalho que passamos a reportar traz, além dos ganhos obtidos com tecnologia, aqueles obtidos com projetos de reúso, relocação com conseqüente redução do consumo de água.



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

2 PROCESSO PRODUTIVO

A **LWARCEL CELULOSE** produz celulose de eucalipto branqueada e natural para os mercados doméstico e internacional, mais especificamente Américas e Europa.

Atualmente produz 210.000 adt/ano de celulose, a partir de florestas próprias. No seu processo produtivo a utilização de água é essencial, face às inúmeras etapas que o processo, essencialmente químico, demanda.

Na linha de Fibras, mais detidamente nas etapas de lavagem da polpa no Branqueamento da celulose, ocorre a maior demanda por água, 42% do total consumido.

As áreas de Utilidades, através do make up das perdas do processo, água para alimentação das Caldeiras, entre outros consome 38% do total. Os demais consumos são pulverizados entre os demais usuários.

2.1 Descrição do processo de produção de celulose

A celulose, também chamada de pasta química, é a matéria-prima utilizada na fabricação de diversos tipos de papéis. Pode ser extraída de diversas fontes (matérias-primas) fibrosas, principalmente da madeira. Os produtos de celulose e papel brasileiros são fabricados, exclusivamente, a partir de madeira de florestas plantadas, a exemplo de eucalipto e pinus.

As etapas do processo produtivo da celulose kraft são:

- Preparação da Matéria-Prima (madeira);
- Cozimento;
- Depuração e Lavagem Alcalina;
- Branqueamento;
- Secagem e Embalagem.

Nos dias atuais e para sobrevivência das indústrias deste setor, o processo conhecido como Recuperação Química é fundamental, pois permite o reaproveitamento dos produtos químicos utilizados e da fração de madeira



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

solubilizada no processo de obtenção da celulose (que será convertida em energia térmica e elétrica), viabilizando a fabricação de celulose em termos de custos e também em termos ambientais.

As etapas do ciclo de Recuperação Química são:

- Tratamento de Água da Caldeira;
- Evaporação;
- Caldeira Recuperação Química;
- Caldeira Biomassa;
- Central Elétrica;
- Caustificação;
- Sistema de Controle de Odor.

2.1.1 Preparação da matéria-prima (madeira)

O processo de transformação da madeira em celulose e, posteriormente em papel, tem início na colheita e retirada das cascas das árvores no campo, bem como com o transporte das toras (troncos) para o interior da fábrica.

As toras são descarregadas e passam por um processo de limpeza (lavagem com água) em uma mesa dosadora. Em seguida, as toras seguem por esteiras até o picador, onde um disco rotativo transforma as toras em pequenos fragmentos denominados cavacos. Os cavacos são depositados em um silo. Este procedimento visa uniformizar o tamanho dos cavacos para melhorar o desempenho da etapa seguinte: o cozimento da madeira.

A classificação dos cavacos de acordo com suas dimensões é realizada por uma peneira vibratória onde os cavacos muito grandes ou demasiadamente pequenos são descartados para serem utilizados como biomassa na caldeira auxiliar (ou de força).

2.1.2 Cozimento

Após a preparação da matéria-prima, os cavacos seguem para etapa de



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

cozimento, onde são submetidos a uma reação química com licor branco (solução alcalina de soda cáustica e sulfeto de sódio) e vapor d'água dentro de um vaso de pressão (conhecido como digestor) com temperatura, pressão e tempo controlados.

O processo de cozimento visa à dissociação de alguns compostos presentes na madeira. A principal delas é a lignina, responsável pela união das fibras (celulose) no interior da estrutura da madeira.

Ao final do cozimento a massa fibrosa sofre a primeira lavagem no interior do digestor e depois é armazenada em um tanque de descarga conhecido como Blow Tank.

2.1.3 Depuração e lavagem alcalina

O objetivo da Lavagem Alcalina é separar as fibras de celulose da lignina dissolvida durante o cozimento, presente no licor negro (residual de químicos e compostos da madeira) que acompanha a massa fibrosa.

Nesta etapa do processo ocorre a lavagem da massa com água limpa em contra corrente, em três estágios de filtros rotativos. O filtrado deste processo de lavagem (licor negro fraco) é enviado para a área de Evaporação no ciclo de recuperação química.

Após o primeiro estágio da lavagem a polpa segue para uma etapa conhecida por PRÉ-O₂ (estágio de pré-branqueamento com oxigênio). Neste processo a massa é novamente submetida à temperatura e pressão controladas e recebe uma carga de oxigênio e soda para dissolver a lignina residual dentro das fibras e para facilitar a etapa posterior, de branqueamento.

Depois do estágio PRÉ-O₂ a massa passa por uma depuração combinada onde os nós da madeira e pequenos feixes de fibras mal cozidos são removidos deixando a massa livre de impurezas. Estes feixes de fibras mal cozidos retornam para o processo para reaproveitamento. A etapa de Lavagem é concluída com mais dois filtros rotativos e segue para a etapa de branqueamento.

2.1.4 Branqueamento



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

A cor da celulose na natureza é branca, porém para a remoção da lignina nas etapas anteriores do processo de produção sua coloração é alterada para marrom claro devido à oxidação de produtos orgânicos existentes na madeira.

Para remover esta coloração e torná-la branca novamente, esta celulose é submetida a um tratamento químico com agentes oxidantes em reatores com temperatura, pH e tempo controlados. Esta operação é feita em três estágios distintos com adição de produtos químicos e no final de cada estágio a celulose é lavada em filtros rotativos para remoção dos compostos coloidais. Seqüência dos estágios de branqueamento – A/D₀ EPO D:

- A/D₀ – primeiro o estágio ácido (A) com adição de ácido sulfúrico para remoção dos ácidos hexanurônicos, seguido do estágio (D₀) com dióxido de cloro;
- EPO - estágio de extração oxidativa (E) com peróxido de hidrogênio(P) e oxigênio (O) pressurizado. Este estágio tem como finalidade solubilizar em meio alcalino os compostos cromóforos (que dão cor) oxidados nos estágios anteriores (A/D₀);
- D - estágio de dioxidação para oxidar os compostos que dão cor a celulose aumentando sua alvura.

Ao final do processo de branqueamento a polpa celulósica é armazenada numa torre.

2.1.5 Secagem e embalagem

Neste estágio ocorre a limpeza final da celulose branca, formação e secagem da folha de celulose, e formação e embalagem dos fardos.

A polpa estocada na Torre ao final do branqueamento é bombeada para a linha de Secagem, passando por um sistema de Depuradores Pressurizados, que têm como função remover com muita eficiência eventuais impurezas ainda presentes na celulose.

A linha de Secagem, propriamente dita, começa com um sistema desaguador de dupla tela, seguido de dois sistemas de prensagem. Nesse ponto, a folha de



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

celulose, com teor seco que varia entre 52% e 54%, é encaminhada para um túnel secador onde troca calor com ar quente soprado, completando o processo de secagem (teor seco de aproximadamente 90%).

Na saída do Secador, a folha é cortada e empilhada em fardos, os quais são levados por esteiras até a linha de embalagem, onde os fardos são prensados, embrulhados com folhas da própria celulose e impressos para identificação. Cada fardo de celulose tem 250 kg. Cada 8 fardos são unitizados, amarrados em conjunto, formando uma unidade (padrão Internacional) de movimentação de 2 toneladas.

Os fardos de celulose unitizados seguem para a expedição, onde serão carregados em caminhões que levam o produto diretamente aos clientes domésticos ou aos portos de embarque para exportação.

2.2 As etapas do ciclo de recuperação química

2.2.1 Tratamento de água da caldeira

O principal objetivo desta unidade é retirar os sais existentes na água, transformando-a em água ultrapura, que será utilizada nas Caldeiras para a geração de vapor.

A ETAC (Estação de Tratamento de Água de Caldeira) utiliza água proveniente de poços semi-artesianos e é composta de sistemas de osmose reversa e trocador iônico de leito misto.

O fornecimento de água para a fábrica ocorre por meio de quatro (4) poços semi-artesianos profundos que captam água do Aqüífero Guarani e enviam para um tanque central de distribuição.

2.2.2 Evaporação

A etapa de evaporação do licor negro fraco proveniente da lavagem alcalina é a primeira etapa do ciclo de Recuperação Química de uma fábrica de celulose,



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

pois torna o licor adequado a ser queimado na Caldeira de Recuperação Química. Além disso, recupera água (evaporada) que será tratada e reutilizada no estágio de lavagem alcalina.

A etapa de evaporação tem como objetivo concentrar o licor negro fraco (15% de sólidos totais) em licor negro forte (72% de sólidos totais), evaporando parte da água presente neste licor, até uma concentração em que ele se torne combustível, pois o licor negro concentrado será queimado na Caldeira de Recuperação Química. Os equipamentos utilizados são os evaporadores, que concentram uma solução de baixa densidade para uma densidade mais alta, sem modificar quimicamente a solução original. O processo de Evaporação gera o metanol, como sub-produto, que é concentrado e queimado no Forno de Cal ou em um Incinerador.

2.2.3 Caldeira de recuperação química

A Caldeira de Recuperação Química é um dos pontos de maior importância no Ciclo de Recuperação de Processo “Kraft”. Suas principais funções são atuar como reator químico e gerador de vapor. O licor negro concentrado (72% sólidos totais) composto por materiais orgânicos (vindos da madeira) e inorgânicos (produtos químicos utilizados no cozimento) é injetado na fornalha por meio de bicos queimadores. A matéria orgânica queima e gera calor para produção de vapor. A fração inorgânica é extraída do fundo da câmara de combustão como um metal fundido e é composta basicamente de sulfeto de sódio (utilizado no cozimento) e carbonato de sódio. Portanto, nesta etapa tem-se um dos principais produtos utilizados no cozimento da madeira, ou seja, o sulfeto de sódio. Falta ainda recuperar o hidróxido de sódio (soda).

A Caldeira de Recuperação Química da Lwarcel tem capacidade para queima de 870 toneladas/dia de sólidos secos de licor negro, e pode gerar até 130 toneladas/hora de vapor à temperatura de 485°C e pressão de 85 kgf/cm². Todo o material particulado desprendido da fornalha é retido por meio de um filtro eletrostático e retorna ao processo.



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

2.2.4 Caldeira de biomassa

A Caldeira de Força, também chamada de Caldeira de Biomassa, é um vaso de pressão, no qual mediante a aplicação de calor, é gerado, sob pressão superior à atmosférica, vapor para uso externo. Ela tem como seu principal objetivo complementar a geração de vapor para a produção de celulose e energia elétrica da fábrica. Para isto, utiliza como seu principal combustível a biomassa. A biomassa é uma mistura de resíduos de serrarias, cavacos etc.. A Caldeira de Biomassa da Lwarcel tem capacidade para gerar 60 toneladas/hora de vapor à temperatura de 320°C e pressão de 32 kgf/cm².

2.2.5 Central elétrica

A planta industrial também conta com um sistema de co-geração elétrica. O vapor gerado pela Caldeira de Força e Caldeira de Recuperação Química alimenta dois turbo-geradores com capacidades nominais de 4,0 e 21,7 MW, respectivamente. O vapor de escape dos turbo-geradores, nas pressões de 12 e 4 kgf/cm², garante o suprimento de vapor para todos os processos da fábrica. Para complementar a demanda de energia elétrica a Lwarcel ainda possui uma subestação de 138 KV ligada ao sistema elétrico nacional.

2.2.6 Caustificação

O processo de caustificação recupera o último produto químico do cozimento da madeira, ou seja, o hidróxido de sódio (soda). A primeira etapa consiste em adicionar cal virgem (CaO) na mistura de sulfeto de sódio e carbonato de sódio (licor verde), advinda da caldeira de recuperação. O carbonato de sódio reage com a cal virgem e transforma-se em soda. Nesta etapa, portanto, produz-se soda, o último componente do licor branco utilizado no cozimento da madeira. Porém, gera-se também o carbonato de cálcio ou lama de cal (CaCO₃). Para que o ciclo de recuperação química atinja o máximo índice de reaproveitamento de produtos

químicos ainda é preciso transformar o carbonato de cálcio (CaCO_3) em cal virgem (CaO). O equipamento utilizado para esta finalidade é o forno rotativo de cal. A cal virgem retorna para o início do processo de caustificação e fecha-se o circuito de recuperação dos produtos químicos utilizados no cozimento da madeira.

Durante o processo de cozimento da madeira e recuperação dos produtos químicos ocorre o desprendimento de gases mal cheirosos. Para isso, há um sistema que capta esses gases em diversas etapas do processo e os queima no forno de cal. A principal fonte geradora destes gases é na etapa de evaporação do licor negro e no cozimento da madeira.

Na Figura 1, segue fluxograma geral do processo de produção de celulose.

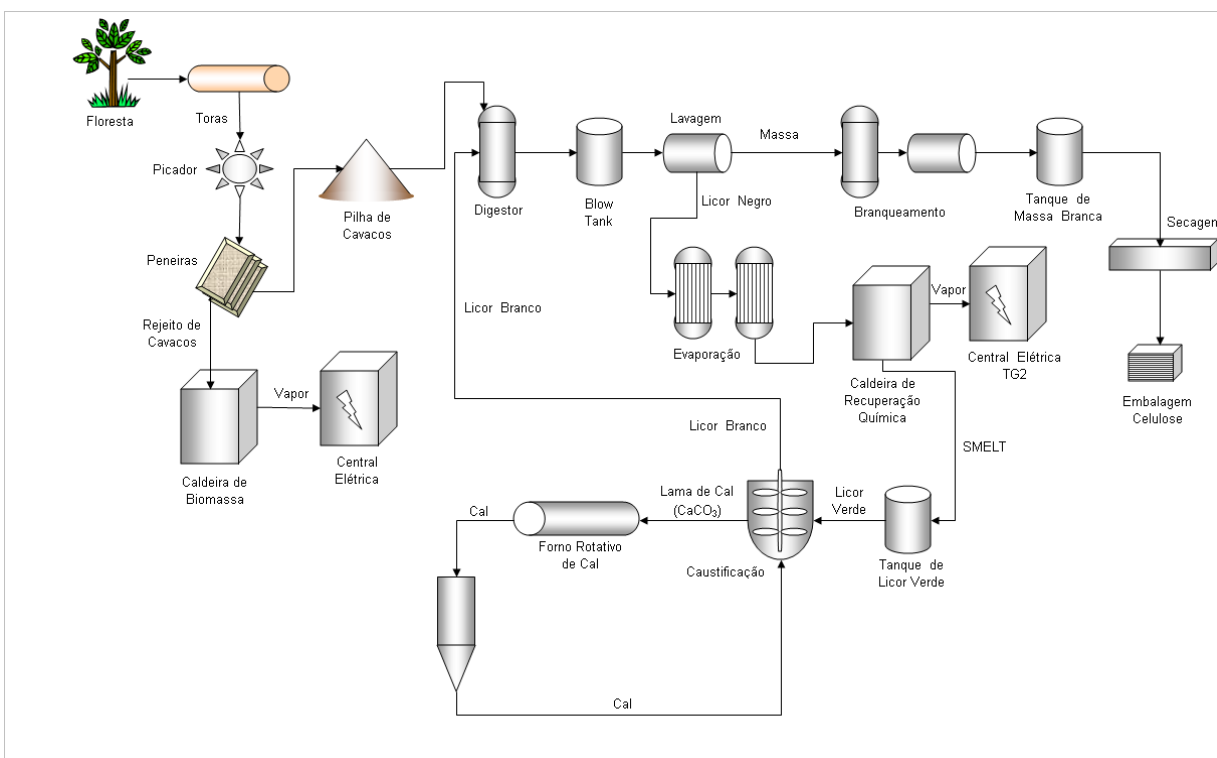


Figura 1. Fluxograma geral do processo de obtenção da celulose (simplificado)

Os estudos para a redução do consumo de água na indústria de celulose devem prever os limites do próprio processo. As ações devem ser estudadas exaustivamente para que insucessos não venham coibir novas e necessárias medidas de reúso, que possibilitem a maximização dos recursos naturais por parte do setor.



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

A combinação de ações de alta tecnologia com ações criativas indicam, na experiência da Lwarcel, o caminho mais adequado para a obtenção de resultados quanto à redução do consumo de água.

Apresentamos sete casos que podem atestar esta experiência. Inicialmente, abordaremos a opção de tecnologia que a empresa efetuou no momento de sua modernização e na seqüência descrição dos projetos de reúso internos ao processo. São eles:

- 1. Mudança da tecnologia de tambores rotativos para lavadores tipo DDwasher na lavagem da celulose - Tecnologia de linha de fibras em média consistência;**
- 2. Reúso da purga das Torres de resfriamento da Evaporação de Licor Negro nos chuveiros da Desaguadora de Fibras e do Filtro Engrossador da ETE;**
- 3. Reúso da água de resfriamento de amostra de condensados e sistema de selagem das bombas de água de alimentação da caldeira de recuperação;**
- 4. Reúso do rejeito da osmose reversa como parte do fornecimento de água industrial para a Fábrica;**
- 5. Reúso de água e energia térmica produzida no digestor na Máquina Secadora;**
- 6. Reúso da água de selagem das bombas de vácuo dos lavadores de massa marrom;**
- 7. Redução no consumo de água potável.**



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

3 MUDANÇA DA TECNOLOGIA DE TAMBORES ROTATIVOS PARA LAVADORES TIPO DDWASHER NA LAVAGEM DA CELULOSE - TECNOLOGIA DE LINHA DE FIBRAS EM MÉDIA CONSISTÊNCIA

As Fábricas de Celulose Kraft são conjuntos de operações unitárias de transformação que visam separar as fibras de celulose do restante da estrutura da madeira, de forma a obter um produto final o mais homogêneo possível. Neste processo empregam-se transformações químicas (reações de cozimento e branqueamento) e processo físicos, estes ligados a necessidade de separação mecânica entre os constituintes não desejáveis – lignina, extrativos, minerais, etc., das fibras propriamente ditas. A maioria dos processos físicos faz uso da água como meio de separação e arraste das impurezas e por isso a indústria de celulose caracteriza-se por significativos consumos de água. Outra função da água no processo é permitir o transporte das fibras no decorrer dos processos.

No princípio dos processos industriais de larga escala utilizou-se métodos de lavagem em simples estágio com descarte da água diretamente, o que tinha como característica grandes consumos específicos de água por tonelada de polpa produzida aliado com altos impactos. Em seguida foram-se desenvolvendo processos em multi-estágios de forma a permitir a partição do processo de lavagem, mas estes eram realizados em co-corrente (água e polpa caminhavam no mesmo sentido de processo) e os descartes permaneciam e não se aproveitavam as diferenças de concentração no processo de lavagem. Um avanço significativo neste desenvolvimento foi a lavagem a ser realizada em contra-corrente (água e polpa caminhando em sentidos opostos) de forma a priorizar-se os máximos gradientes de concentração entre o fluido de lavagem e a polpa, de forma que o processo passou a ser mais eficiente e com menor consumo de água (Figura 01).

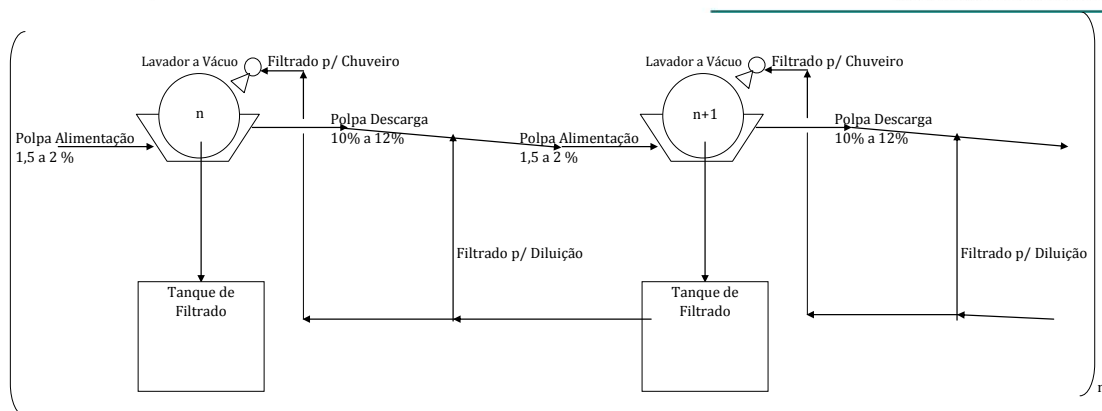


Figura 02 - Lavadores a vácuo operando em processo contra-corrente

Com o advento da lavagem em contra-corrente também foram se aperfeiçoando os parâmetros operacionais de concentração de fibras na solução, comumente conhecida como “Consistência” nas fábricas de celulose. Os equipamentos de maior capacidade eram Filtros a Tambor Rotativos com “pernas barométricas” onde a solução de polpa mais água era alimentada em uma tina a consistência entre 1,5 de 2% e uma manta de fibras com cerca de 3 a 5 cm era formada sobre o tambor pelo efeito do transporte da solução através da tela que envolve o tambor succionada pela “perna barométrica”. A solução que atravessa o tambor vai para um tanque e a manta formada era lavada por descolamento se colocado água nos chuveiros instalados no tambor. O Filtro Rotativo combina em seu processo de lavagem o efeito da diluição da polpa aos níveis de consistência da alimentação conjuntamente com o efeito de deslocamento propiciado no tambor. O processo de diluição tem pouco efeito na lavagem, mas é fundamental na formação da manta e no conseqüente processo de deslocamento.

Apesar de ter representado um avanço as tecnologias de Lavagem até os anos 90, principalmente os Filtros Rotativos ainda permaneceram com altos consumos de água por tonelada de celulose produzida e com as crescentes demandas para redução, ponto que levou a partir da segunda metade desta década à busca de novas soluções de redução.

A Lwarcel operava, na unidade de Branqueamento, com um consumo de cerca de 20 m³/tsa (tsa – tonelada de celulose seca até 10 % de umidade), um valor

almente entre 30 e 50 m³/tsa.

Visando reduzir o consumo específico de água em 2003, a empresa iniciou estudos para ampliação de capacidade selecionando tecnologias com esta característica. Dentre as alternativas analisadas, a que demonstrou-se mais competitiva foi a aplicação da Lavagem em Média consistência, ou seja, com valores entre 8 a 14 %, muito superior aos valores utilizados na tecnologia dos Lavadores a Vácuo, com os quais a empresa contava até esta época.

Esta tecnologia consiste em aplicar menores quantidades de água ao processo e maximizar o processo de lavagem por deslocamento, reduzindo-se a etapa de diluição ao máximo permitido pelas tecnologias de bombeamento disponíveis, entre 8 e 12%.

Os equipamentos utilizados foram Lavadores DDWasher^R (Drum Displacement Washer - Lavadores por Deslocamento a Tambor) projetados e fabricados pela ANDRITZ, empresa Austro - Finlandesa líder em tecnologia em celulose (Figura 03).

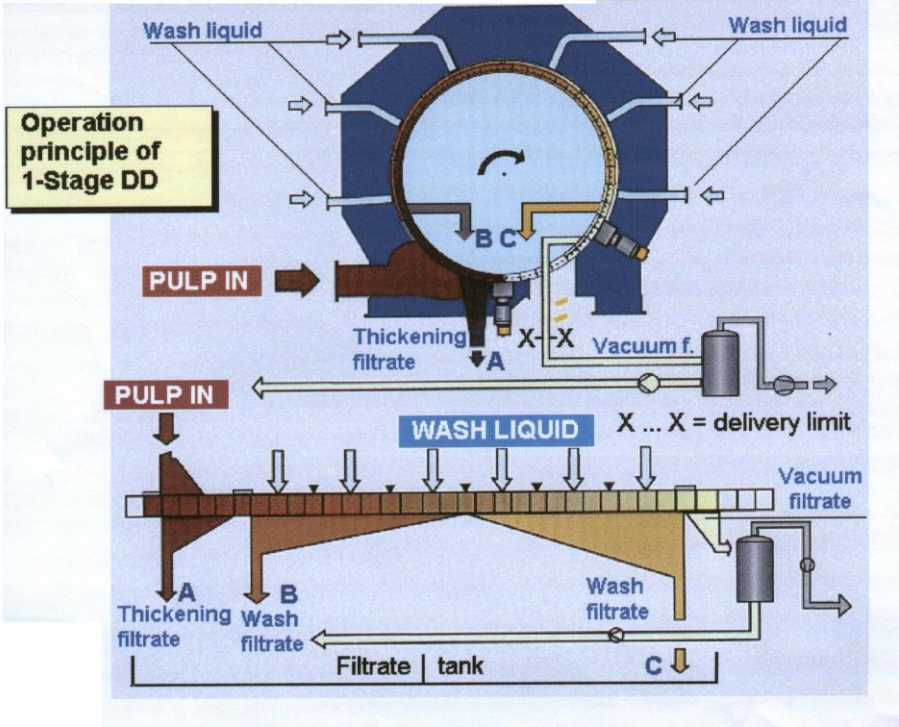


Figura 03 - Esquema mostrando lavador DDWasher^R

Com o investimento na nova tecnologia a Lwarcel substituiu 11 Filtros a Vácuo por 05 DDWasher, reduzindo seu consumo específico de água para $13\text{m}^3/\text{tsa}$, na nova Linha de fibras, ou seja, 50% de redução em relação ao original. O projeto iniciado em 2003 teve sua operação iniciada em 2005 e opera hoje com excelentes níveis de qualidade de Lavagem e possibilita, além da menor utilização de água, também um melhor aproveitamento da água aplicada, pois a tecnologia dos equipamentos tem como princípio a divisão do lavador em secções (segregação dos fluxos de filtrado) tornando o processo também contra-corrente dentro do próprio equipamento entre as secções do tambor (Figura 04).

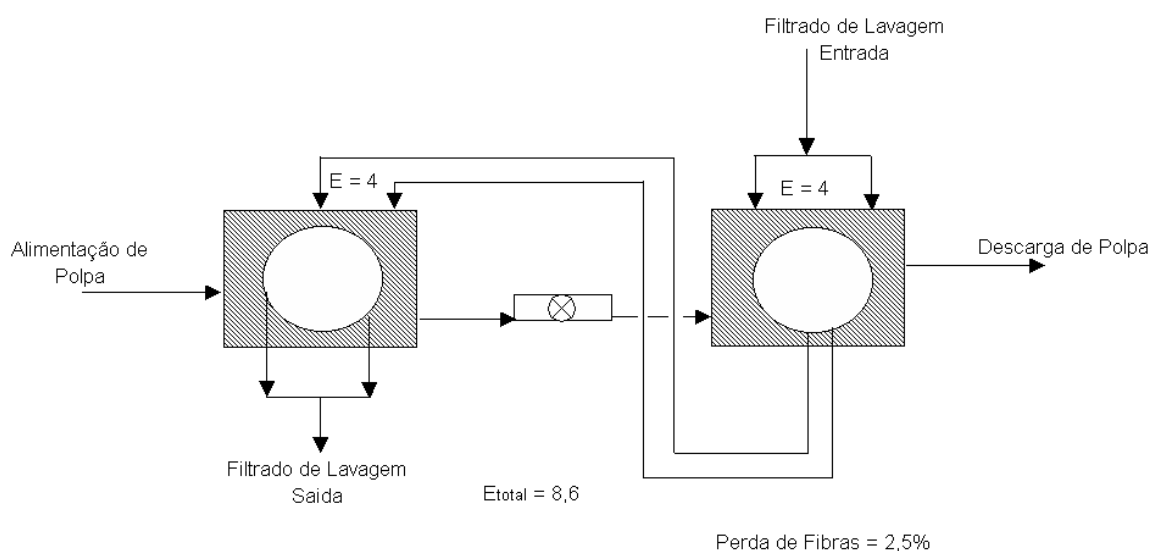


Figura 04 - Lavadores por deslocamento em contra-corrente com segregação de filtrados

A utilização da tecnologia descrita trouxe ganhos altamente representativos para a empresa na questão de utilização de água, como ilustra a tabela, a seguir.



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

Item de avaliação	Resultado	Unidade
Estimativa da Redução dos volumes captados de água	173,02	m³/h
Valor investimento	80.000.000,00	R\$
Preço da água na unidade	0,25	R\$/m³
Gastos anuais com captação	367.500,00	R\$/ano
Pay back	na	
Redução no consumo específico	7	m³/tsa
Participação Reúso	na	%

Tabela 1 - Resultados do projeto



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

4 REÚSO DA PURGA DAS TORRES DE RESFRIAMENTO DA EVAPORAÇÃO DE LICOR NEGRO NOS CHUVEIROS DA DESAGUADORA DE FIBRAS E DO FILTRO ENGROSSADOR DA ETE

O resfriamento de circuitos de água de grandes volumes e alto nível de fechamento demanda tratamento específico para que se evite corrosão e incrustação no sistema. Para que o tratamento seja efetivo em alguns casos dada à alta concentração iônica destas águas torna-se necessário uma purga continua a fim de que ocorra a desconcentração salina das águas, tornando o tratamento com auxiliares de processo mais efetiva.

O circuito do caso que apresentamos refere-se as Torres de resfriamento da Evaporação de licor negro.

A função da Evaporação no processo de produção de celulose é concentrar o licor negro oriundo das etapas de Cozimento da madeira e Lavagem da polpa celulósica (concentração de 15% sólidos totais) até uma concentração em que ele possa ser utilizado como combustível (concentração de 72% sólidos totais), na Caldeira de Recuperação. Esta operação é parte do ciclo de recuperação química, que recupera 96% de todo o álcali (hidróxido de sódio + sulfeto de sódio) utilizado no processo de cozimento.

O processo de Evaporação gera como subprodutos gases não-condensáveis e metanol, que são queimados no Forno de Cal ou em um Incinerador.

Durante o processo de concentração do licor negro, a água evaporada é condensada e posteriormente reutilizada no processo de celulose.

Todo o vapor empregado na evaporação é condensado em condensadores e pós-condensadores em sistemas de troca indireta. A fração de condensados do vapor retorna ao circuito de água de alimentação das Caldeiras. Já a água utilizada para esta troca térmica é mantida em circuito fechado viabilizado pelo resfriamento em Torres de resfriamento.

O projeto interno de redução do consumo de água que passamos a descrever teve como base o tratamento químico que estas Torres requerem para que possam manter a qualidade da água de troca térmica quanto a corrosividade e potencial de incrustação.

Na Figura 5 apresentamos fluxograma simplificado da etapa de Evaporação.

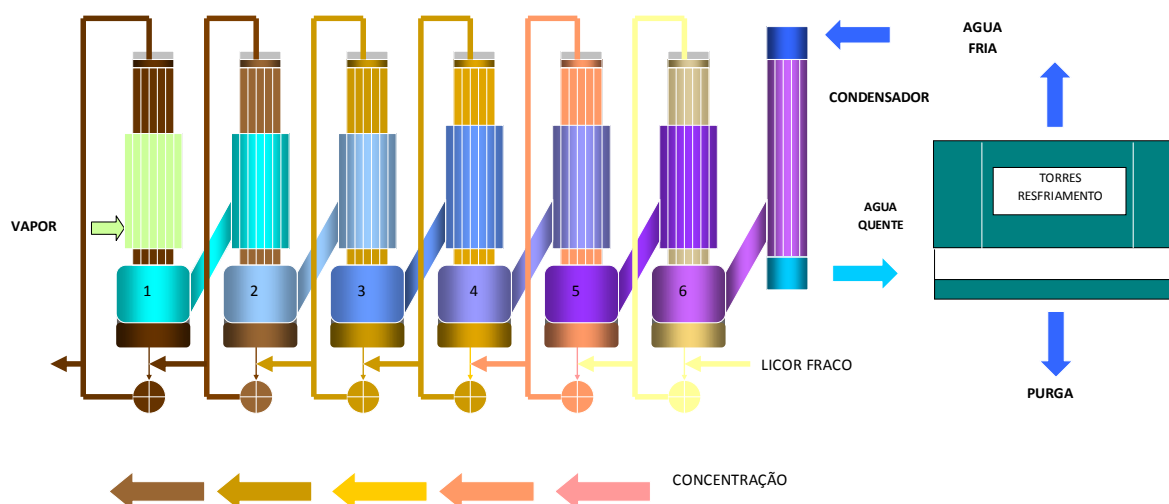


Figura 5 - Fluxograma evaporação

4.1 Dados do processo – torres resfriamento

- Vazão de água circulante - 1700 m³/h;
- Temperatura entrada - 45°C;
- Temperatura saída - 32°C;
- Purga necessária - 30m³/h.

A Estação de Tratamento de Efluentes da empresa possui sistemas primário e secundário de tratamento, ver Figura 6. O primeiro dedica-se à remoção de sólidos, ajustes de pH e temperatura e o segundo ao tratamento biológico que oxida biologicamente a matéria orgânica.

No tratamento primário efetua-se a remoção de sólidos em duas etapas, a saber:

- a) Remoção das fibras de celulose dos efluentes, empregando-se como separador um filtro engrossador com tela metálica. As fibras retidas são enviadas para um tanque pulmão e na sequência desaguadas em uma “*belt press*”. As fibras são comercializadas como fibras de rejeito e a fração de efluente retorna para o tratamento. Como os sistemas envolvidos nesta operação demandam chuveiros de pressão para limpeza das telas, de forma a

b) Remoção dos sólidos sedimentáveis através de um decantador circular. Sólidos com partícula com área menor que as especificadas na tela do engrossador seguem com o efluente e decantam. Este material é na sequência adensado juntamente com o lodo biológico. Nesta fase não há consumo de água.

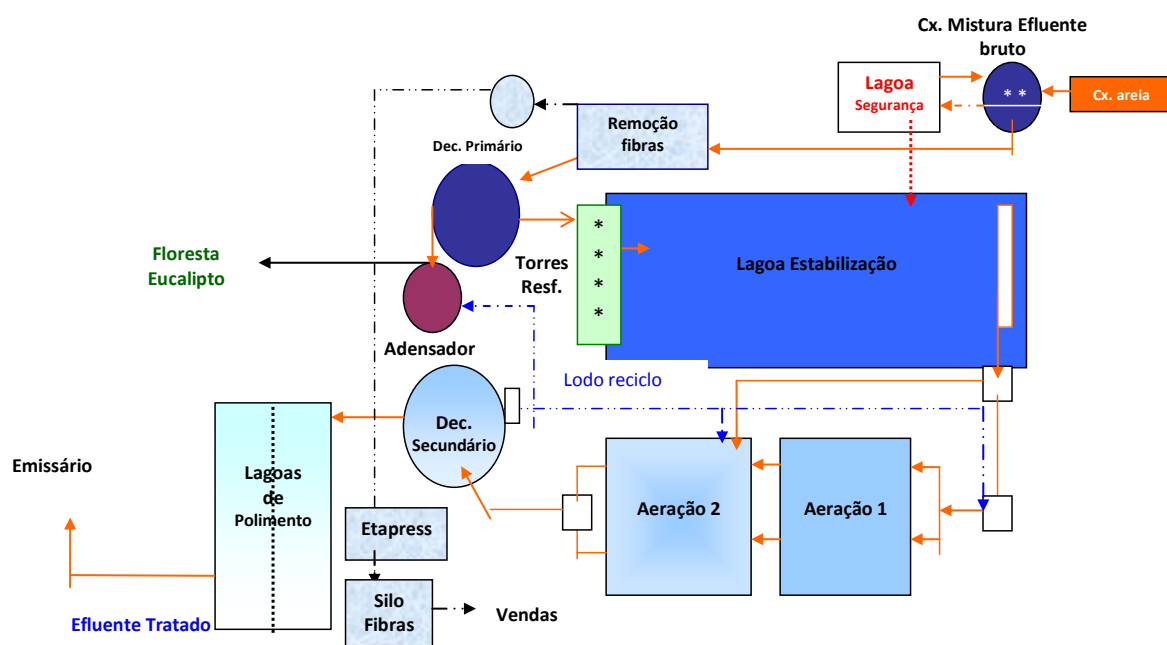


Figura 6 - Estação de tratamento de efluentes

4.2 Descrição do projeto

O projeto de otimização do uso da água envolvendo estas duas áreas, Evaporação e ETE, a partir do cenário descrito, foi concebido a partir da demanda de qualidade requerida pela água dos chuveiros da ETE, isenção de sólidos suspensos, associada à necessidade de uma purga contínua nas Torres da Evaporação para redução dos sólidos solúveis.

Comprovados os requisitos qualitativos da ETE, estabeleceu-se a construção de unidade de transferência, bombas e linhas, armazenagem da água de purga da Torre de Resfriamento, e distribuição para consumo, de acordo com a figura 3.

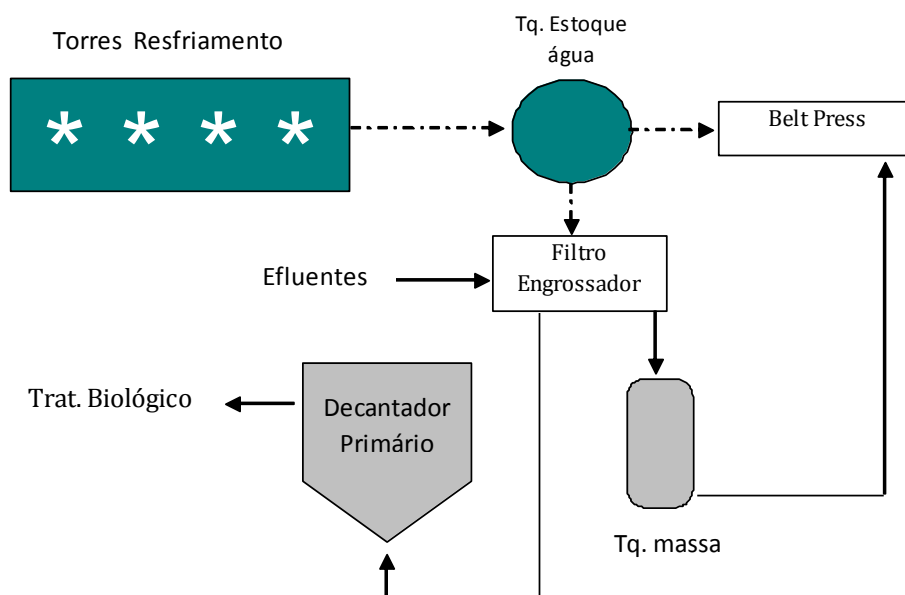


Figura 7 - Arranjo para reúso de água das torres de resfriamento

O valor do investimento aplicado e o retorno da aplicação estão demonstrados na tabela a seguir, bem como a representatividade da ação quanto a o consumo específico e de reúso.

Item de avaliação	Resultado	Unidade
Redução dos volumes captados de água	26	m³/h
Valor investimento	60.000,00	R\$
Preço da água na unidade	0,25	R\$/m³
Gastos anuais com captação	55.224,00	R\$/ano
Pay back	13,04	meses
Redução no consumo específico	1,05	m³/tsa
Participação reúso	3,51	%

Tabela 2 - Resultados do projeto

5 REÚSO DA ÁGUA DE RESFRIAMENTO DE AMOSTRA DE CONDENSADOS E SISTEMA DE SELAGEM DAS BOMBAS DE ÁGUA DE ALIMENTAÇÃO DA CALDEIRA DE RECUPERAÇÃO

O sistema de resfriamento dos condensado dos amostradores das áreas da evaporação e caldeira de recuperação, bem como o sistema de resfriamento de água de selagem das bombas de água de alimentação da caldeira de recuperação, requerem um grande volume de água industrial para que a eficiência projetada seja alcançada.

O subproduto comum destas operações é uma água quente com características muito semelhantes aos condensados secundários da Evaporação.

Some-se a esta corrente, volume adicional oriundo da purga contínua da Caldeira de Recuperação e teremos um cenário de sobrecarga de vazão para a Estação de Tratamento de Efluentes, com conseqüente aumento de custos no tratamento e na captação de água.

O sistema originalmente possuía dois direcionamentos; primeiro o simples envio a Estação de Tratamento de Efluentes e o segundo ao poço de coleta da evaporação, onde se misturava com o licor preto fraco, sendo na seqüência bombeado para o “Spill Tank” e deste para evaporação. Esta operação sobrecarregava a Evaporação e consumia vapor desnecessariamente. A Figura a seguir ilustra esta instalação.



Envio da água para a ETE.
Aumento desnecessário de carga volumétrica para a ETE.

Envio da água para o tanque spill da evaporação.
Envio de água para evaporação, junto com o licor preto fraco, consumindo vapor desnecessariamente.

Figura 8 – Detalhe do sistema de coleta e destinação de condensados

5.1 Descrição do projeto

O projeto interno de reaproveitamento desta corrente líquida para redução do consumo de água que passamos apresentar teve como base a necessidade de água de “make up” no tanque de condensado secundário da evaporação, condensado este que tem por finalidade a lavagem da polpa de celulose e a diluição dos químicos do processo nas áreas da Caustificação de licor e Forno de Cal.

Basicamente a demanda de investimento foi para construir novo poço de coleta com unidade de bombeamento, direcionando as correntes integralmente para Tq. condensado secundário.

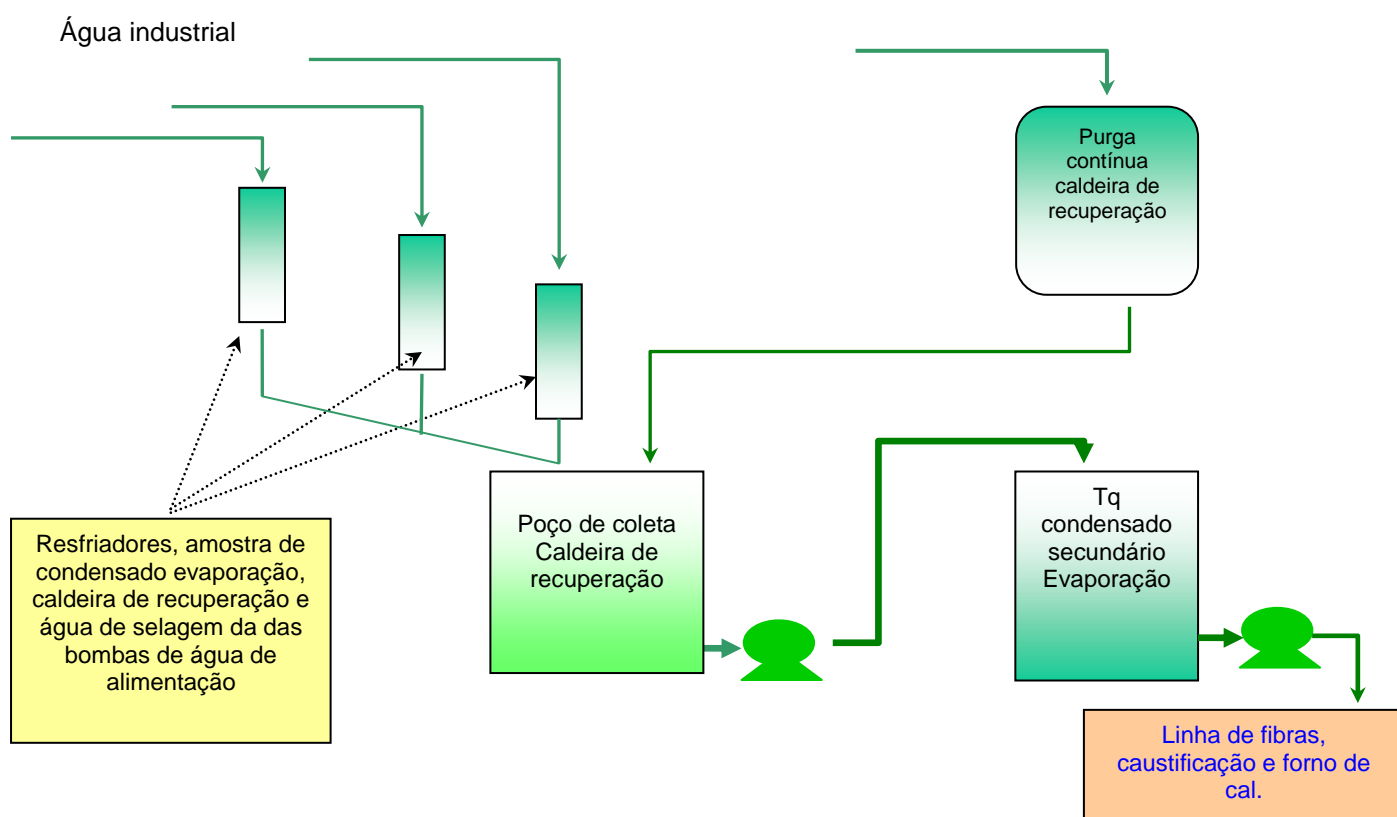


Figura 9 - Fluxograma simplificado das correntes líquidas



Figura 10 - Amostradores



Figura 11 - Poço de coleta



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

5.2 Dados do sistema de recuperação

- Vazão de água de resfriamento de cada conjunto de resfriador 2,3 m³/h;
- Vazão de água de resfriamento do sistema de água de selagem das bombas de água de alimentação, cada conjunto de resfriador 5,2 m³/h, x 2 conj. = 10,4m³/H;
- Vazão de purga contínua da caldeira de recuperação 2,2 m³/h;
- Total ano 150672 m³/ano;
- Custo /m³ de água evaporada: R\$ 3,90 x 150672 m³ = R\$ 587620,8/ano

O valor do investimento aplicado e o retorno da aplicação, bem como a representatividade da ação quanto a o consumo específico e de reúso estão apresentados na tabela a seguir.

Item de avaliação	Resultado	Unidade
Redução dos volumes captados de água	14,9	m³/h
Valor investimento	70.000,00	R\$
Preço da água na unidade	0,25	R\$/m³
Gastos anuais com captação/vapor	619.267,60	R\$/ano
Pay back	1,36	meses
Redução no consumo específico	0,6	m³/tsa
Participação reúso	2,01	%

Tabela 3 - Resultados do projeto



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

6 REÚSO DO REJEITO DA OSMOSE REVERSA COMO PARTE DO FORNECIMENTO DE ÁGUA INDUSTRIAL PARA A FÁBRICA

A Lwarcel dispõe de um sistema que combina osmose reversa e leitos de troca iônica para retirada dos sais minerais da água industrial, como tecnologia de produção de água desmineralizada para a alimentação das suas caldeiras geradoras de vapor.

A oportunidade de reúso nesta instalação ocorreu especificamente no sistema de osmose.

O sistema de desmineralização por osmose reversa requer que mantenhamos um fluxo contínuo de rejeição de sais por sua corrente de rejeito de água, proporcional a corrente de água de alimentação, objetivando manter uma taxa de recuperação na ordem de 74 %. Esta taxa estabelece uma concentração de sais e sílica máxima nesta corrente a fim de evitar a incrustação da camada permeável da membrana, pela precipitação destes sais e especialmente pela saturação da sílica.

O sistema de osmose reversa, como o próprio nome já diz, é o processo inverso ao que ocorre naturalmente quando duas soluções com diferentes concentrações de sais dentro de um vaso, separadas por uma membrana semi-permeável, procuram o ponto de equilíbrio hidrodinâmico, com a finalidade de se obter concentrações iguais.

O ponto de equilíbrio desta coluna de água em termos de pressão de água sobre a membrana é chamado de pressão osmótica. Ao aplicarmos uma força (bomba de pressurização) sobre esta coluna a direção do fluxo será inversa produzindo água pura a partir de uma solução com sais.

A função da osmose reversa, portanto é a de retirar os sais contidos na água industrial, proveniente dos poços semi-artesianos e pelo processo de filtração a nível molecular disponibilizar no seu fluxo de água permeada água desmineralizada para alimentação das caldeiras geradoras de vapor.

O processo de osmose reversa gera como subprodutos ou corrente de rejeito um fluxo de água carregado com uma alta concentração de sais, que

tradicionalmente é descartado como efluentes, pelo seu alto potencial de contaminação salina.

A tabela a seguir ilustra as principais características das águas de alimentação e dos fluxos de permeado e rejeito da osmose, quanto à concentração de sais incrustantes.

Parâmetro	Unidade	Água Poços	Água Permeada	Água Rejeito
Dureza Total	mg CaCO ₃ /l	58	0,0	250
Sílica	mg SiO ₂ /l	25,0	< 0,9	107

Tabela 4 - Resultados do projeto

6.1 Descrição do projeto

A utilização desta corrente de rejeito foi elaborada a partir da comprovação de que uma diluição controlada desta fração na corrente total de água da fábrica traria mudanças pouco significativas nas características da água industrial, constituindo-se, portanto, em oportunidade efetiva e segura de reutilização. Ver balanço de diluição a seguir:

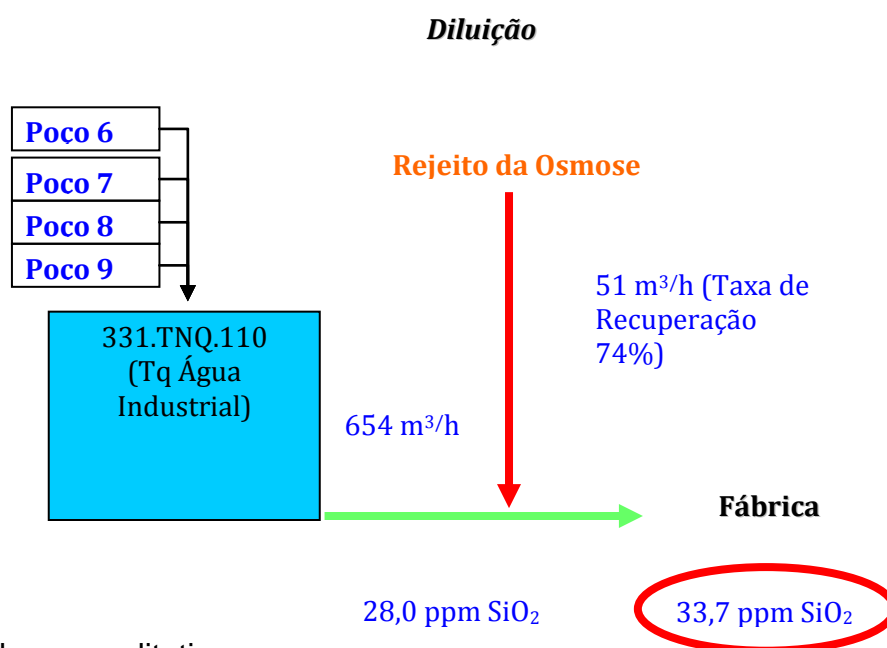


Figura 12 - Balanço qualitativo

O investimento basicamente foi a relocação da linha de rejeitos da osmose, direcionada inicialmente para a canaleta de efluentes, para a sucção de bombas de água industrial. A escolha deste ponto de mistura tornou improvável qualquer ciclo de concentração no tanque de água industrial como ilustra a figura x.

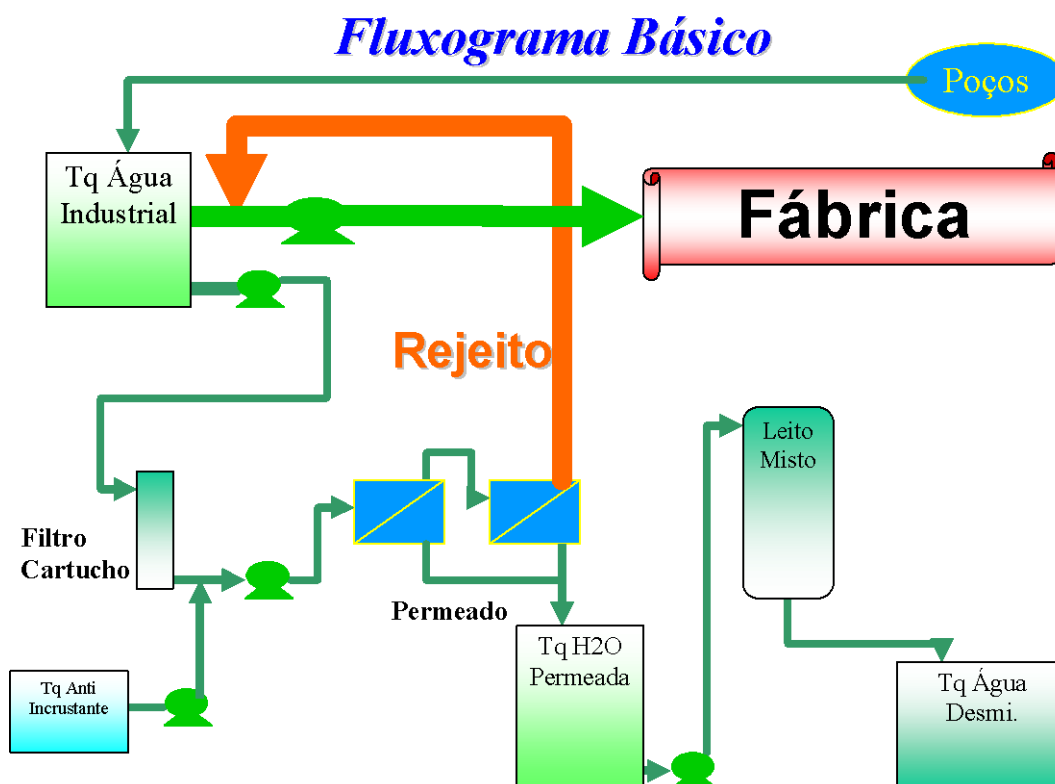


Figura -13 - Fluxograma simplificado da etapa de captação, alimentação da osmose reversa e da corrente de rejeito

6.2 Dados da osmose reversa – torres resfriamento

- Água: poço;
- Capacidade: 3 linhas de 50 m³/h cada;
- Pré-Tratamento: filtro cartucho 5 µm (nominal);
- Taxa de recuperação: 74%;
- Operação - SDCCD.

O valor do investimento aplicado e o retorno da aplicação, bem como a representatividade da ação quanto a o consumo específico e de reúso estão



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

apresentados na tabela a seguir.

Item de avaliação	Resultado	Unidade
Redução dos volumes captados de água	51	m³/h
Valor investimento	9.500,00	R\$
Preço da água na unidade	0,25	R\$/m³
Gastos anuais com captação/vapor	108.324,00	R\$/ano
Pay back	1,05	meses
Redução no consumo específico	2,06	m³/tsa
Participação reúso	6,88	%

Tabela 5 - Resultados do projeto

7 REÚSO DE ÁGUA E ENERGIA TÉRMICA PRODUZIDA NO DIGESTOR NA MÁQUINA SECADORA

A Lwarcel possui na etapa de polpação, um digestor contínuo com tecnologia “lo-solids”. Na extração de licor negro para a etapa de Evaporação, ocorre uma troca térmica indireta para redução da temperatura deste licor. Como subproduto desta etapa são gerados 70m³/h de água quente (Temp=70°C).

O Branqueamento da celulose possui três estágios com lavadores ao final de cada etapa. A utilização de água quente potencializa a lavagem melhorando a eficiência.

Na situação original toda a água gerada no digestor era enviada para estes lavadores.

Após a etapa de Branqueamento, a celulose a fim de ser unitizada para venda é seca em Máquina Secadora que utiliza sistema “flash dryer”. A Máquina recebe a celulose com concentração mássica de 3% e seca a polpa até níveis de 90%.

No balanço de massa da unidade ocorrem sobras de água branca, que a rigor deveriam ser empregada nos Lavadores do Branqueamento. Parte das sobras do balanço estão associadas à utilização de água industrial nos chuveiros de alta pressão e de químicos. Esta água deve ser aquecida antes da sua utilização com vapor direto.

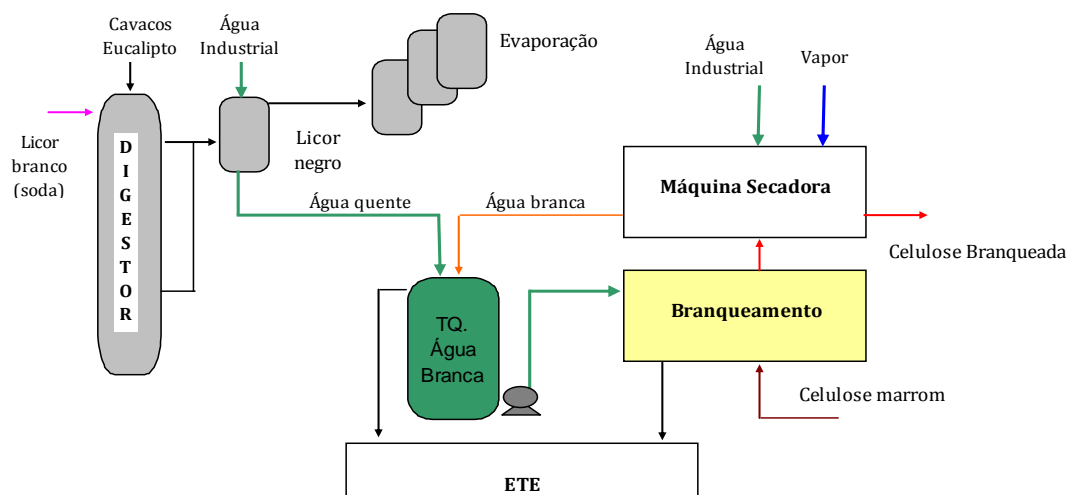


Figura 14 - Fluxos entre os três processos

7.1 Descrição do projeto

O projeto de reúso maximizou o balanço de todas as etapas descritas. A água quente do digestor passou a ser empregada nos sistemas dos chuveiros da Máquina, substituindo a corrente de água fresca e vapor anteriormente utilizada.

Com a mudança as sobras de água branca também aquecidas, passaram a ser utilizadas nos lavadores do Branqueamento, como ilustra a Figura 15.

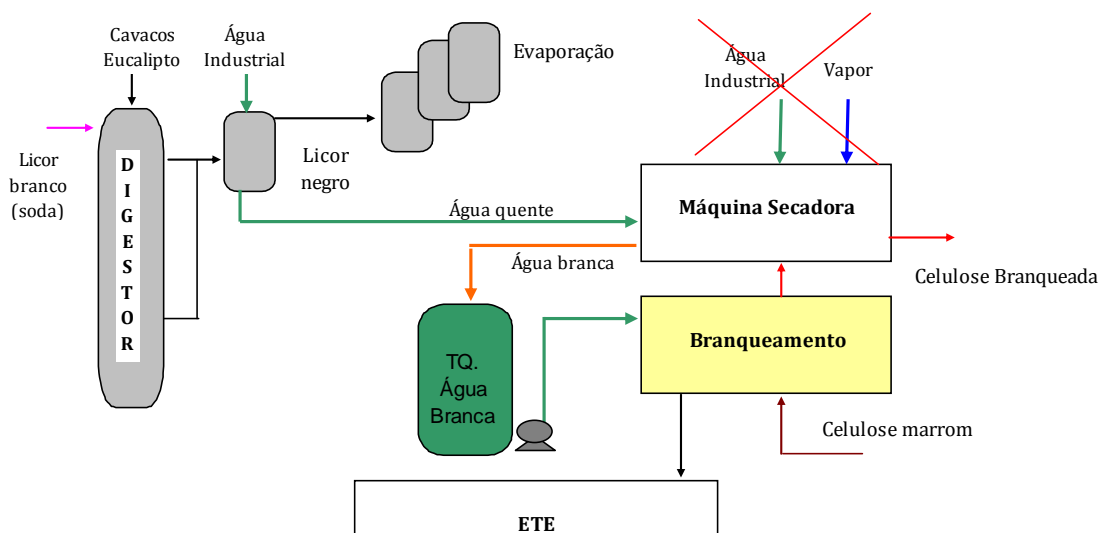


Figura 15 - Novo arranjo utilização água quente

O investimento trouxe, além dos ganhos com redução de água captada, ganhos adicionais, relacionados a energia elétrica demandada para transferência dos fluidos e do vapor consumido para aquecimento da água dos chuveiros. A Tabela abaixo ilustra estes ganhos

Parâmetro	Unid.	Unid./ano	R\$/ano
Água	m³	314.160	125.664,00
Energia Elétrica	Kw.h	125.664	28.902,00
Vapor	t	11.760	190.360,00
Total			344.926,00

Tabela 6 - Ganhos aferidos no projeto



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

O valor do investimento aplicado e o retorno da aplicação, bem como a representatividade da ação quanto a o consumo específico e de reúso estão demonstrados na tabela.

Item de avaliação	Resultado	Unidade
Redução dos volumes captados de água	37,4	m³/h
Valor investimento	204.845,00	R\$
Preço da água na unidade	0,25	R\$/m³
Gastos anuais com captação/vapor	79.437,60	R\$/ano
Pay back	30,94	meses
Redução no consumo específico	1,51	m³/tsa
Participação reúso	5,04	%

Tabela 7 - Resultados do projeto



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

8 REÚSO DA ÁGUA DE SELAGEM DAS BOMBAS DE VÁCUO DOS LAVADORES DE MASSA MARROM

Após o cozimento da madeira, a celulose é lavada a fim de se recuperar o álcali empregado e viabilizar o branqueamento com baixa carga de químicos.

Os lavadores empregados, tipo DDW (*drum displacement washer*) e as bombas de transferência de polpa celulósica a média consistência, demandam vácuo na sua operação, produzido por bombas de vácuo.

Existem dois tipos de bombas de vácuo na linha de fibras: uma que faz vácuo no lavadores com o objetivo de aumentar a consistência de descarga dos mesmos e outra que remove o ar da solução polpa-licor no corpo das bombas de massa de média consistência, para aumentar a eficiência de bombeamento.

Visando a máxima utilização das águas despendidas como efluentes na linha de fibras, neste setor de lavagem alcalina, foi realizado um estudo para avaliar qual circuito poderia ser fechado. Dentre os pontos avaliados identificou-se que um grande fluxo de água de selagem era direcionado à canaleta pelas bombas de vácuo.

A fim de se manter o balanço da lavagem, ajuste de consistências entre os lavadores e depuradores efetua-se make-up de água / condensados no tanque de filtrado do último lavador de polpa marrom. A qualidade da água para este fim possui baixo nível de exigência, abrindo possibilidade para a utilização da água de selagem.

Com o objetivo de quantificar o volume para a canaleta um levantamento individual das bombas de vácuo foi feito, avaliando quais apresentavam maior fluxo de descarte. Através deste, selecionou-se a bomba da qual a água seria reaproveitada.

O maior volume era descartado pela bomba de vácuo dos lavadores DDW, porém ao lado desta bomba está instalada uma bomba de vácuo de uma bomba de média consistência, portanto foi feita uma instalação juntando a água dos dois pontos para reaproveitamento na área da lavagem alcalina. Este reaproveitamento minimizou a reposição de água industrial no tanque de filtrado.

8.1 Descrição do projeto

Instalou-se uma bomba ligada ao separador de gotas da bomba de vácuo do DDW e foi aproveitada a mesma para interligar a saída de água da bomba de vácuo da bomba de média consistência direcionando este fluxo para o tanque de filtrado. Com esta medida de imediato deixamos de utilizar 6,6 m³/h de água fresca no processo.

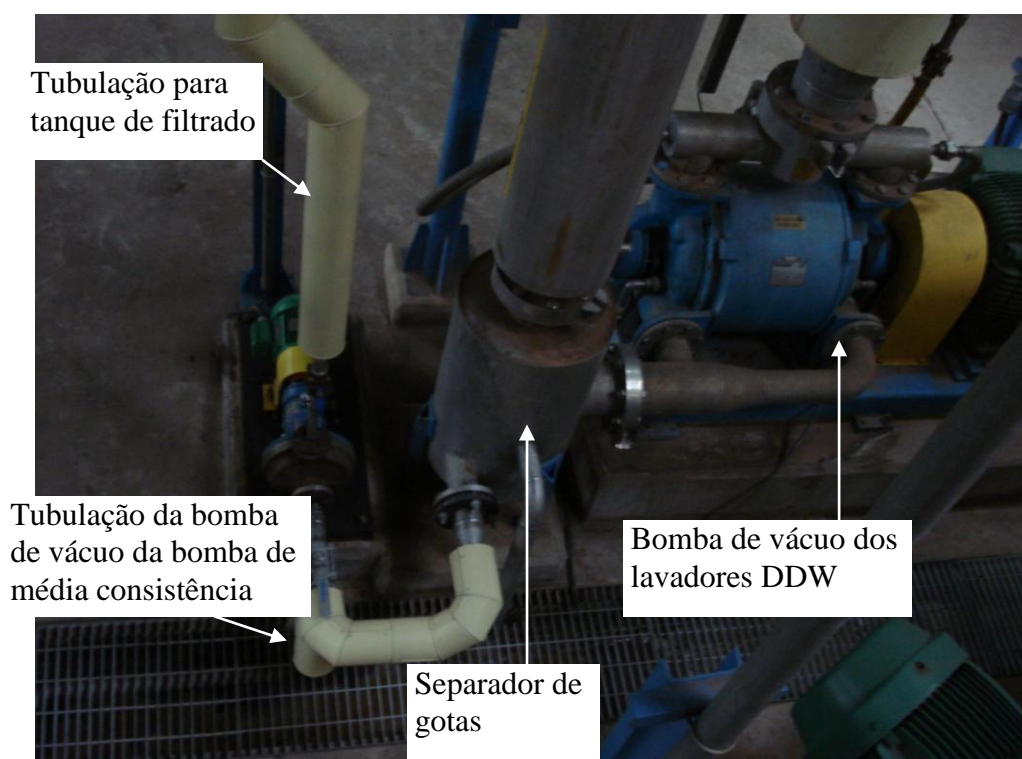


Figura 16 - Foto do arranjo de condensados consolidado

O valor do investimento aplicado, o retorno da aplicação bem como a representatividade da ação quanto ao consumo específico e de reúso, estão demonstrados na tabela a seguir.



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

Item de avaliação	Resultado	Unidade
Redução dos volumes captados de água	5,5	m³/h
Valor investimento	12.000,00	R\$
Preço da água na unidade	0,25	R\$/m³
Gastos anuais com captação	11.682,00	R\$/ano
Pay back	12,33	meses
Redução no consumo específico	0,22	m³/tsa
Participação reúso	0,74	%

Tabela 8 - Resultados do projeto



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

9 REDUÇÃO NO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL

A Lwarcel possui hoje 625 colaboradores. Destes, 360 revezam-se em regime de turno e 265 trabalham em jornada administrativa. A empresa recebe ainda, em média 150 colaboradores indiretos, contratados de terceiros.

Em todas as áreas da fábrica estão instalados sanitários para atender, dentro das normas previstas, esta massa de pessoal.

A empresa possui cozinha e refeitório nas suas instalações e serve diariamente cerca de 450 refeições.

Para atender a demanda de água potável, a empresa que utiliza-se de poços semi-artesianos, investiu em um sistema totalmente independente de distribuição de água que alimenta 100% dos sanitários e lavabos da fábrica, incluso laboratórios e restaurante. Este sistema procede a desinfecção preventiva da água com dosagem automática de cloro, atendendo as normais legais vigentes e disponibiliza em linhas de aço inox a água para toda a fábrica.

Todos os efluentes gerados nestas fontes, dito não-industriais, são enviados para uma Estação de Tratamento de Efluentes compacta, ETEC, que opera automaticamente um sistema de lodos ativados com posterior desinfecção em seus efluentes tratados.

Dentro de um programa coletivo de conservação e reúso da água, a Lwarcel investiu na modernização das suas instalações sanitárias visando ampliar o conforto do colaborador e tendo em vista a redução dos consumos desta corrente de água que traria benefícios com a redução de água propriamente dito e evitaria “engargalar” a ETEC.

Do início do programa denominado, Medidas contra o Desperdício, até o momento foram praticamente duplicados o número de novos sanitários instalados e apesar disso a redução no consumo de água foi muito acentuada.

Descrevemos a seguir algumas medidas que foram adotadas neste programa:

- Criação de uma política permanente de manutenção preventiva e corretiva em todos os sanitários e bebedouros;

- Instalação de válvulas de acionamento hidromecânico nos mictórios;
- Instalação de caixas de descargas nos banheiros novos em substituição as válvulas de descargas;
- Substituição de torneiras mecânicas por hidromecânicas, em parte das instalações existentes;
- Adoção deste padrão mencionado para novas unidades;
- Monitoramento contínuo da vazão através de planilha eletrônica;
- Realizações de vistorias aleatórias nos setores da fabrica;
- Plano de melhoria.

Simultaneamente a renovação dos sanitários e das melhorias adotadas os colaboradores foram envolvidos na questão da necessidade de se reduzir o consumo de água, com informações quantitativas e qualitativas relacionadas ao tema.

Os resultados obtidos no período de 2005 aos dias atuais podem ser observados na figura a seguir:

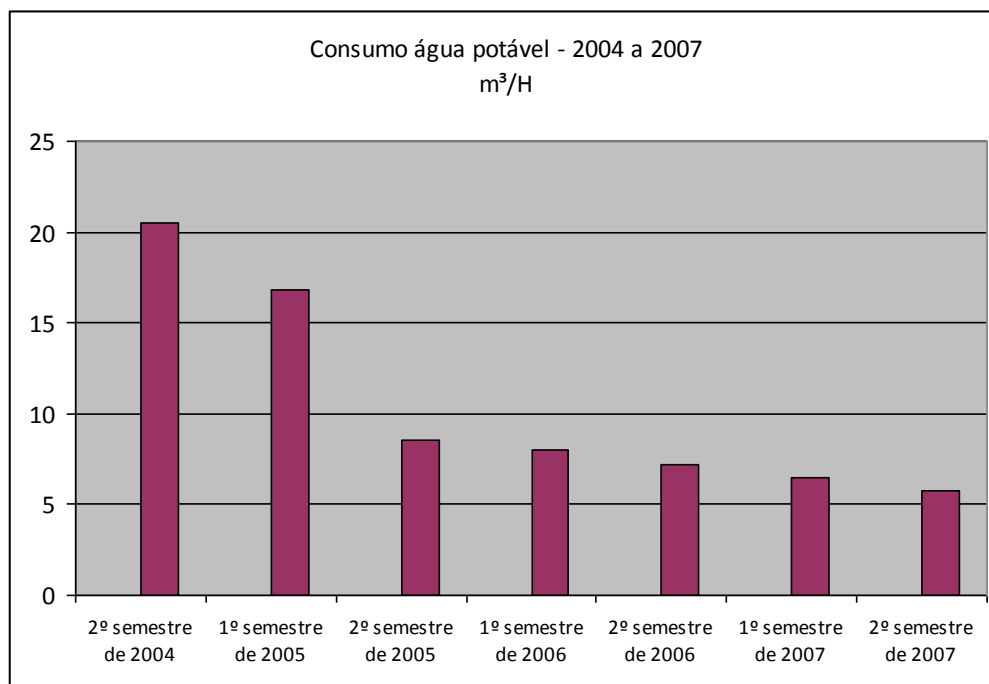


Figura 17 - Consumo água potável na indústria

Ilustramos na tabela a seguir o retorno do investimento bem como a



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

representatividade da ação quanto a o consumo específico e de reúso. Para avaliação do pay back não foram considerados os custos da ETEC, apenas os custos da água potável.

Item de avaliação	Resultado	Unidade
Redução dos volumes captados de água	14,7	m³/h
Valor investimento	37.771,00	R\$
Preço da água na unidade	0,28	R\$/m³
Gastos anuais com captação	34.969,54	R\$/ano
Pay back	12,96	meses
Redução no consumo específico	0,59	m³/tsa
Participação reúso	1,98	%

Tabela 9 - Resultados do projeto

10 ESTRUTURA DE MEDIÇÃO E CONTROLE DO FLUXO DE ÁGUA

Como ação de apoio aos programas de redução de consumo de água e dentro da premissa de que sem medições freqüentes e confiáveis os ajustes tendem a ser mais lentos, a Lwarcel investiu na medição de todos os pontos de captação e consumo de águas.

Estas informações são centralizadas no SDCD da área de Utilidades e Recuperação que procede a gestão do fornecimento de águas e é acessível através de software de gestão da informação, a todos os setores consumidores da fábrica.

Ilustramos a seguir o controle efetuado com exemplos das telas do sistema SDCC.

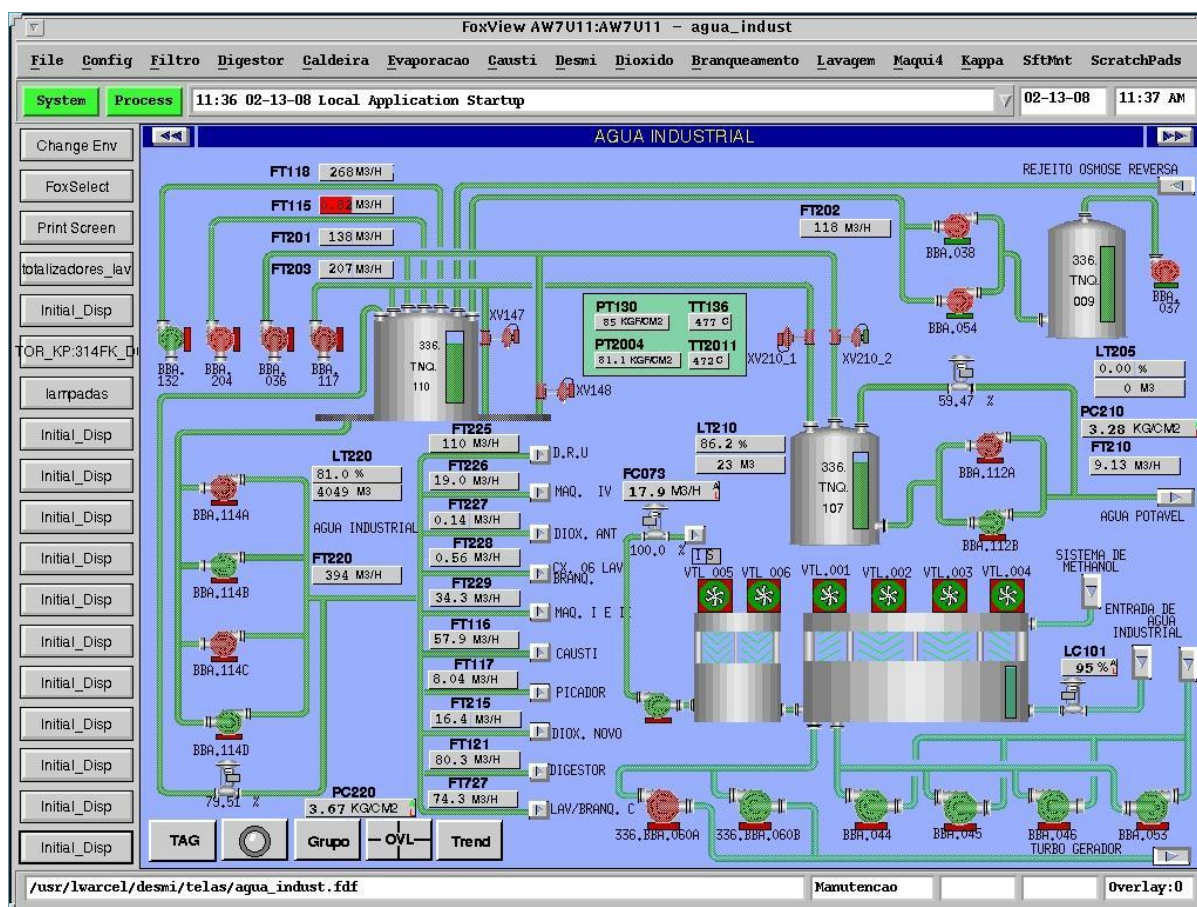
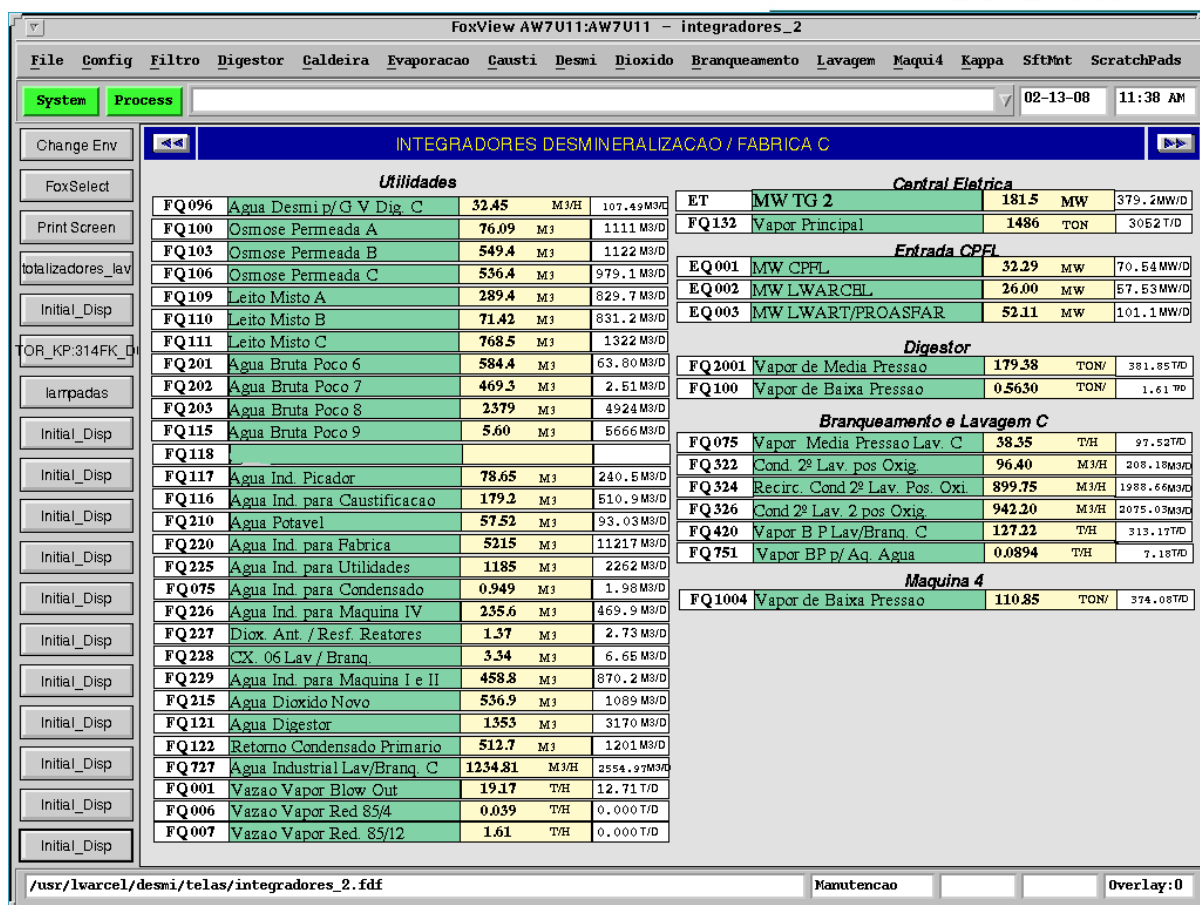


Figura 18 - Tela medidores fluxo captação e distribuição 1



Dentro do programa de melhoria do controle de consumo de água, foram instalados 12 medidores de fluxo, em um investimento correspondente a R\$112.000,00, que somados aos 04 medidores existentes fecharam a malha de controle de captação e consumo em toda unidade industrial.

Esse recurso nos permitiu mensurar de forma muito assertiva os ganhos mencionados em cada projeto aqui apresentado.

Na tabela 10, a seguir, incluímos resumo de todos os projetos apresentados.

	Redução de Captação de Água		
	m³/H	m³/adt	% equiv.
Projeto 1	173,02	7,00	23,33
Projeto 2	26,00	1,05	3,51
Projeto 3	14,90	0,60	2,01
Projeto 4	51,00	2,06	6,88
Projeto 5	37,40	1,51	5,04
Projeto 6	5,50	0,22	0,74
Projeto 7	14,70	0,59	1,98
Total	322,52	13,05	43,49

Tabela 10 - redução consumo de água - total

Os resultados comprovam que projetos criativos, de baixo impacto financeiro e por vezes tecnológico, podem obter resultados muito próximos aos alcançados com alta tecnologia. Isso evidencia a necessidade de uma política consistente para a redução de recursos hídricos.

Redução Consumo de água por modalidade

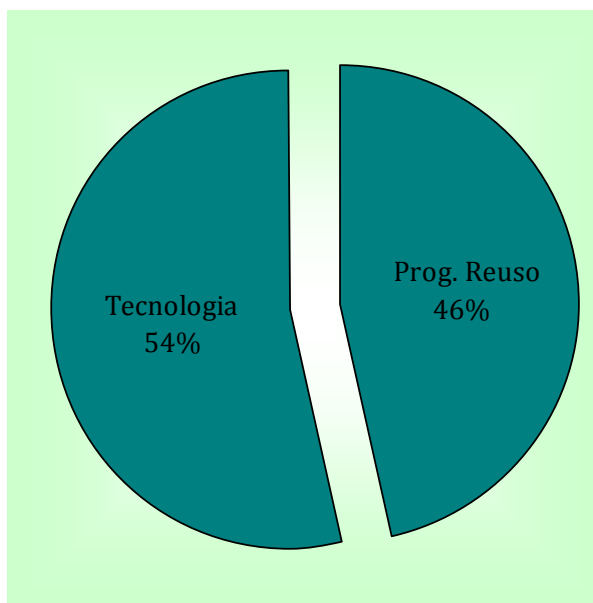


Figura 20 - Modalidade Investimento nos projetos de redução

Como resultado do programa em questão a Lwarcel Celulose possui hoje o melhor resultado do setor de celulose. A figura a seguir ilustra o histórico de consumo específico da unidade e da geração de efluentes

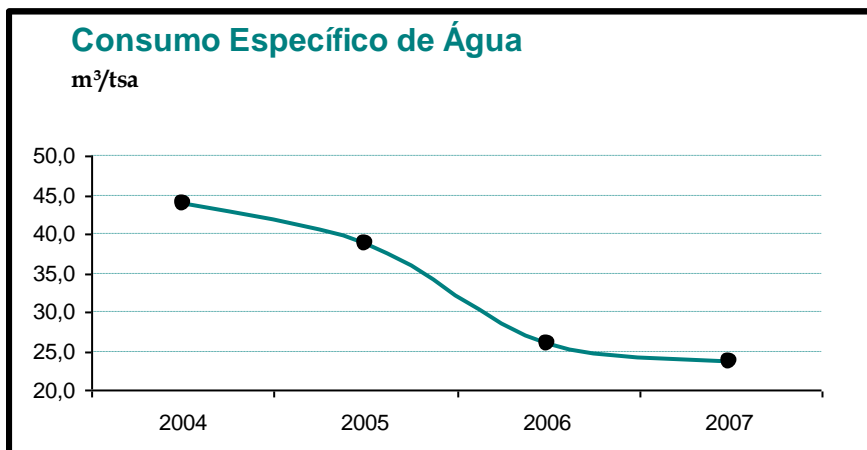


Figura 21 - Consumo específico de água

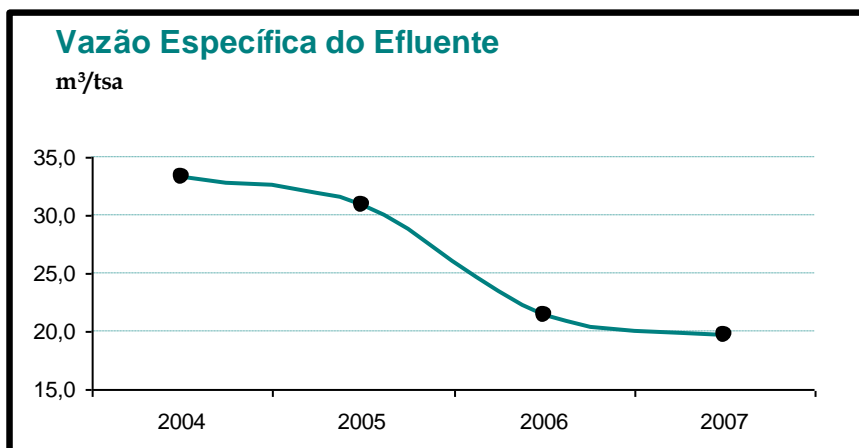


Figura 22 - Vazão específica do efluente



LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA.
Rod. Juliano Lorenzetti, Km 04, Acesso Mal. Rondon,
Saída 304, Sentido Capital-Interior
CEP 18682-970, CX.P. 441, Lençóis Pta-SP
Fone: (14) 3269 5100, Fax: (14) 3269 5101
E-mail: lwarcel@lwart.com.br
Site: www.lwarcel.com.br

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação efetiva de medidas para redução do consumo de água trouxeram inúmeras vantagens para a Lwarcel. Do ponto de vista econômico entre captação de águas e tratamento de efluentes, excluso o projeto de ampliação, a empresa irá reduzir em cerca de R\$ 450.000,00 seus gastos anuais, dos quais R\$ 320.000,00 apenas com custos de captação, em um claro exemplo de que investir em projetos de maximização do uso da água são economicamente viáveis, além de potencializar a imagem da empresa quanto à preservação ambiental e responsabilidade social, fortalecendo o setor industrial.