Eucalyptus Online Book & Newsletter

ABTCP
Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

Celsius Degree / Grau Celsius

OPORTUNIDADES PARA ECOEFICÁCIA, ECOEFICIÊNCIA E PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA FABRICAÇÃO DE CELULOSE KRAFT DE EUCALIPTO

Celso Foelkel

www.celso-foelkel.com.br
www.eucalyptus.com.br
www.abtcp.org.br

Empresas patrocinadoras:

Botnia

Aracruz Celulose

International Paper do Brasil

Conestoga-Rovers & Associates

Suzano Papel e Celulose

Maio 2008

Empresas patrocinadoras:

BOTNIA

ARACRUZ

INTERNATIONAL PAPER

CRA KSH

SUZANO
PAPEL E CELULOSE

OPORTUNIDADES PARA ECOEFICÁCIA, ECOEFICIÊNCIA E PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA FABRICAÇÃO DE CELULOSE KRAFT DE EUCALIPTO

CONTEÚDO

- INTRODUÇÃO
- VALORAR DESPERDÍCIOS É A PORTA DE ENTRADA DA ECOEFICÁCIA E DA ECOEFICIÊNCIA
- A OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO KRAFT DE PRODUÇÃO DE CELULOSE DE EUCALIPTO COM O FOCO DA ECOEFICÁCIA, DA ECOEFICIÊNCIA E DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA
    - Pátio de madeira
    - Preparação e seleção de cavacos
    - Cozimento kraft dos cavacos de eucalipto
    - Lavagem e depuração da polpa
    - Deslignificação com oxigênio e branqueamento da celulose
    - Formação da folha e secagem da celulose
    - Recuperação do licor preto (evaporação e caldeira)
    - Caustificação e forno de cal
    - Tratamento de água e de efluentes
    - Caldeira de força e geração de energia a partir da biomassa
    - Resíduos sólidos
- ALGUNS CASOS DA VIDA REAL EXEMPLIFICANDO SITUAÇÕES DE ECOEFICIÊNCIA OU DE ECOINEFICÊNCIA
- MAIS ALGUNS EXEMPLOS DE VALORAÇÃO PARA SEDIMENTAR CONCEITOS
- CONSIDERAÇÕES FINAIS
- REFERÊNCIAS DA LITERATURA E SUGESTÕES PARA LEITURA

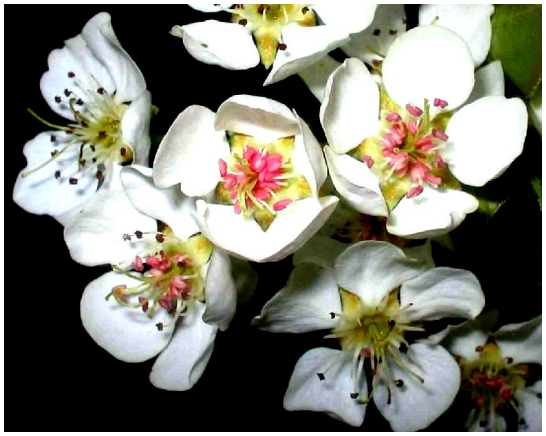
© *Ilustrações em desenhos assinalados com Ale **: por Alessandra Foelkel*

© *Fonte das fotos: arquivo de fotos do autor e artigos e arquivos mencionados na literatura do capítulo*

OPORTUNIDADES PARA ECOEFICÁCIA, ECOEFICIÊNCIA E PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA FABRICAÇÃO DE CELULOSE KRAFT DE EUCALIPTO

Celso Foelkel
www.celso-foelkel.com.br
www.eucalyptus.com.br
www.abtcp.org.br

INTRODUÇÃO



Tenho ouvido muito nossos dirigentes falarem sobre sustentabilidade em seus negócios. Muito bom isso! Espero que não sejam tão somente palavras de retórica e que tenham um forte embasamento de ações em direção da mesma. Com tantas preocupações que temos visto manifestadas por eminentes cientistas em relação ao futuro de nosso planeta, realmente a sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável é algo a ser buscado com intensidade, da mesma forma com que buscamos o sucesso de nossas empresas. Definitivamente, estamos atingindo um patamar diferenciado nas nossas relações com o meio ambiente. Ainda falta muito para ser uma situação de ótimo, mas o setor de base florestal está consciente de que pode e deve fazer algo mais pela sustentabilidade. Tivemos maravilhosos ganhos em nossa performance e postura ambiental na última década. Conseguimos reverter muito de nossas mazelas do passado, evoluímos e podemos evoluir ainda mais. O caminho a trilhar é longo, mas os passos estão sendo dados e o horizonte está sendo enxergado de cor mais Verde-Natureza do que no passado.

Todos sabemos que a nossa sociedade cresce em número e em exigências de consumo, outro fator irreversível até o momento: o modelo de desenvolvimento escolhido pelos humanos favorece isso. Para atender essas

demandas crescentes, temos que continuar a produzir bens para garantir nossa própria felicidade e sustentabilidade. Afinal, é a sustentabilidade do ser humano que sempre é o pano de fundo quando mencionamos a palavra sustentabilidade. Apenas descobrimos que para sermos sustentáveis devemos manter o ambiente saudável e equilibrado. Alertados estamos; agindo, apenas começando, mas com antenas mais direcionadas para o futuro e não apenas para o presente. Como o setor de base florestal trabalha no longo prazo, temos mais facilidades para entender e praticar isso.

Duas maneiras simples de se trabalhar pela sustentabilidade são: produção ecoeficiente e consumo sustentável. O consumo sustentável depende de nós mesmos como cidadãos, evitando consumir o que não necessitamos e procurando gerar resíduos em uma taxa capaz de ser absorvida pela Natureza. Já a produção ecoeficiente também depende de nós, mas quando estamos nas coletividades de nossos ecossistemas conhecidos como empresas. Em nossas empresas produtoras de celulose de eucalipto temos enormes relações com a Natureza. Nossa indústria tem forte envolvimento ambiental. Ela pode ter impactos muito significativos se mal gerenciada. Por outro lado, por ter inúmeras atividades baseadas em utilização de recursos naturais renováveis, essa indústria tem imensas possibilidades de ser cada vez mais sustentável. Sua matéria-prima fibrosa vinda das florestas plantadas e sua energia oriunda de biomassa são exemplos disso. Por sustentável vamos entender uma indústria com mínimos impactos ambientais sobre a fauna, flora, ecossistemas e sobre o próprio ser humano. Essa empresa é capaz de se manter no negócio e no ecossistema em que habita indefinidamente. Ela ainda colabora para a felicidade da sociedade com seus produtos e procura fazê-lo de forma a prevenir danos ambientais e a maximizar benefícios sociais.

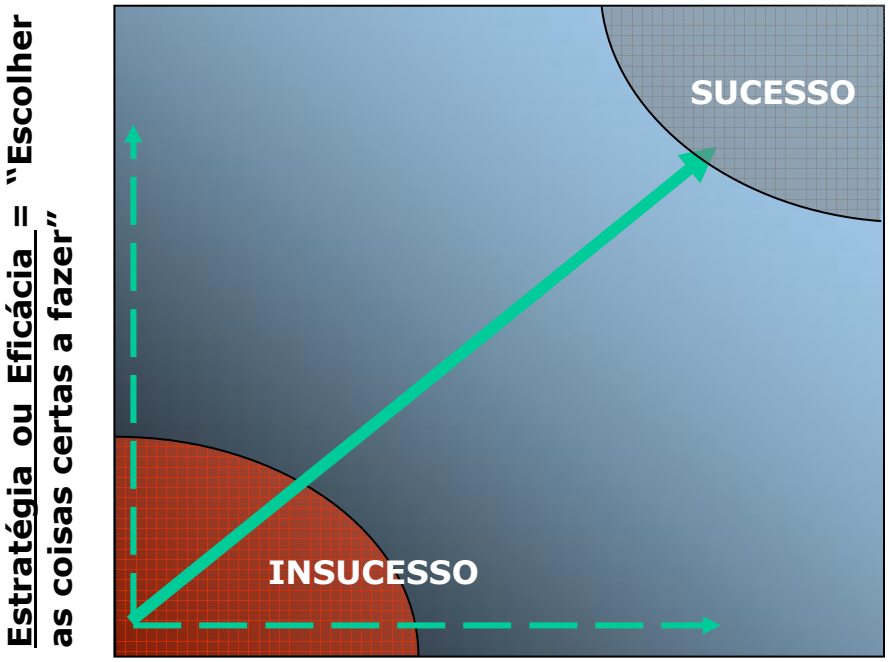
A sustentabilidade tem sido uma bandeira para muitas empresas e grupos empresariais. O setor de celulose e de papel no Brasil abraçou essa causa, embora ainda sem um conhecimento tão aprofundado do que deve fazer e em que ritmo. Muitas ações de controle ambiental e de busca de redução de poluição têm sido tomadas. Praticamente todas as empresas líderes na atividade de base florestal estão certificadas em seus sistemas de gestão ambiental e em suas florestas e madeiras. Uma coisa é absolutamente certa: a intenção para a sustentabilidade existe, resta então direcionar ações e buscar resultados, tanto empresariais como também de sustentabilidade. Uma das formas já mencionadas é pela ecoeficiência e pela prática da produção mais limpa. Esses conceitos inclusive foram desenvolvidos em conjunto com empresários de diversos tipos de atividades industriais, entre os quais os de produção de celulose e papel.

No capítulo anterior desse nosso **Eucalyptus Online Book** vimos que ambos os conceitos, ecoeficiência e P+L, são muito próximos em seus significados. Ambos buscam o melhor uso das matérias-primas e dos insumos,

reduzindo a geração de desperdícios. Apenas o foco das atenções é ligeiramente diferente entre ambos. Pela prática da ecoeficiência acreditamos que ao tornarmos nossos processos mais eficientes, eles farão melhor o que devem fazer e com isso as sobras e as perdas serão menores. Diminuídas as perdas, reduzem-se as gerações de resíduos e o meio ambiente é menos impactado. A produção mais limpa tenta encontrar as ineficiências pelo lado dos resíduos: se um resíduo ou uma perda existem, quais as suas causas no processo e como podemos evitá-los em sua origem? Ou seja, ambos os conceitos buscam o melhor desempenho dos processos e de sua gestão por nós próprios que gerenciamos e operamos nossas fábricas de celulose de eucalipto.

Acredito então que seja a hora de falar em um novo conceito, algo que sequer mencionei até agora, o conceito de Ecoeficácia. Sempre existe alguma confusão entre os conceitos de eficiência e de eficácia. Eficácia está associada à frase "escolher corretamente o que deve ser feito". Já Eficiência está ligada à frase "fazer muito bem o que deve ser feito". Isso significa que mesmo que nossa decisão tenha sido ineficaz, ao escolhermos um processo não adequado, se o fizermos operar muito bem, estaremos sendo eficientes. Eficácia e eficiência devem ser praticadas juntas. Em primeiro lugar devemos buscar sermos eficazes, selecionando bem as alternativas que se oferecem a nós. Isso pode ser também denominado de Estratégia. Analisamos alternativas estratégicas e selecionamos as que parecem mais favoráveis ao nosso negócio, à nossa vida e ao ambiente que será impactado. Após elegermos as alternativas que queremos implementar, devemos procurar fazê-las bem, o melhor possível. É aqui que entra a eficiência: fazermos o melhor possível essa implementação. Eficiência é resultado de Gestão, podendo essas palavras serem confundidas na vida empresarial. Portanto, a Ecoeficácia consiste em se eleger as alternativas de processo que sejam melhores tanto para a empresa como para o meio ambiente. Não devemos escolher uma alternativa que só privilegie o meio ambiente e não resulte em produção economicamente sustentável ou seja socialmente injusta. Tampouco devemos escolher uma alternativa que só dê resultados empresariais e seja altamente danosa ao meio ambiente ou às pessoas da empresa e da comunidade.

Tenho visto esses conceitos de ecoeficiência e ecoeficácia sendo tomados com sendo a mesma coisa, muita ingenuidade de quem assim considera, já que as palavras origens são definitivamente distintas. Por essa razão enfatizaremos muito nesse capítulo de nosso livro que nossos técnicos devem avaliar muito bem as alternativas tecnológicas de que dispõem para escolher as melhores (ecoeficácia) e depois de escolhidas, ao usá-las devem fazer isso com os menores desperdícios possíveis, minimizando perdas e resíduos (ecoeficiência). Está bem claro isso, pessoal?



<u>Gestão ou Eficiência</u> = "Fazer bem as coisas"

Já mencionamos diversas vezes que o nosso propósito com essa série de capítulos sobre ecoeficiência e produção mais limpa é dar nossa colaboração, que agregada a outras, possa ajudar o setor a praticar mais e mais a sua busca pela sustentabilidade. No presente capítulo nossa meta é mostrar uma grande lista de oportunidades para as práticas da ecoeficácia e ecoeficiência na fabricação de celulose kraft de eucalipto. Não vamos discutir detalhes de processos, mas vamos apontar locais na fabricação da celulose onde podemos atuar para minimizar a geração de resíduos e de desperdícios. Vamos ainda sugerir ações para melhoramento de eficiências operacionais, com menores utilizações de insumos, energia e menor retrabalho. Vamos também mostrar, com exemplos, algumas situações da nossa vida real, onde convivemos com resíduos e perdas sem sequer notá-los: resquícios de uma cultura de desperdício que por anos foi praticada pelos humanos, o que já chamei nessa seção de mazelas do setor, ainda em processo de otimização em muitas empresas. Finalmente, daremos alguns exemplos numéricos, com valorações das perdas em exemplos, hipotéticos, retirados de nosso baú de experiências vivenciadas. Afinal, são quase 40 anos de atividades no setor, onde pude aprender muito com tantos e agora gostaria de deixar para outros tantos um pouco do que aprendi.

Aproveito a oportunidade para agradecer a todas as pessoas dos muito ecotimes que formamos em muitas empresas na América Latina para buscar a produção mais limpa e a ecoeficiência em nossas fábricas.

Em capítulos futuros, dedicaremos espaço para o mesmo tipo de abordagem no caso da fabricação de papel, para a área florestal e finalmente para a área administrativa e de gestão. Em todas essas áreas podem ser encontradas milhares de oportunidades para melhoria da ecoeficiência e para a redução de desperdícios. Através de nossa análise para escolher as menos impactantes ao meio ambiente e mais úteis para a empresa como um todo no longo prazo estaremos sendo mais ecoeficazes.

Espero sinceramente que esses exemplos possam ser úteis e enxergados como um alerta e um "driver" de sensibilização para os que ainda não estão acostumados a raciocinar em termos de tornar nossos processos eficazes e eficientes. Já para os que já estão sensibilizados e atuantes com essa prática, ficam mais como reforços e como lembretes para revisões constantes. Peço ainda aos leitores desses capítulos, que na medida do possível, que me ajudem a difundir esses conceitos junto a operadores e a gestores ainda não sensibilizados para a ecoeficácia, ecoeficiência e para a produção mais limpa. Desde já agradeço. Minha meta é muito simples: quero um setor de base florestal melhor, cada vez melhor em sua busca da almejada sustentabilidade. Se pudermos com o que estamos pregando acelerar as melhorias, ainda melhor então.

==========

VALORAR DESPERDÍCIOS É A PORTA DE ENTRADA DA ECOEFICÁCIA E DA ECOEFICIÊNCIA

"Através da adequada quantificação de nossas perdas e eficiências é que poderemos saber quão boa é nossa performance operacional"
"Ao valorarmos as eficiências e ineficiências em nossas ações poderemos com mais facilidade identificar formas de sermos mais eficazes em nossas decisões"

Ao ingressarmos nessa seção, vamos inicialmente recordar alguns poucos conceitos básicos já mencionados anteriormente e também no capítulo 09 desse nosso **Eucalyptus Online Book**:

⇒ Produção mais limpa (P+L) está relacionada à redução de poluição na sua origem. Ou seja: se um resíduo ou um desperdício existe, onde ele foi gerado, e o que deve ser feito para evitá-lo em sua origem?

⇒ Produção mais limpa pode ser entendida como uma estratégia para melhorar continuamente os processos, produtos e serviços, a eficiência operacional, a qualidade, os aspectos ambientais, aumentando resultados econômicos por redução de custos; e, finalmente, permitindo se caminhar em direção ao desenvolvimento sustentável.

⇒ Ecoeficiência pode ser resumida pela prática dos 3 Ms: fazer **M**ais, com **M**enos e **M**elhor. Significa incluir a melhor eficiência possível em nossos processos, quaisquer que seja eles: administrativos, industriais, florestais, gerenciais, etc. Isso significa em nosso caso fazer o melhor produto com o menor uso de insumos tais como madeira, fibras, energia, água, etc. e com mínimas perdas. A pouca eficiência resulta em perdas, resíduos, poluição, desperdícios e retrabalhos. Resulta também em maiores custos de produção.

⇒ Ecoeficácia já é algo pouquíssimo mencionado, até mesmo desconhecido para a maioria dos técnicos. A ecoeficácia consiste fundamentalmente em escolher melhor as alternativas que temos à nossa disposição quando operamos nossas fábricas. Elas devem focar não apenas a produção, o processo e os custos envolvidos, mas ainda os impactos à Natureza e às pessoas. Seremos ecoeficazes quando aprendermos a ponderar bem esses três pilares do desenvolvimento sustentável com o foco no longo prazo e não só na visão imediatista do curto ou curtíssimo prazo.

Para se praticar a ecoeficácia e a ecoeficiência há que se ter quantificações, sendo essas tanto de natureza de impactos ambientais, econômicos e sociais. É muito difícil se tomar decisões corretas apenas baseadas em "feelings". Para o gestor de nossas fábricas de celulose, sempre é importante a avaliação das alternativas para ser mais eficaz. Como somos técnicos, os números ajudam muito nas decisões. Portanto, a adequada mensuração de custos, retornos, danos e geração de resíduos é fundamental para a prática da produção mais limpa. Aliás, quantificar o valor de uma perda, de um desperdício ou de um resíduo é a ferramenta básica na aplicação da produção mais limpa. Com ela, podemos tomar decisões mais seguras (praticando a ecoeficácia) e buscar tanto os resultados econômicos para que a empresa cresça e melhore, como para minimizar seus impactos ambientais.

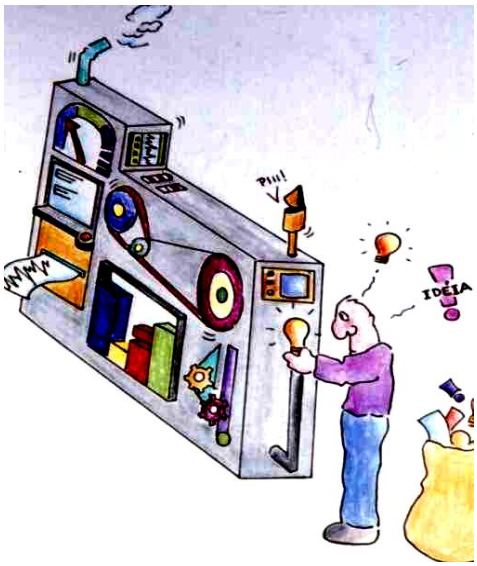
Qualquer quantificação implica em se medir com ferramentas e métodos adequados, sem empirismo e sem tendências ou preconceitos. A quantificação deve ser feita com a maior qualidade possível e sem a indesejável prática de tentar provar as nossas idéias e o que estamos pensando. As quantificações

irão orientar nas decisões para sermos mais ecoeficazes, para escolhermos as coisas mais corretas a se fazer. Quando temos ineficiências elas aparecem na forma de perdas de produção, de energia, de matérias-primas, etc. Ao termos perdas, como na Natureza nada desaparece sem deixar vestígios, geramos mais poluição, mais efluentes, mais resíduos. Em resumo, impactamos mais e danificamos mais o meio ambiente (pouca ecoeficiência no processo). Gastamos mais para tratar essa poluição e aumentamos nossos custos pelo maior uso de matérias-primas, insumos, energia, etc. Gastamos ainda mais para tratar e dispor os resíduos. Em resumo, o "mundo do menos" está criado e nós seremos responsáveis por ele.

Uma adequada quantificação implica em se levantar os seguintes dados:

- Valor negativo da perda física e monetária de produção;
- Valor negativo da matéria-prima desperdiçada;
- Valor negativo da agregação de custos no processo e que descartamos junto com a perda ou resíduo;
- Valor negativo para manusear, tratar e dispor esse resíduo gerado pela nossa ineficiência ou ecoineficiência, já que os resíduos impactarão o meio ambiente;
- Valor positivo da eventual venda do resíduo.
- Valores físicos negativos dos impactos ambientais causados pela ecoineficiência em questão (DQO - Demanda Química de Oxigênio, consumo de água, geração de efluente, consumo de energia, redução da qualidade de vida da fauna e da flora, etc.)
- Valores negativos para as pessoas da empresa e da comunidade (ergonometria, trabalho inseguro e difícil, odor e desconforto, insatisfações com o trabalho difícil no manuseio do resíduo, toxicidade no ambiente, doenças resultantes da operação ineficiente, etc.)

Na seção sobre valoração de alguns casos de estudo ainda nesse capítulo de nosso livro teremos exemplos apresentados com quantificações a título de exemplos para vocês. Em alguns desses casos que mencionaremos veremos como a criatividade de nossos técnicos permitiu estancar as perdas que ocorriam nos processos industriais da fabricação de celulose com enormes resultados e muita ecoeficiência.



Criativímetro em ação

*Ale***

"A criatividade e a sinergia das equipes colaboram para se encontrar oportunidades de ecoeficácia e ecoeficiência que resultarão em ganhos para todos: empresa, ambiente e pessoas da empresa e da comunidade"

==========

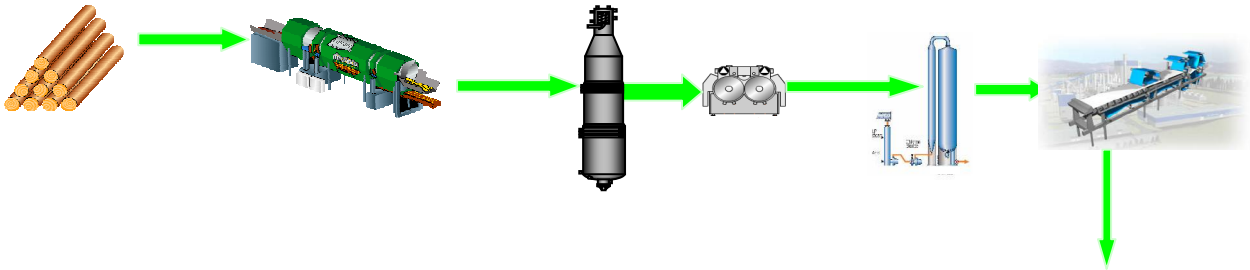
A OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO KRAFT DE PRODUÇÃO DE CELULOSE DE EUCALIPTO COM O FOCO DA ECOEFICÁCIA, DA ECOEFICIÊNCIA E DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Foto: Klabin, Correia Pinto, SC - Brasil
Área desativada de forno de cal transformada em jardins na fábrica
(Belíssimo caso de "housekeeping" e de criatividade)

A seguir, estamos relacionando uma lista de **50 grandes oportunidades** que existem dentro das empresas e que podem merecer a atenção de gestores e operadores para melhorar as eficiências e as ecoeficiências. Essas 50 grandes oportunidades acabaram sendo desdobradas em algumas centenas de alternativas que ajudam, com certeza, a melhorar as performances operacional, ambiental e social de nossas empresas de celulose kraft branqueada de eucalipto. Obviamente, existem muitas outras mais, mas procuramos dar ênfase às mais usuais fontes de ineficiências em nossas fábricas de celulose kraft de eucalipto. Os resultados de otimização de muitas dessas oportunidades podem se converter em menores impactos ambientais, menores desperdícios, maiores ganhos em produção, menores consumos específicos de insumos, menores custos de produção e maior qualidade de vida para os operadores.

Em futuro capítulo desse nosso livro virtual tentaremos apresentar a vocês uma grande listagem de oportunidades mais gerais e que se aplicam tanto às fábricas de celulose, como para as de papel e mesmo às empresas que fabricam MDF, chapas, painéis, móveis e que estejam ligadas à cadeia produtiva da madeira em seus diversos segmentos. Esperamos que seja algo do tipo: *"Mil e uma maneiras de fazer sua fábrica mais ecoeficiente e com uma produção mais limpa"*. Aguardem, já está em elaboração e temos certeza que lhe será muito útil, assim como o presente capítulo também.

Reforçando então nossa sugestão aos técnicos: sempre avaliem cada oportunidade que venham a trabalhar com base em nosso modelo de análise para valoração da oportunidade em termos técnicos, ambientais, sociais e econômicos. Com isso, fica mais fácil se raciocinar sobre as interfaces dessa oportunidade, seus impactos na área onde será otimizada e em outros setores da empresa, Além disso, é importante se conhecer os valores econômico, ambiental e social da alternativa técnica proposta até mesmo para permitir uma melhor negociação entre as partes interessadas para melhores tomadas de decisão.



A Fantástica Fábrica de Celulose

Fluxograma Básico da Fantástica Fábrica de Celulose Kraft de Eucalipto

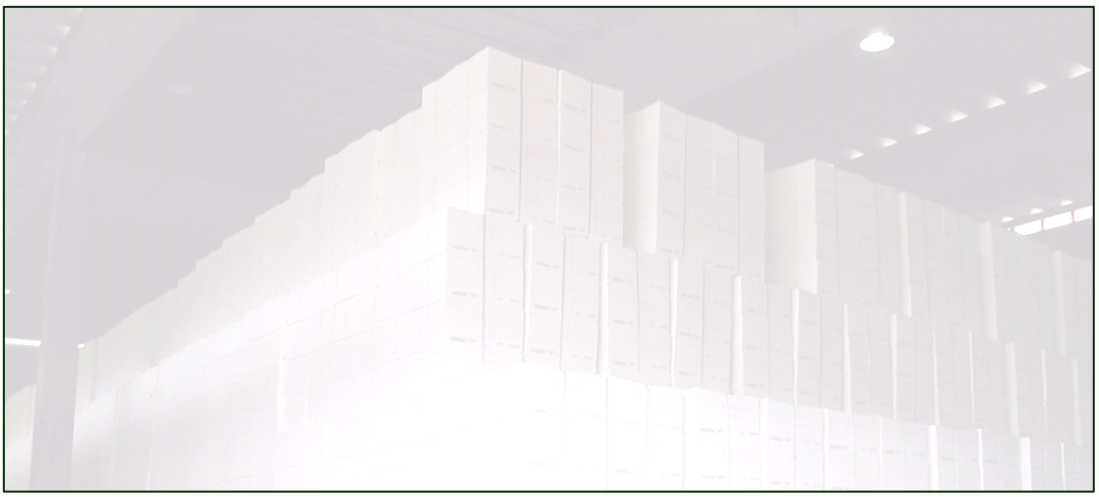
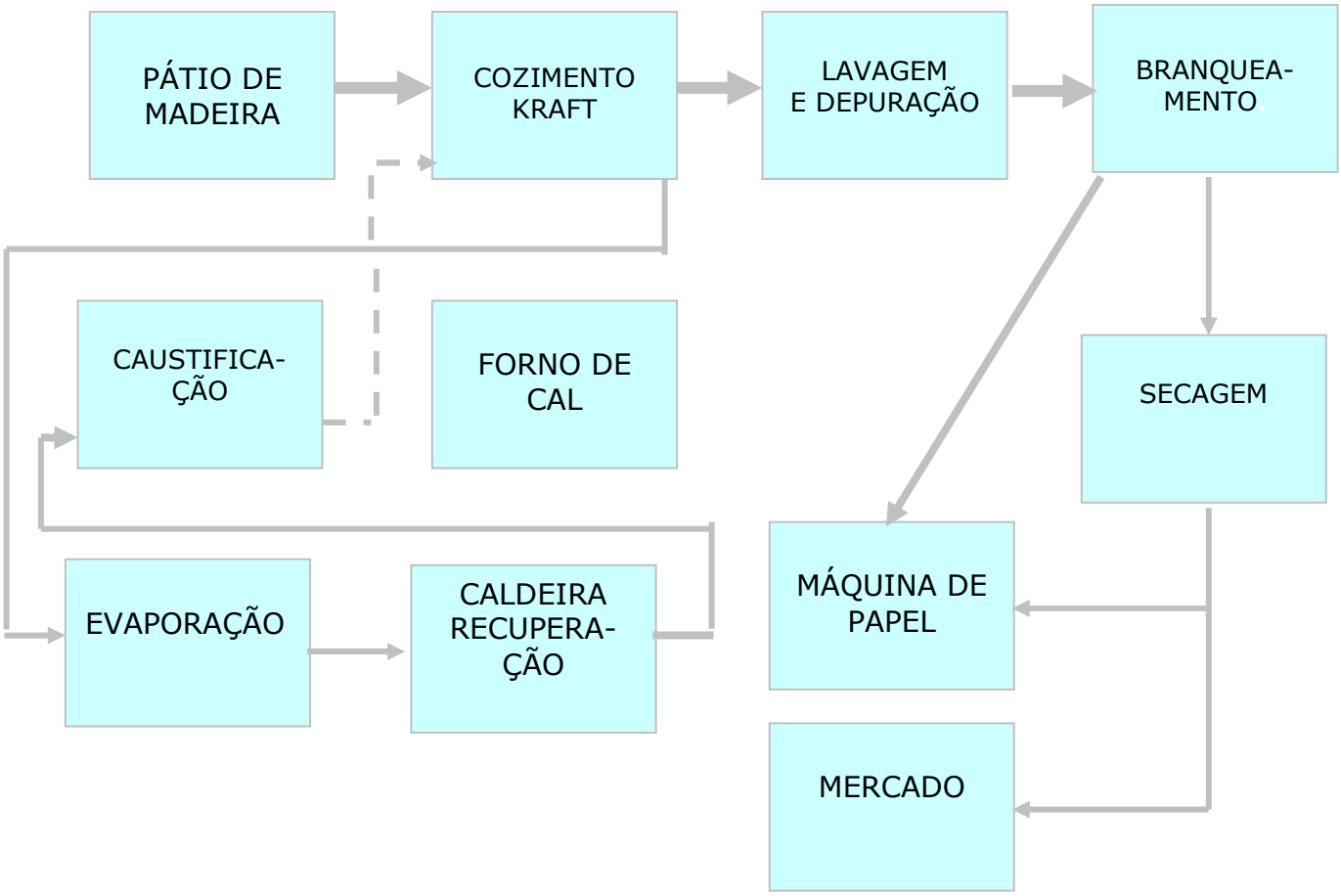


Foto: Aracruz Celulose, Brasil



• Pátio de madeira

1. Oportunidade de P+L: Reduzir a quantidade de resíduos sólidos gerados na área do pátio de madeira (restos de cascas, terra, pedras, folhas, galhos, etc.)

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Melhorar a limpeza das toras que chegam à fábrica em termos de casca e de terra (ações na área florestal).

- Usar veículos com carrocerias apropriadas para deixar os contaminantes das toras nas fazendas e não os trazer para a fábrica (esses contaminantes são "presentes de grego" para as operações fabris).
- Avaliar o descascamento das toras feito na floresta em comparação com o descascamento na fábrica (conforme o que a empresa estiver usando).
- Em caso de fábricas descascando as toras na própria fábrica a sobra de casca pode ser grande em função da demanda por parte da caldeira de biomassa. Nesse caso, é importante se definir uma solução diferenciada que pode ser o descascamento de parte da madeira no campo, exatamente para não trazer casca na fábrica para ela sobrar como resíduo (mais uma vez, um "presente de grego").
- Toda vez que sobrar casca biomassa na fábrica deve-se fazer todo esforço possível para evitar mandar madeira para a caldeira de biomassa. Isso significa que temos que ser ainda mais eficientes em reusar cavacos sobre-espessos (repicar os mesmos), em gerar o mínimo de serragem, de toretes quebrados no descascamento, etc. etc. Em geral, esses tipos de madeira são enviados para a caldeira de biomassa sem se atentar se sobra ou não biomassa no processo.
- Pavimentar o pátio de toras para evitar a contaminação das toras com terra e a maior geração de resíduos no setor de lavagem de toras.
- Pavimentar uma área do pátio para varredura e descarregamento de resíduos de terra, cascas, galhos, toretes, etc. que acompanham as toras nos caminhões de transporte florestal. Com isso, esses rejeitos não se sujarão ainda mais e poderão, ainda nesse pátio, ser classificados (peneiramento, por exemplo) para posterior uso como biomassa energética.
- Manter maior estocagem de madeira na pilha de cavacos e menor na forma de toras.
- Encaminhar a maior parte das toras que chegam diretamente para os picadores, reduzindo o manuseio de toras para estocagem.
- Melhorar a lavagem das toras.
- Dispor de uma prensa para reduzir o teor de umidade dos resíduos, diminuindo com isso o peso e o volume gerados.
- Separar a terra do material orgânico proveniente da lavagem das toras e queimar o resíduo orgânico como biomassa nesse tipo de caldeira.
- Coletar os resíduos de casca e folhas mais limpos e adicionar os mesmos na entrada do descascador de tambor (se utilizado na fábrica). Como o descascador separa as cascas das toras e encaminha casca para a pilha de biomassa, esse será o caminho que tomará esse resíduo.
- Reduzir a geração de toretes de madeira, quebrados pelo manuseio.
- Reduzir a perda de cavacos pelas esteiras transportadoras que acabam se misturando a outros resíduos de baixo valor e se tornam resíduos sujos e não mais matéria-prima limpa.
- Compostar os restos de casca e terra e vender o composto ou usá-lo na jardinagem da empresa ou na área florestal como fertilizante.

2. Oportunidade de P+L: Reduzir o efluente líquido gerado na área do pátio de madeira

Foto: Arauco Valdívia, Chile

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Trazer toras mais limpas para a fábrica.
- Melhorar a eficiência do descascamento para que menos pedaços residuais de casca tenham que ser removidos na lavagem das toras.
- Remover por peneiragem os sólidos suspensos da água de lavagem após seu uso e reciclá-la de novo para o processo de lavar as toras.
- Usar uma água recuperada, um condensado ou um efluente pouco contaminado (ou mesmo efluente tratado) para repor as perdas de água no setor (para "make up").
- Ter um sistema de tratamento de efluentes específico para a área de pátio de madeira para remover sólidos suspensos (terra e resíduos orgânicos) e para purificar essa água para retorná-la ao processo. Uma interessante alternativa é um "wetland" construído (leitos cultivados com plantas emergentes, por exemplo). Com isso, acaba-se por não sobrecarregar o tratamento primário da Estação de Tratamento de Efluentes com sólidos que são em geral muito variáveis em forma, densidade e quantidades.

"Wetlands" (Fonte: Ecocell, 2008)

3. Oportunidade de P+L: Reduzir a estocagem de toras e reduzir a área de pátio de madeira

Fotos acima: Arauco, Chile

Foto: VCP Jacareí, Brasil

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Identificar todos os estoques de madeira, desde o corte da floresta até o uso dos cavacos selecionados pelo digestor. Valorar esses estoques em termos de capital de giro, perdas em crescimento da floresta por ter sido cortada "mais cedo", perdas por deterioração, etc.
- Identificar o custo financeiro dos estoques de madeira como ponto de partida para se descobrir quanto estamos gastando para a prevenção de uma possível, mas raramente existente, falta de madeira nas nossas fábricas.
- Identificar as perdas e os custos decorrentes da deterioração da madeira que permanece longos períodos estocada esperando sua vez de ser utilizada.
- Identificar o valor agregado somente nas operações do pátio de madeira por metro cúbico sólido ou por cada tonelada seca de madeira que ali permanece.
- Idem para a madeira estocada na forma de cavacos nas pilhas correspondentes.

- Manter pequenos e ágeis estoques de madeira secando na forma de toras em pontos estratégicos na área florestal.
- Manter a nível mínimo os estoques de madeira na fábrica, dando preferência a se manter esses estoques na forma de cavacos em pilha com piso pavimentado. Com isso, estaremos economizando um valor elevado no manuseio das toras e reduzindo as possíveis perdas devido a essa operação. Além disso, a rotação dos estoques será mais rápida e o ciclo financeiro menor.
- Desenvolver um sistema de logística que permita que a maioria das toras que cheguem à fábrica sejam direcionadas diretamente para os picadores e não para o pátio de estocagem de toras.
- Avaliar sempre as diferenças financeiras entre manter o estoque de madeira na forma de toras e/ou na forma de cavacos.
- Ao se dispor de pilha de cavacos ela deve ser utilizada em sua íntegra, já que oferece uma estocagem de melhor qualidade do que a estocagem das toras. Dessa forma, evitar ter uma pilha de cavacos apenas servindo para dar fluxo aos cavacos e não se constituindo em um pulmão de estocagem.
- Pesquisar as diferenças em consumo especifico por tonelada de celulose entre o uso de madeira mais fresca em relação à madeira estocada por mais longo tempo.

4. Oportunidade de P+L: Reduzir o manuseio de toras e o trânsito de veículos na área do pátio de madeira

Foto: Madeira de eucalipto, Chile

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Planejar a logística do pátio de madeira de forma a minimizar a estocagem das toras e a reduzir a quantidade de veículos entrando e saindo para descarregar e carregar toras.

- Definir um prazo de estocagem de toras na fábrica que permita garantir o funcionamento da mesma sem exagerar nos estoques de madeira mantidos como garantia.
- Identificar as oportunidades para redução do número de veículos e de pessoas atuando no pátio de toras.
- Automatizar a estocagem de madeira na forma de cavacos.
- Garantir rotação adequada da madeira.
- Evitar concentrações ou picos de atividades, sobrecarregando as operações do pátio, das máquinas e das pessoas.
- Desenvolver sistemas para manuseio de cavacos que sejam simples, eficazes e com baixo consumo de energia (correias transportadoras cobertas, por exemplo).

5. Oportunidade de P+L: Melhorar a eficiência do descascamento de toras se esse for realizado na fábrica

Fotos acima: Cambará S/A, Brasil

Toras de eucalipto descascadas, toretes quebrados e casca sujando as toras recém descascadas

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Alimentar madeira de forma uniforme em termos de fluxos, de diâmetros e de densidades (toras mais leves ou mais pesadas).
- Planejar adequadamente a chegada dos caminhões ao descascador, para evitar picos de chegadas e de "stress" de alimentação.
- Avaliar a melhor época de descascamento (período pós-corte) para cada tipo de madeira consumida, balanceando a eficiência do descascamento, o poder calorífico da biomassa casca, o custo financeiro do estoque de toras em processo de secagem natural e as perdas devido ao tempo maior ou menor de estocagem.
- Ter muito boa e adequada avaliação do teor de casca residual na madeira.
- Manter limpos os pontos de retirada de casca do corpo do descascador (adequado "housekeeping" do equipamento).

6. Oportunidade de P+L: Reduzir a quebra de toras e formação de toretes curtos no descascamento mecânico das toras de madeira

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

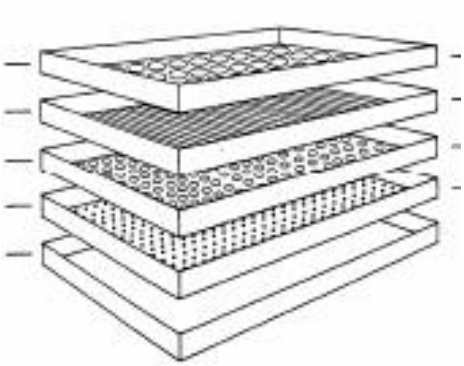
- Alimentar madeira de forma uniforme em termos de fluxos, de diâmetros e de densidades (toras mais leves ou mais pesadas).
- Planejar adequadamente a chegada dos caminhões ao descascador, para evitar picos de chegadas e de "stress" de alimentação.

• Preparação e seleção dos cavacos

7. Oportunidade de P+L: Reduzir a quantidade de finos e de "overs" (cavacos sobre-espessos) que são formados na picagem da madeira

Cavacos sendo classificados e outros sendo "soprados"

Serragem



"Medir, analisar, quantificar: essas são formas de se conhecer mais o processo e de se buscar atingimento de metas definidas por indicadores simples e vitais"

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Substituir qualquer tipo de movimentação de cavacos que se faça por via pneumática para transporte por correias de baixa demanda de energia.
- Evitar picar madeira muito seca ou de baixa densidade com picadores regulados para madeiras mais densas e vice-versa. Ajustar as regulagens para comprimento e a espessura dos cavacos. Madeiras densas geram mais "overs" e madeiras leves e secas mais finos.
- Ter linhas de picagem individualizadas para toras de diâmetros e densidades de madeira muito diferentes (picadores especiais para toras finas e para densidade básica baixa, por exemplo).
- Não utilizar veículos pesados movimentando-se sobre a pilha de cavacos principalmente se os cavacos já estiverem classificados na pilha.
- Minimizar todas as operações de transporte e manuseio que possam fragmentar os cavacos aumentando o teor de finos.
- Controlar muito bem a repicagem dos "overs" para impedir que os cavacos sobre-espessos acabem virando serragem e não cavacos de processo. Ter eficiente controle dessa operação e indicadores de sua performance.
- Manter monitoramento freqüente da classificação dos cavacos em termos de suas frações por dimensão.
- Entender as causas para formação de lascas e de fitas de madeira na picagem das toras de forma a minimizar esse fenômeno que traz problemas grandes na seleção e peneiramento dos cavacos.
- Manter um programa de regulagem de facas e ajustes nos picadores para dimensões de cavacos em função da qualidade da madeira ingressante e da sua performance no cozimento kraft subsequente.

8. Oportunidade de P+L: Reduzir as perdas de cavacos nos manuseios dos mesmos (transporte, estocagem, etc.)

"Desperdiçar cavacos de madeira como lixo ou resíduo é desprezar o esforço das árvores em produzi-la e aceitar passivamente os custos empresariais para processar essa madeira e esse resíduo que não deveria ser resíduo"

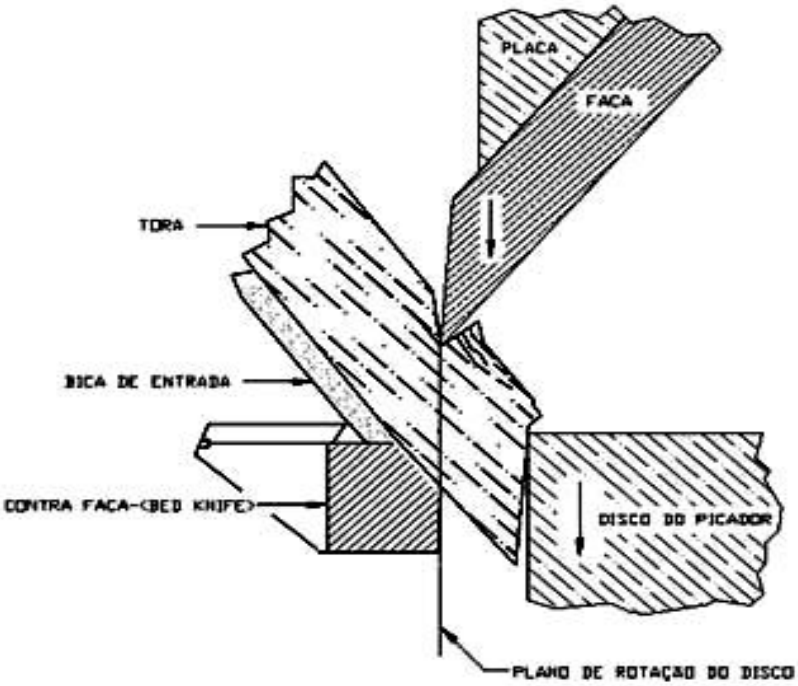
Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Substituir qualquer tipo de movimentação de cavacos que se faça por via pneumática para transporte por correias de baixa demanda de energia.
- Usar coberturas sobre as correias transportadoras para evitar dispersão dos cavacos no transporte ou por ação do vento.
- Caso os cavacos sejam transportados por caçambas, trafegar lentamente e com as caçambas não excessivamente carregadas.
- Recolher os cavacos perdidos, peneirá-los de novo para remover terra e contaminantes e avaliar o seu uso ou para processo ou para biomassa energética, jamais descartá-los como resíduo.

Cavacos de madeira de eucalipto desejados para o processo kraft

9. Oportunidade de P+L: Reduzir consumos de energia na preparação dos cavacos

Fotos: Aracruz Unidade Guaíba, Brasil



Fonte: Demuth, 2008

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Alimentação uniformes os fluxos de entrada de madeira aos picadores.
- Manutenção adequada em termos de balanceamentos, regulagem e afiação das facas, blocos de desgaste, eixos alinhados, nivelamentos, etc.
- Aterramento das máquinas para liberar energia estática desenvolvida.
- Manter fluxo de água sobre as toras nas correias de alimentação para "lubrificá-las".
- Evitar funcionar com os picadores em vazio por longos períodos esperando toras.
- Monitorar ruídos e vibrações, tanto em função da segurança do trabalho das pessoas, mas também como indicadores de má performance das máquinas, o que sempre resulta em maiores consumos específicos de energia elétrica.

• Cozimento kraft dos cavacos de eucalipto

10. Oportunidade de P+L: Aumentar o rendimento do cozimento kraft de forma a se minimizar o consumo de madeira ou mesmo de se aumentar a produção diária da fábrica (em casos de se ter linha de recuperação de licor em gargalo)

Foto: Riocell, 1995

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Desenvolver um programa baseado em balanço de massa do digestor e seus entornos que permita um cálculo o mais realista possível do rendimento de conversão da madeira em celulose pelo digestor kraft (expresso em percentagens base absolutamente secas).
- Uniformizar a qualidade de madeira alimentada ao digestor em suas características tais como: densidade básica, tamanho dos cavacos, teor de lignina, teor de extrativos, teor de casca, teor de serragem, espécies de eucalipto, tipos de clones, etc.
- Implantar análise de densidade aparente dos cavacos de forma a se conhecer a alimentação em peso seco de madeira ao digestor. Usar como teor de umidade uma média móvel envolvendo os quatro últimos turnos, por exemplo.
- Implantar a medição dos cavacos alimentados ao digestor não em volume, mas em termos de seu peso seco (medição online de peso dos cavacos e de sua umidade).
- Uniformizar o número kappa da polpa na saída do digestor.
- Avaliar o eventual aumento do número kappa da polpa na saída do digestor (em 1 a 2 unidades), usando a deslignificação com oxigênio e um estágio ácido para reduzir o número kappa de forma a não aumentá-lo na entrada do branqueamento. Avaliar todos os impactos dessa alteração em termos ambientais, ciclo de recuperação, custos e produtividade.
- Melhorar a qualidade dos cavacos, reduzindo a sua espessura e os seus teores de serragem e de cavacos sobre-espessos (ingressantes no digestor). Atuar sobre os picadores e sobre as peneiras de classificação dos cavacos (manutenção adequada, limpeza, fluxos alimentados, etc.).
- Alterar o tamanho dos cavacos em função da qualidade da madeira (madeira mais densa exige cavacos mais finos e curtos, por exemplo).
- Reduzir a presença de casca como contaminação nos cavacos.
- Reduzir a presença de madeira deteriorada devido à longa estocagem ou como toras ou como cavacos.
- Estudar qual o melhor "mix" de madeira em função da disponibilidade à fábrica. Avaliar se melhor cozinhar um "mix" ou se destinar cada tipo de madeira para campanhas específicas, especialmente se a fábrica dispuser de duas ou mais linhas de fabricação.
- Separar pilhas ou áreas de pilhas de cavacos com cavacos distintos em sua qualidade de madeira de forma a facilitar a composição de um "mix" pré-definido de madeira.
- Adicionar um condensado alcalino sobre a pilha de cavacos de forma a neutralizar a acidez natural da madeira e a já garantir uma pré-impregnação dos cavacos.
- Melhorar a impregnação dos cavacos antes de se atingir a temperatura máxima de cozimento. Cuidar para que não falte álcali ativo nessa etapa

de impregnação dos cavacos o que pode representar reprecipitação de lignina no interior dos cavacos, sendo muito mais difícil o branqueamento posterior da polpa produzida.

- Estudar a repartição mais indicada do álcali ativo (licor branco) em cozimentos modificados, para garantir menor remoção de hemiceluloses da polpa.
- Melhorar a qualidade da madeira para menores teores de lignina e para maior relação siringila/guaiacila na composição da lignina.
- Estudar a melhor relação álcali ativo ou efetivo, temperatura e tempo de cozimento.
- Estudar a adição de agentes aceleradores de deslignificação como a antraquinona no cozimento kraft.
- Estudar a adição de surfactantes para favorecer a impregnação devido às alterações da tensão superficial do licor de cozimento.

11. Oportunidade de P+L: Reduzir a quantidade de rejeitos no cozimento kraft da madeira, permitindo se aumentar com isso a produção do digestor pela menor necessidade de se reciclá-los de volta ao digestor

Rejeitos do cozimento kraft de eucalipto

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Melhorar a qualidade dos cavacos, reduzindo a sua espessura e o teor de cavacos sobre-espessos.
- Adicionar um condensado alcalino sobre a pilha de cavacos de forma a neutralizar a acidez natural da madeira e a já garantir uma pré-impregnação dos cavacos.
- Melhorar a impregnação dos cavacos antes de se atingir a temperatura máxima de cozimento.
- Lavar adequadamente os rejeitos do digestor e os "shives" para recuperar fibras boas.
- Estudar o cozimento kraft em separado (em um mini-digestor "batch") dos rejeitos do digestor para evitar retornar os mesmos ao digestor principal e com isso ter que reduzir a alimentação de cavacos virgens.

12. Oportunidade de P+L: Reduzir as necessidades de álcali ativo no cozimento, reduzindo assim as necessidades de licor branco e com isso melhorando os consumos de energia no setor de caustificação e forno de cal

Adição de condensado alcalino da evaporação sobre os cavacos (Fonte: Gomide, 2008)

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Melhorar a qualidade dos cavacos, reduzindo a sua espessura e os teores de cavacos sobre-espessos e de serragem.
- Reduzir o teor de casca contaminante nos cavacos ao digestor.
- Adicionar um condensado alcalino sobre a pilha de cavacos de forma a neutralizar a acidez natural da madeira e a já garantir uma pré-impregnação dos cavacos.
- Estudar a melhor relação carga de álcali ativo e temperatura máxima de cozimento, focando não apenas a área de digestão e caldeira de recuperação, mas da empresa como um todo. Deve-se balancear rendimentos específicos, consumos de madeira, vapor e licor branco, custos de fabricação e produtividades. Atualmente, com a redução da temperatura do cozimento kraft dos antigos 175ºC para os atuais valores na faixa dos 150ºC ou menos, as adições de álcali efetivo subiram dos anteriores 18 a 19% para 21 a 22% no caso das madeiras de eucaliptos brasileiros. Isso significa maiores necessidades de licor branco para mesmas quantidades de madeira seca na fábrica.

13. Oportunidade de P+L: Aumentar a eficiência operacional do digestor, reduzindo assim desperdícios de energia, licor, madeira, etc.

Foto: Linha C da Aracruz Celulose, Brasil

"Toda parada de produção gera perdas de recursos naturais e impactos ambientais"

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Entender as causas de perdas de produção do digestor e atuar sobre elas.

- Avaliar as capacidades de estocagens intermediárias (cavacos, licores, polpas, etc.).
- Identificar os itens crônicos de manutenção para evitar paradas, trancamentos, entupimentos, prisões de coluna, etc.
- Incrementar automação e medições contínuas de fluxos, níveis, consistências, etc.
- Entender não apenas as perdas causadas por efeitos da própria área, mas de áreas inter-conectadas (geração de licor, energia, etc.).
- Ter uma produção limpa do digestor, o que entre outras coisas significa ter as circulações do digestor sempre limpas, sem entupimentos e permitindo fluxos de licor e de cavacos no corpo do digestor contínuo.
- Recuperar fibras que eventualmente possam ser perdidas antes do envio do licor preto para a evaporação.
- Calcular a produção sustentável do equipamento e procurar trabalhar dentre desses limites, sem forçar ou sobrecarregar o mesmo.

14. Oportunidade de P+L: Uniformizar a qualidade da celulose na saída do digestor em termos de suas propriedades vitais, reduzindo com isso as desclassificações de produtos e a variabilidade de performance da linha de fibras como um global

Foto: VCP, Brasil

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Uniformizar a produção em termos de seus fluxos gerais, reduzindo paradas desnecessárias e paradas por descontinuidade operacional.
- Reduzir constantes alterações feitas no processo por gestores e operadores.
- Reduzir as alterações de campanhas de produção, já que cada mudança é causadora de transições que causam desclassificações de produtos por não atingimento de especificações.
- Garantir continuidade operacional nas unidades suporte à linha de fibras (suprimentos de energia, cavacos, licor branco e recuperação do licor preto)
- Definir os limites capazes de serem produzidos pelo digestor em termos de especificações da celulose e cumpri-los operacionalmente (não querer o impossível em função da tecnologia disponível)
- Avaliar a capacidade sustentável de produção do digestor, de forma a operá-lo em condições normais, sem estresses de alimentações demasiadamente altas ou baixas.

• Depuração e lavagem da polpa

15. Oportunidade de P+L: Garantir adequada remoção de "shives" e de rejeitos da polpa não branqueada para evitar consumos adicionais de químicos no branqueamento ou perdas de qualidade da polpa final

Foto: Aracruz Unidade Guaíba, Brasil

Fotos: Arauco, Chile

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Manter monitoramento em relação à performance dos depuradores (peneiras e hidrociclones).
- Garantir valores de desenho dos equipamentos para fluxos e principalmente consistências.
- Manter adequada manutenção e limpeza nessa área.
- Avaliar sobrecargas operacionais nessa área e redimensionar se necessário, já que as perdas econômicas da má lavagem e má depuração são significativas.

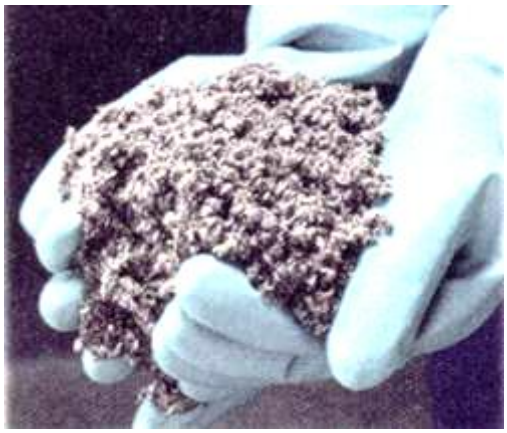
16. Oportunidade de P+L: Reduzir a tendência de "pitch" da polpa para evitar descontinuidade em produção e perda de qualidade do produto (desclassificações, repolpementos, etc.)

Ao amigo Sérgio Menochelli, um muitíssimo obrigado

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Avaliar os pontos de adição de produtos anti-"pitch" que mais resultem em ganhos de qualidade de polpa e continuidade operacional.
- Entender as causas do "pitch" e atuar sobre elas (tipo de madeira, estocagem dos cavacos, etc.).

17. Oportunidade de P+L: Reduzir o "carry-over" de compostos alcalinos e de matéria orgânica com a polpa encaminhada para o branqueamento



Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Garantir valores de desenho dos equipamentos para fluxos, vácuos, pressões e principalmente consistências.
- Manter adequada manutenção e limpeza nessa área.
- Manter constante avaliação da qualidade dos líquidos utilizados para lavagem da polpa, por exemplo, condensados e filtrados reciclados.
- Manter monitoramento do "carry-over" (em kg/adt) na polpa saindo da unidade de lavagem e depuração em termos de DQO (Demanda Química de Oxigênio) e perda alcalina (compostos alcalinos).
- Avaliar sobrecargas operacionais nessa área e redimensionar se necessário, já que as perdas econômicas da má lavagem e má depuração são significativas.

18. Oportunidade de P+L: Avaliar o transporte de polpa por correias transportadoras a alta consistência (acima de 15%) para reduzir consumos de energia elétrica, água e calor

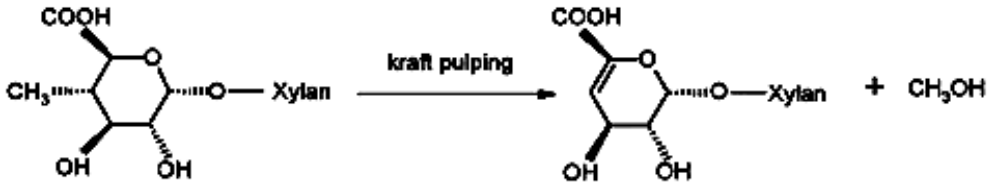
Foto: Cambará S/A, Brasil

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- O transporte de polpa úmida internamente na fábrica pode ser também feito a uma maior consistência, reduzindo assim enormemente os volumes e pesos a transportar. Avaliar essa alternativa já praticada em algumas empresas pois ela é de alta ecoeficácia.

• Deslignificação com oxigênio e branqueamento da celulose

19. Oportunidade de P+L: Reduzir ao máximo a geração de ácidos hexenurônicos que consomem químicos no branqueamento ou eliminar os mesmos antes da primeira etapa de dioxidação no branqueamento



Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Avaliar as causas de formação de ácidos hexenurônicos (HexAcs) no cozimento da madeira e atuar sobre elas, onde possível.
- Avaliar a eficiência da deslignificação com oxigênio com base em sua capacidade de destruir lignina e não apenas pela redução do número kappa (que mede também ácidos hexenurônicos, muito presentes em polpas kraft de eucalipto).
- Sempre quantificar essas gerações e as quantidades de HexAcs que estão presentes na polpa antes do branqueamento ser iniciado, já que eles consumirão significativas quantidades de compostos químicos no branqueamento.
- Ter capacidade de destruição desses HexAcs ou por etapa cativa de hidrólise ácida (estágio ácido) ou por etapa a quente de dioxidação. Medir a eficiência do método adotado.
- Medir os impactos desses HexAcs na geração de compostos halogenados nos efluentes (AOX).
- Purgar o líquido condensado do vaso de vaporização dos cavacos. Esse líquido é rico em DQO, em hemiceluloses e extrativos dissolvidos pela condensação do vapor usado na desaeração e umidificação dos cavacos. Esse líquido merece ser avaliado para uso em algum tipo de subproduto como extrativos ou produção de etanol ou de xilitol.

20. Oportunidade de P+L: Reduzir os "carry-over" de químicos a cada etapa do branqueamento para redução dos consumos de reagentes e para redução da cor e a formação de organoclorados nos efluentes

Foto: Aracruz Unidade Guaíba, Brasil

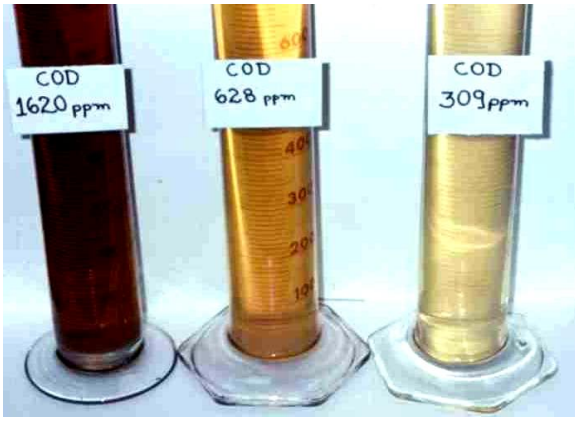


Foto: Riocell, 1994

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Quantificar constantemente os "carry-over" de reagentes químicos a cada etapa do branqueamento e na deslignificação com oxigênio também. Atenção constante nesse item pela sua importância operacional.
- Controlar fluxos mássicos e consistências nas etapas de lavagem da polpa após cada estágio de branqueamento.
- Buscar evitar a queda da consistência da polpa, que além de permitir maior "carry-over" químico, também reduz os tempos de retenção da polpa nas torres do branqueamento. A melhor lavagem termina com uma excelente "espremida" (prensagem) da polpa: da mesma forma que se faz ao lavar roupa.
- Em fábricas com tambores lavadores, estudar o uso de rolos prensas sobre os tambores para espremer a manta de polpa para consistências acima de 20%.
- Controlar adições e residuais a cada etapa de branqueamento.
- Evitar sobredosar soda cáustica pois a mesma atua extraindo hemiceluloses das fibras, aumentando a DQO dos filtrados e reduzindo rendimento do branqueamento.
- Não drastificar estágios ou sobrecarregar lavagens, melhor se avaliar o "pay back" de alguma modernização dos equipamentos nessa linha.
- Calcular a produção sustentável da linha de branqueamento para evitar trabalhar em fluxos inaceitáveis e incompatíveis com o desenho da instalação.

21. Oportunidade de P+L: Aumentar o rendimento das operações de deslignificação com oxigênio e do branqueamento, evitando a perda de fibras e de carboidratos pelos efluentes

Foto: Klabin Riocell 1999

Foto: Arauco, Chile

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Desenvolver um programa baseado em balanço de massa para o branqueamento e seus entornos que permita um cálculo o mais realista possível do rendimento e das perdas de massa dessa linha.
- Quantificar perdas de fibras nos filtrados. Avaliar formas de se recolhê-las e reincorporá-las ao processo.
- Manter monitoramento sobre onde estão sendo perdidas as fibras e as causas para isso (manutenção ou limpeza ineficientes).
- Entender as perdas de hemiceluloses que estão ocorrendo através medições simples como a solubilidade da polpa em soda cáustica a 5% ou pela DQO dos filtrados isentos de sólidos suspensos (fibras e micelas).

22. Oportunidade de P+L: Utilizar águas recuperadas da máquina de secagem e filtrados internos para lavagem entre etapas do branqueamento e com isso reduzir o consumo de água e de energia

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Manter constante monitoramento da qualidade das águas recuperadas e dos filtrados (qualidade, limpeza, temperaturas, pHs, "pitch" e lixo coloidal, etc.).
- Adotar segregação de águas, evitando misturar águas recuperadas limpas com águas sujas.
- Recuperar o máximo de filtrado da área de máquina de secagem, já que essa água é limpa e merece um destino melhor do que ser enviada ao efluente geral.
- Determinar as perdas de calor pela operação de branqueamento, especialmente através dos efluentes quentes dessa área. Onde apropriado, usar trocadores de calor para recuperar calor desses filtrados para aquecimento de água industrial.

23. Oportunidade de P+L: Atuar fortemente na prevenção dos problemas de "pitch" que causam perdas de produtividade e de qualidade

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Manter monitoramento sobre o "pitch" coloidal e sobre o nível de sujeira na polpa causado por partículas de "pitch".
- Manter eficiente combate ao "pitch" sempre avaliando a relação benefício/custo.

24. Oportunidade de P+L: Reduzir consumo de vapor no branqueamento

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Manter estágios com temperaturas equivalentes (o mais próximo possível).
- Evitar flutuações desnecessárias nas temperaturas dos filtrados e águas recuperadas usadas para lavagem da polpa após cada etapa do branqueamento.

25. Oportunidade de P+L: Trabalhar com especificações de qualidade de celulose adequadas à realidade conceitual da planta de branqueamento (especificações relativas às polpas de entrada e saída da unidade)

Foto: Klabin Riocell, 2001

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Usar a deslignificação com oxigênio e a hidrólise ácida dos ácidos hexenurônicos para uniformizar o teor de lignina da polpa não branqueada na entrada do branqueamento, garantindo com isso uma polpa mais uniforme em qualidade para a linha de branqueamento.
- Valorizar a uniformidade das qualidades da polpa e não apenas se buscar os valores mais altos e ter com isso uma flutuação maior dessas propriedades.
- Avaliar a capacidade sustentável da linha de branqueamento em termos de fluxos e de qualidades da polpa resultante.
- Avaliar gargalos e buscar alternativas.
- Desenvolver faixas de especificações na celulose branqueada compatíveis com o desenho conceitual da planta de branqueamento.

• Formação da folha e secagem da celulose

Foto: Aracruz Unidade Guaíba, Brasil

26. Oportunidade de P+L: Reduzir consumo de vapor na secagem da folha

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Manter consistência da folha úmida a mais alta possível após a mesa plana e após a seção de prensagem úmido.
- Trabalhar com fibras de mais alto "coarseness" e maior facilidade de drenagem e desaguamento (se o mercado aceitar e for propício a essa qualidade de polpa).
- Ter polpas com baixo nível de "Water Retention Value", o que pode ser conseguido pelo controle de finos, "coarseness", teor de hemiceluloses e degradação e cargas da polpa celulósica.
- Entender as causas para quebras de folhas ao longo da máquina de secar celulose. Toda quebra, além da perda de produção, gera refugos e aumenta o consumo de insumos e de energia por se manter a máquina rodando "em vazio" até que a se resolva o problema causado pela quebra.
- Avaliar algum tipo de auxiliar de drenagem, quando a polpa possuir valor mais alto de grau de moagem (cerca de 20ºSchopper Riegler, mesmo sem ter sofrido refino algum).
- Avaliar o desenho da tela e dos feltros, para máxima facilidade de drenagem e desaguamento.
- Atuar sobre os secadores, avaliando a curva de secagem mais adequada para se evitar sobre-secar a folha ou causar "hornificação".
- Recuperar ao máximo o calor dos condensados e dos vapores liberados na secagem.

- Ter medições e monitoramento dos ares frios e quentes para maximizar a "absorção" de umidade pelos ares insuflados na parte seca da máquina de secar.

27. Oportunidade de P+L: Recuperar fibras perdidas junto aos efluentes da área

*Ale***

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Evitar a mistura do rejeito da depuração hidrociclônica aos filtrados mais limpos da área.
- Avaliar as perdas de fibras pelo efluente dos hidrociclones e se for o caso, adicionar mais um estágio que permita maior recuperação de fibras.
- Instalar filtros para recuperar fibras boas e recuperáveis onde viável.
- Reciclar a geração de efluentes na área, minimizando a necessidade de águas a serem filtradas.

28. Oportunidade de P+L: Reduzir geração de efluentes nesse setor da fabricação

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Recuperar para dentro da área e para o setor de branqueamento grande parte das águas usadas no setor (água branca, água das caixas de vácuo, água de bombas, águas de selagem, condensados, etc.).
- Manter sistema para limpeza e purificação das águas para evitar que águas mais turvas ou ricas em compostos coloidais acabem sendo purgadas para o efluente, na conhecida prática de se "drenar o sistema de contaminantes".
- Recuperar condensados limpos em sua totalidade.
- Monitorar a qualidade do efluente e se possível utilizá-lo como água de lavagem de pisos, de "boil-outs" internos, etc.
- Evitar transbordos e drenagens de tanques, mantendo um bom balanço de massa sobre os tanques onde ocorrer esses tipos de situações.
- Enviar parte substancial do efluente final da máquina de secar celulose, após todos os usos internos, não para a estação de tratamento de efluentes, mas sim para a estação de tratamento de águas. Esse efluente é em geral muito mais limpo do que a água captada no rio que abastece a fábrica.

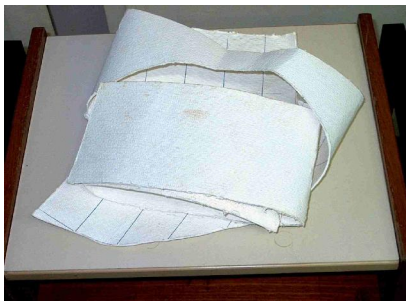
29. Oportunidade de P+L: Reduzir nível de repolpeamento de fardos ou de refugos

Foto: Aracruz Linha C, Brasil

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Evitar desclassificações e operações que causem danos aos fardos de celulose e com isso exigindo que sejam repolpeados.
- Ter clientes alternativos para polpas "off grade".
- Ter dimensões de capas de fardos que resultem em utilização integral da largura da folha da máquina, sem que sobre um refugo que precise ser repolpeado.
- Manusear fardos sem danificá-los ou desmantelá-los.
- Reduzir perdas de fibras: pesar as varreduras e quantificar as causas dessas perdas (sujas com óleo, quebras de capas, etc., etc.). Atuar sobre as causas para sua eliminação.

30. Oportunidade de P+L: Desenvolver uma cultura de respeito ao produto celulose evitando se usá-lo para situações corriqueiras da vida fabril (como pazinha de lixo, como "guarda-chuva, como tapete, como escada, banquinho, etc.)



Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Fortalecer os aspectos comportamentais de respeito ao produto principal da empresa.
- Quantificar esses tipos de desperdícios.
- Manter uma constante política educacional junto ao pessoal interno (próprio e prestadores de serviços).

- Recuperação do licor preto (evaporação e caldeira)

Foto: Veracel, Brasil

31. Oportunidade de P+L: Aumentar o fator de economia da evaporação (toneladas de água evaporada por tonelada de vapor vivo usado)

Foto: Aracruz Unidade Guaíba, Brasil

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Introdução de um ou mais efeitos de evaporação.
- Reduzir a contaminação de fibras no licor preto.
- Manter eficiente controle na área de lavagem da celulose para não se ofertar à evaporação uma concentração em sólidos fora dos objetivos. Muitas fábricas na ânsia de lavar bem a polpa, usam muito água limpa e com isso diminuem sensivelmente a concentração do licor preto fraco.
- Evitar excesso de antraquinona que possa sujar os tubos ou placas da evaporação.

- Manter adequado vácuo nos diversos efeitos, monitorando automaticamente esses valores.
- Manter as pressões especificadas para o vapor vivo e para os vapores gerados nos efeitos.
- Ter eficiente sistema de remoção dos condensados e dos não condensáveis dos corpos dos evaporadores (ter sistemas de medição de níveis de condensados internamente aos efeitos).
- Ter destilação dos condensados contaminados para recuperar a energia dos gases liberados que possuem boa combustão e seriam altos poluentes se descartados ao efluentes (são algo recalcitrantes no tratamento biológico). Essa segregação de fases pode começar inclusive no corpo dos evaporadores, separando as fases voláteis das fases líquidas.
- Garantir eficiente performance do condensador de superfície (limpeza, fluxo e temperatura da água de resfriamento, etc.). Esse condensador é a chave de todo o vácuo gerado no sistema.
- Realizar limpezas periódicas para remoção de incrustações em ambos os lados da evaporação – lado licor e lado vapor (lignina, antraquinona, sulfato de sódio, etc.).
- Ter controle adequado da viscosidade do licor preto.
- Aquecer o licor preto onde necessário com sistema de troca indireta e nunca com adição de vapor diretamente ao licor (reduz sua concentração).
- Usar sistemas auxiliares eficientes de bombas de licor e de bombas de vácuo, onde se fizerem necessários.
- Garantir área adequada para "flasheamento de vapor" nos efeitos.
- Aumentar a velocidade e o número de recirculações.
- Ter controle de nível, de sólidos, temperaturas, vácuos, etc.
- Garantir vapores recuperados isentos de gotículas de água.
- Evitar entrada de água para o sistema de licor.
- Evitar entrada de licor para o sistema de vapor e condensados.
- Evitar que o licor preto perca temperatura por estocagens e falta de isolamento nas linhas e tanques.
- Estudar a melhor divisão da adição do vapor vivo entre os efeitos.
- Manter eficiente controle dos níveis de corrosão e de entupimentos.
- Manter balanços de massa e de energia para se conhecer as eficiências do processo evaporativo.
- Comparar as trocas térmicas e os coeficientes globais de transferência de calor.
- Recuperar calor dos condensados da evaporação pelo uso de trocadores específicos.

32. Oportunidade de P+L: Reduzir a relação Toneladas de Sólidos Secos no licor para a caldeira de recuperação por tonelada de polpa (TSS/tonelada de polpa seca ao ar ou TSS/adt)

Foto: Aracruz Unidade Guaíba, Brasil

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Aumentar o rendimento gravimétrico do cozimento kraft, permitindo a redução do consumo de madeira por tonelada de celulose produzida. Isso reduzirá a geração de sólidos orgânicos no licor.
- Reduzir a carga de álcali ativo no cozimento para redução de sólidos inorgânicos no licor preto.
- Aumentar a atividade do licor branco, diminuindo a presença do carbonato de sódio, sal inerte no licor de cozimento.
- Usar licor preto em conjunto ao licor branco para pré-impregnação dos cavacos, valendo-se disso para consumir álcali ativo residual desse tipo de licor.
- Fazer a adição do "make-up" de soda via deslignificação com oxigênio, minimizando o uso de licor branco oxidado como fonte de álcali para essa etapa.
- Avaliar bem as cargas de soda cáustica aplicadas na deslignificação com oxigênio, especialmente quando essa deslignificação for realizada em duas etapas, o que aumenta bastante a geração de sólidos secos.
- Reduzir a geração de cinzas dos precipitadores eletrostáticos, evitando o arraste exagerado por uma adição excessiva de ar de combustão. As cinzas dos precipitadores tem parcela importante nos sólidos inorgânicos

do licor e elas não agregam nada, pois ficam em um "loop" de ineficiência processual.

33. Oportunidade de P+L: Otimizar a eficiência térmica da caldeira de recuperação que em geral é muito pouco avaliada já que se entende a caldeira de recuperação muito mais como uma unidade recicladora de licor de cozimento do que uma caldeira térmica geradora também de vapor e de energia

Foto: Arauco Nueva Aldea, Chile

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Ter balanços térmicos e mássicos para a caldeira de recuperação.
- Manter controle sobre a qualidade do licor preto em termos de teor de orgânicos, teor de secos, temperatura, etc.
- Manter controle sobre a forma de se adicionar o licor para máxima combustão.
- Manter controle sobre os fluxos de ar de combustão, para evitar perdas de calor via fumaças.

- Avaliar parâmetros operacionais chaves para manter boa eficiência térmica e mínimos danos ao ambiente por geração de odores, partículas, NOx, SO_2, etc.
- Ter capacidade reserva na evaporação e na caldeira de recuperação de forma a conviver com momentos de excesso de "spills" de licores. Não considerar essa capacidade reserva para aumentos de produção da fábrica.
- Incluir nos balanços e nessa otimização as queimas de gases não condensáveis, gases orgânicos voláteis, metanol, gases odorosos, etc. Esses combustíveis secundários também devem ter sua qualidade especificada e cumprida para melhor eficiência térmica da caldeira de recuperação.

34. Oportunidade de P+L: Reduzir perdas de sódio no sistema de recuperação de licor preto

Fábricas de fumaças??
"Uma fábrica, operando bem sua caldeira de recuperação, queimando licor a alto teor de sólidos (maior que 75%) e tendo seus precipitadores eletrostáticos com alta eficiência de reter partículas, praticamente não apresenta fumaça na chaminé da caldeira de recuperação"

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Reduzir as perdas de material particulado pelas chaminés. As cinzas são constituídas basicamente de carbonatos e de sulfatos de sódio (maior proporção) e desses mesmos sais de potássio e cálcio. Perder cinzas é perder recursos naturais e dinheiro.
- Manter manutenção adequada nos precipitadores eletrostáticos.
- Monitorar perdas de partículas pela chaminé da caldeira de recuperação.
- Ter peças de reserva para precipitadores eletrostáticos.
- Ter política de interrupção da produção em casos de situações emergenciais com a poluição de particulados.
- Ter a política de não purgar cinzas para efluentes para reduzir os teores de cloretos e de potássio no ciclo de licor.
- Implantar um sistema de remoção por lixiviação de cloretos e de potássio das cinzas do processo.
- Monitorar as perdas de sódio via "dregs" e "grits", pelas perdas de licores, pela lavagem da polpa e pelo "carry-over' ao branqueamento. Medir freqüentemente as perdas totais de sódio através de balanços mássicos, aferindo-as com a taxa de reposição (não apenas de soda cáustica ou sulfato de sódio, mas geral). As perdas de sódio diárias não devem ultrapassar 3 a 4% do consumo diário de álcali.
- Desenvolver utilização nobre para a cinza purgada da caldeira de recuperação e para o sulfato de sódio gerado na planta química (quando for o caso dessa geração na fabricação do dióxido de cloro).

• Caustificação e forno de cal

Foto: Veracel, Brasil

35. Oportunidade de P+L: Aumentar a atividade do licor branco

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Melhorar a qualidade da cal queimada (cal útil) através melhoria das condições operacionais do forno e da aquisição do calcário usado para "make-up".
- Atuar na reatividade da cal queimada, entendo as causas para sua velocidade de reação e rendimentos.
- Melhorar a instalação de caustificação do licor verde, ampliando-a se necessário para dar mais tempo para reação caso esteja em situação de gargalo operacional.

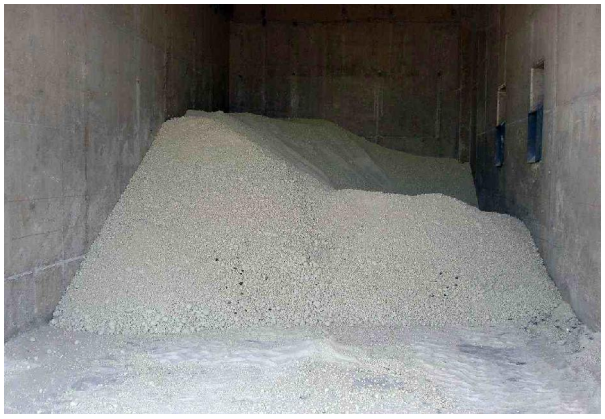
36. Oportunidade de P+L: Reduzir o consumo de combustível fóssil no forno de cal

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Lavar muito bem a lama de cal e retirá-la dos lavadores nas consistências desejadas (as melhores possíveis compatíveis com a tecnologia disponível).
- Usar sistema eficiente de secagem externa ao forno da lama de cal elevando a consistência da lama para valores acima de 75%.
- Estudar adição complementar de oxigênio ao ar de combustão.

- Estudar aditivos para facilitar combustão e qualidade da chama.
- Avaliar uso de gás natural e de hidrogênio como fontes energéticas ao forno.
- Avaliar tipos alternativos de ejetores de combustível e de ar de combustão.
- Usar ar de combustão calculado de forma estequeométrica e baseado também na umidade da lama entrando ao forno. Evitar excesso de ar pois ele arrasta calor e partículas para fora do forno de cal.
- Manter em condições de ótimo o isolamento térmico do forno.
- Desenvolver balanços térmicos e mássicos do forno de cal para otimização de performances energéticas e operacionais.
- Calcular a capacidade sustentável de produção do forno de cal.

37. Oportunidade de P+L: Reduzir as perdas de lama de cal e de cal virgem como resíduos sólidos ou através das chaminés como "pó branco"



Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Desenvolver um programa para balanço mássico e térmico da área de caustificação e forno de cal. Avaliar freqüentemente as perdas e fugas de cálcio do sistema (pelos "grits", pelas chaminés, pelo licor branco, por arrastes, por resíduos perdidos, por sobras de processo) e identificar como minimizar as mesmas.
- Ter um eficiente sistema de recuperação de perdas na área de forno e de caustificação para reter derrames e transbordos sem perder os mesmos do processo.
- Fechar a saída de efluentes dessa área, eliminando a chance de que exista efluente líquido de toda essa área. Mesmo as águas de chuva passarão a ser recuperadas na área.

- Manter a qualidade da cal queimada através adequada operação e cuidados com a qualidade do calcário de "make-up". Caso o calcário não seja de qualidade, usar cal virgem comprada de alta qualidade para o "make-up".
- Determinar que cal queimada não é resíduo de processo e por isso mesmo não deve ser descartado.
- Fazer todas as requeridas purgas do sistema via lama de cal que deve estar bem lavada e na faixa de consistência de trabalho operacional. Ao descartar cal virgem e não lama de cal estamos descartando todo o valor agregado no forno de cal, com energias principalmente.
- Ter um pátio coberto para depositar lama de cal que deva ser purgada ou cal queimada quando das paradas emergenciais do forno de cal. A chuva agrega água sobre os resíduos aumentando-os de peso e hidrata a cal queimada, tornando-a um resíduo químico ativo e cáustico.
- Desenvolver uma política interna para purgas de compostos de cálcio.
- Definir especificações para os resíduos da área, especialmente em termos de teor de umidade e residuais de soda cáustica.
- Desenvolver utilizações externas para esses resíduos de forma a não se ter que se dispor os mesmos em aterros de resíduos químicos com altos custos envolvidos.
- Manter precipitadores eletrostáticos operando com mínimas perdas de partículas (carbonato e óxido de cálcio).
- Quando o forno tem uma parada de emergência, é comum que as fábricas kraft passem a operar com cal virgem comprada. A lama de cal passa a sobrar como resíduo. Se a empresa não dispuser de um local abrigado para estocar essa lama e se não possuir formas de realimentá-la ao processo mais tarde, toda essa lama virará resíduo sólido inexorável e infelizmente. Portanto, para melhor ecoeficiência, as empresas que possuem grandes gerações de resíduos de lama de cal estão convidadas a valorar esse desperdício e encontrar as fáceis e necessárias soluções, as quais possuem excelentes "pay-back".

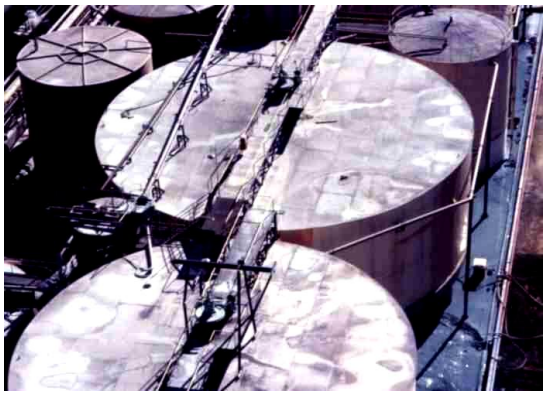
Perdas de processo demandam ações rápidas e efetivas

38. Oportunidade de P+L: Reduzir as perdas de álcali via dregs/grits

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Ter eficiente lavagem tanto para os "dregs" como para os "grits".
- Monitorar as perdas químicas de compostos cáusticos via "dregs" e via "grits".
- Retirar "dregs" e "grits" do sistema na maior consistência possível (já existem filtros capazes de se conseguir 50 a 55% de consistências para esses resíduos).
- Estabelecer especificações para esses resíduos em termos de consistências e de residuais de compostos alcalinos.

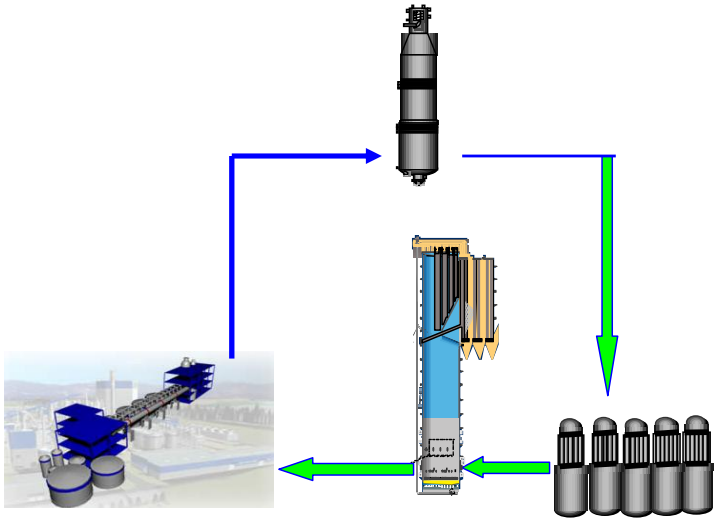
39. Oportunidade de P+L: Reduzir o consumo de água na área de caustificação e forno de cal



Fechamento de circuitos total na área: perdas químicas e de líquidos 100% retidas

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Fechar completamente o sistema de águas e efluentes dessa área, cercando-a com um bem desenhado sistema de recuperação de perdas.
- Minimizar o uso de água industrial limpa.
- Usar águas recuperadas, inclusive águas de selagem.
- Usar condensados da evaporação para fabricação de licor branco.
- Usar filtrados fracos para dissolução do fundido ("smelt") da caldeira de recuperação.
- Dimensionar tanques e fluxos para evitar transbordos e derrames.
- Manter excelente "housekeeping" na área, em geral muito suja em muitas instalações industriais.



- **Caldeira de força e geração de energia a partir da biomassa**

Foto: Cambará S/A, Brasil

40. Oportunidade de P+L: Reduzir o consumo de biomassa por unidade de vapor gerado (maior eficiência de uso do combustível)

Casca combustível de eucalipto

Cinzas bem e mal "queimadas"

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Ter uniformidade nos tipos e qualidade de biomassas.
- Manusear a biomassa interna sem molhá-la e sem aumentar seu teor de umidade. Desenvolver sistemas de limpeza a seco.
- Comprar biomassa com base em teor de umidade e poder calorífico, dando-se bônus em função do teor de secos.
- Evitar usar biomassa tão úmida que tenha que ser complementada pela adição de um combustível fóssil para se manter a chama na fornalha.
- Manter a biomassa estocada para evitar ser molhada por chuvas.
- Ter o pátio de biomassa pavimentado para evitar contaminações, apodrecimento e umedecimento através do solo.
- Avaliar a compra de prensa de casca para retirar água da casca combustível e com isso aumentar sua eficiência energética.
- Ter esteiras cobertas para o transporte da biomassa.
- Otimizar a combustão da caldeira de biomassa tendo ajustes para o ar de combustão em função dos residuais de oxigênio e teores de CO e CO_2 nos gases de exaustão.
- Manter análises do teor de carbono orgânico das cinzas residuais para se avaliar e otimizar a eficiência de queima.
- Manter em balanço a geração interna e o consumo de biomassa pelas caldeiras de força.
- Manter adequado revestimento térmico nas instalações.
- Pré-aquecer convenientemente a água desmineralizada da caldeira.
- Manter a caldeira operando em sua capacidade de sustentável de produção.
- Manter constante elaboração de balanços térmicos e mássicos da caldeira de força e também cálculos de sua eficiência térmica e energética.

41. Oportunidade de P+L: Reduzir a geração de cinzas como resíduos sólidos

Cinzas de biomassa e seus usos

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Melhorar a eficiência térmica da caldeira de biomassa.
- Queimar melhor a biomassa reduzindo o teor de material orgânico das cinzas residuais.
- Evitar cavacos de madeira ou lascas de cascas muito grandes e que acabam sem queimar devido à dimensão exagerada.
- Evitar que a cinza seja molhada após sua geração para evitar o aumento de seu peso e as conseqüentes maiores dificuldades para seu manuseio, transporte e aplicação agrícola.
- Desenvolver aplicação agrícola para a cinza da caldeira de biomassa.
- Manter monitoramento analítico do valor agrícola da cinza gerada, seus teores e variações em cálcio, magnésio, potássio, nitrogênio, fósforo, enxofre, etc.
- Avaliar requeimar cinzas com excesso de carbono orgânico, mas antes elas devem ser purificadas se estiverem contaminadas com pedras e

areia. Essa reciclagem não deve ser de forma muito intensa para não sobrecarregar com abrasivos o interior da caldeira.

42. Oportunidade de P+L: Aproveitar a caldeira de biomassa para queima de diversos resíduos orgânicos da fábrica

Restos orgânicos aptos para conversão a biomassa combustível

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Usar o sistema de biomassa para incineração de outros resíduos orgânicos não problemáticos tais como: resíduos da jardinagem, restos de madeira (embalagens, páletes, móveis velhos), lodos orgânicos, panos e tecidos de uniformes, varreduras orgânicas de pisos (folhas, galhos, poeira de cavacos, pó de polpa), papéis contaminados (com óleo, tintas, etc.), etc. Avaliar eficiências e possíveis impactos ambientais. Avaliar os aspectos de legislação.

• Tratamento de água e efluentes

Foto: VCP Luiz Antônio, 2003

43. Oportunidade de P+L: Fechar efluentes setoriais (eliminar a chance de se gerar efluentes em áreas selecionadas)

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Construir sistemas de recuperação de perdas ("spills") para fechar definitiva e irreversivelmente os circuitos de água para as seguintes áreas da fábrica de celulose kraft de eucalipto: digestor, lavagem e depuração, planta química, caldeira de recuperação, caustificação e forno de cal, caldeira de biomassa.

44. Oportunidade de P+L: Reduzir o consumo de água ao longo do processo por fechamento de circuitos

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Definitivamente aqui existem dezenas de oportunidades para nossa indústria. Deixaremos como sugestão a leitura de dois artigos que escrevemos para a Eucalyptus Newsletter conforme a seguir:
- **A fabricação de celulose kraft branqueada de eucalipto e o consumo de água**. Eucalyptus Newsletter Nº 09. (2007). Disponível em: http://www.eucalyptus.com.br/newspt_maio07.html#quatorze
- **Fechando os circuitos para se reduzir ainda mais o consumo de água na fabricação de celulose kraft branqueada de eucalipto**. Eucalyptus Newsletter Nº 10. (2007). Disponível em: http://www.eucalyptus.com.br/newspt_julho07.html#quatorze

45. Oportunidade de P+L: Reduzir os gastos em tratamento de efluentes por melhor gestão das perdas em efluentes setoriais e com conseqüente melhoria da qualidade e quantidade do efluente final

Efluente bruto que pode e deve ser melhorado em fluxos e qualidades

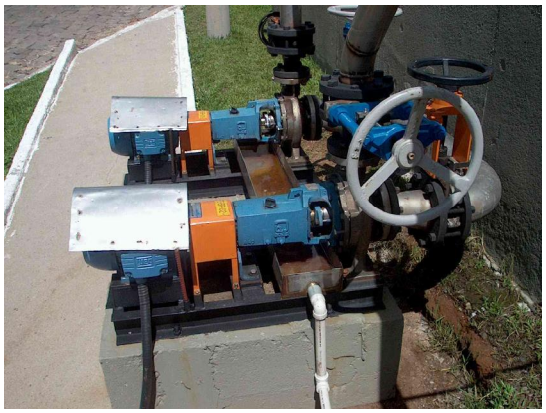
Efluente tratado de fabricação de celulose kraft branqueada de eucalipto

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Monitorar gerações setoriais de efluentes em fluxos, cargas e qualidades.
- Entender as variações de cargas em DQO dos efluentes setoriais e seus efeitos no efluente bruto geral da fábrica.
- Implantar eficiente sistema de recuperação de perdas setoriais.
- Desenvolver conceito de redução de consumo, prevenção da poluição e resolução dos problemas de poluição na sua origem (em cada setor).
- Trabalhar com tecnologias de mínimo impacto ambiental.

46. Oportunidade de P+L: Conscientizar pessoal operacional, inclusive gestores, sobre o valor das perdas de águas e da geração de efluentes que mesmo tratados exaurem recursos naturais e geram custos sem retorno financeiro

Água se perdendo em um dos casos e no outro levando recursos naturais como poluição a ser tratada e consumindo mais custos e mais recursos naturais para isso



Água de selagem sendo recuperada de forma simples e criativa

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Trabalhar com os conceitos de valoração das águas e dos efluentes para desenvolver cultura contra o desperdício.
- Manter monitoramento constante sobre as perdas de águas e de efluentes setoriais, desenvolvendo formas de envolvimento dos operadores.
- Trabalhar com metas desafiadoras de redução de uso de água, ao mesmo nível de importância daquelas referentes aos níveis de produção e de produtividade.

• Resíduos sólidos

47. Oportunidade de P+L: Desenvolver usos alternativos para os resíduos sólidos tais como para lodos dos tratamentos de águas e de efluentes, sucatas metálicas, "dregs" e "grits", lama de cal, cinzas de biomassa, casca e resíduos de madeira, etc.

Varredura de folhas de eucaliptos sendo consumidas como biomassa na caldeira (depositadas na pilha de biomassa para queima)

Subprodutos desenvolvidos a partir de resíduos sólidos (tijolos e composto orgânico)

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Avaliar primeiramente as possibilidades de utilização interna de resíduos sólidos gerados, tais como os que podem ser recuperados dentro da própria empresa (como biomassa, como fertilizante nas florestas, etc.)
- Estudar formas de converter resíduos em subprodutos valiosos para oferecer ao mercado.
- Desenvolver estratégias de marketing e de credibilização e fidelização do mercado a esses novos produtos.

48. Oportunidade de P+L: Minimizar as quantidades de resíduos sólidos atacando o problema da geração na sua origem (esse é o fundamento básico da produção mais limpa)

"Entender, quantificar, segregar, minimizar, mudar, comprometer, sustentar: verbos necessários a serem praticados na gestão dos resíduos sólidos"

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Entender causas de geração de cada resíduo sólido da empresa.
- Quantificar gerações.
- Analisar qualidades e qualidades.
- Estabelecer planos de redução de geração na própria área e de monitoramento constante. Levar em conta que a própria umidade do resíduo colabora para o aumento de suas quantidades a manusear e a dispor.
- Segregar e não misturar resíduos.
- Assumir compromissos para a solução sustentada de minimização de cada resíduo sólido da fábrica.

49. Oportunidade de P+L: Desenvolver um plano integrado para resíduos sólidos

*Ale***

"Apesar de às vezes difícil, sempre é possível se encontrar com criatividade o caminho mais ecoeficaz e mais ecoeficiente para cada situação de perdas e de geração de resíduos"

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Envolver as áreas geradoras.
- Entender, quantificar, segregar, minimizar, mudar, comprometer, sustentar.
- Especificar cada resíduo sendo gerado e colocar essas especificações em documento a ser obedecido no plano de qualidade da empresa, sujeito a explicações por não conformidades qualitativas e quantitativas.
- Considerar a gestão de resíduos tão importante como a gestão da produção.

50. Oportunidade de P+L: Estabelecer uma política de resíduos sólidos que se apoie no ciclo de vida, ou seja, evitando a geração de resíduos e de sucatas desde a concepção do processo/produto até seu encerramento ou até sua disposição final

Sobras desnecessárias de materiais de construção (engenharia)

Tijolos semi-destruídos na estocagem enquanto aguardam uso

Resíduos sólidos misturados em aterro nada sanitário
("morte inglória de quem não deveria ter nascido")

Estocagem ecoeficiente de matéria-prima (não sabemos se ecoeficaz, depende da relação estoque/consumo e da real eficácia dessa matéria-prima em relação a outras alternativas)

Aterros bem desenhados para disposição de resíduos com base em plano integrado de gestão

Alternativas tecnológicas para a prática da ecoeficácia e da ecoeficiência:

- Iniciar o estudo dos resíduos e sua prevenção na concepção de qualquer atividade, tais como as de engenharia, manutenção, operação, armazenamento, manuseio, transporte, , utilização de matéria-prima, etc., etc.
- Avaliar cada etapa do processo industrial de forma a entender as causas de desperdícios e de geração de resíduos e atuar sobre elas.
- Avaliar cada caso de "morte" do resíduo, da matéria-prima, do produto fabricado.
- Atuar para prolongar a vida útil dos produtos.
- Atuar para dar uma "morte" digna às matérias-primas, produtos e até mesmo e principalmente aos resíduos.
- Encontrar alternativas de reuso interno de resíduos, tais como: incineração de lodos orgânicos na caldeira de biomassa, recuperação de fibras perdidas pelas áreas, etc.

- Engenheirar aterros para resíduos com a melhor tecnologia: bem planejados, de fácil gestão, com segregação dos resíduos, com monitoramentos adequados, etc. Apesar de ser tratamento de final de tubo, pelo menos um aterro sempre deve existir nas fábricas, pois sempre ocorrem perdas impossíveis de serem recuperadas ou recicladas.

"Do outro lado dessa cerca de arame farpado que temos que transpor existe uma luz que iluminará os novos caminhos da produção industrial cada vez gerando menos resíduos"

==========

ALGUNS CASOS DA VIDA REAL EXEMPLIFICANDO SITUAÇÕES DE ECOEFICIÊNCIA OU DE ECOINEFICÊNCIA

Pretendo nesse item, mostrar de forma simples, algumas situações que me aconteceram na vida real, mostrando oportunidades que podem ser trabalhadas dentro das fábricas de celulose kraft de eucalipto. Para algumas situações a causa está no maquinário, outras no procedimento, outras no comprometimento das pessoas. Estão também mostradas oportunidades e exemplos favoráveis de ações tomadas para produção mais limpa.

Colocarei para vocês nove situações, mostrando fotos e alguns comentários concomitantemente. Espero que apreciem e se divirtam com isso. Caso identifiquem situações similares em sua fábrica, não se surpreendam. As coisas costumam ser muito parecidas entre as diferentes empresas. Dá perfeitamente para se antever onde estão ocorrendo desperdícios em qualquer empresa. Por melhor que seja sua gestão, sempre existirão oportunidades para ganhos incrementais e melhorias. Ainda mais que "são sempre nos mesmos lugares embaixo do tapete que as coisas que sobram são colocadas". Basta olhar esses locais que as ineficiências serão encontradas.

Caso da vida real número 01

O caso de desperdícios de materiais de construção (qualquer tipo) que se convertem em resíduos sólidos

Fiação recolhida no lixão da fábrica

A perda de material de construção já se revela como uma doença epidêmica, difícil de ser controlada, apesar de todos conhecerem os sintomas. Em quase todas as obras são desperdiçados materiais por compras inadequadas, por excesso de material retirado para a obra, pelo mau cuidado e armazenamento, pela falta de cultura em usar bem, etc., etc. Há que se ter gestão incisiva e educacional sobre isso, caso contrário essa situação persistirá e acabará sendo vista como normal.

Caso da vida real número 02

A gestão da sucata metálica pode representar ganhos econômicos, ambientais e sociais

Em muitas empresas há grandes desperdícios de materiais metálicos, que se acumulam pelo pátio da fábrica. São depositados sem cuidado, controle ou segregação, na esperança de que algum dia possam servir para alguma coisa. Quando são demandados, estão deteriorados ou sequer são encontrados. Já uma ação gerencial eficiente sobre a sucata permite gerar recursos com a venda do excedente, com a menor geração pelo melhor uso do material, e pelos menores custos de estocagem. Em alguns casos, são criados os chamados "supermercados" de sucatas, onde o material fica absolutamente bem organizado, identificado e em condições de ser utilizado quando necessário.

Caso da vida real número 03	
Tentando entender as causas para uma "zona morta" de cavacos na pilha	
	Surpreendentemente uma moderna tecnologia de estocar e manusear cavacos é desenvolvida de forma que exista uma área morta de cerca de 1% do volume da pilha. Isso significa que esses cavacos podem ficar ali estocados por tempo indeterminado, se não forem recolhidos de outra forma, já que a rosca recolhedora de cavacos não os alcança.

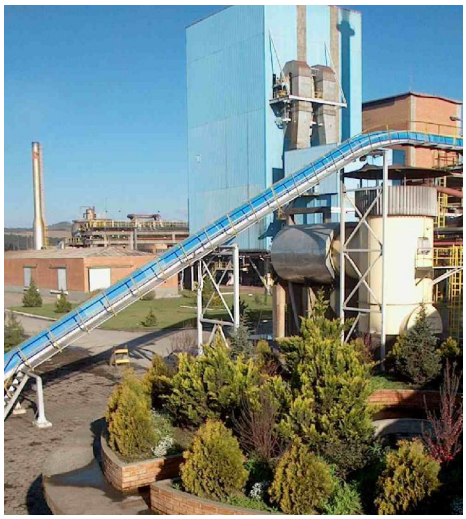
Caso da vida real número 04	
O caso da cinza da caldeira de biomassa que estava mais para carvão	
	Quando a combustão é incompleta na caldeira de força, sobra nas cinzas uma grande quantidade de carbono orgânico. O teor de material orgânico nas cinzas pode atingir 40 a 60% e seu poder calorífico atinge até mesmo valores acima de 6.000 kcal/kg seco. Além de estarmos perdendo essas calorias, estamos gerando um peso adicional de cinzas muito significativo a manusear e dispor. Mesmo que se desenvolva uma utilização interna (requeima em caldeira auxiliar) ou nas florestas (aplicação como fertilizante) para essa cinza, a primeira solução seria buscar formas para que a biomassa queimasse melhor na própria fornalha da caldeira de força.

Caso da vida real número 05	
Desperdícios de arames e de papéis no setor de embalagem	
	A gestão da embalagem da celulose ou do papel pode resultar em grandes perdas de capas, fitas, arames, cintas plásticas, etc. É surpreendente a quantidade de arames que sobram nas fábricas de celulose e de retalhos de papéis nas fábricas de papel. Já existem alternativas para os arames (fitas repolpeáveis de celulose) e no caso de sobras de papel, há que se entender as suas causas e atuar sobre elas. Com boa gestão pode-se reduzir as perdas de papel em 80 a 90%, com facilidade. Já as sobras de arame são resultado de fardos que são desmantelados para repolpeamento, algo a entender as causas e também tomar ações.

Caso da vida real número 06

O caso do “esquecimento” de produtos químicos em sacos e em tambores

Da mesmo forma que esquecemos inocentemente cerca de 1 a 2% de leite nas embalagens longa vida e a mesma quantidade de pasta de dentes nos tubos feitos para que percamos isso mesmo, nas fábricas costumamos desperdiçar cerca de 0,2 a 1% dos produtos químicos comprados. Eles ficam como residuais nas sacarias e nos tambores e bombonas. Há ainda o caso do mau manuseio dos sacos com atropelamentos dos mesmos, geração de furos, vazamentos e perdas de produtos químicos. Algo cultural que precisa de ações enérgicas de conscientização. Nota 10 para a criatividade de alguns operadores que desenvolveram o suporte inclinado para a colocação dos tambores, de maneira que todo o conteúdo do mesmo escoe sem a necessidade de usar bombas ou outro artifício para retirar o produto. Pior seria “esquecê-lo” como resíduo químico dentro do tambor. Levando em conta a necessidade legal da tripla lavagem do tambor após uso, esse resíduo iria virar poluição em algum lugar da fábrica.

Caso da vida real número 07	
O esforço do “housekeeping” compensa	
	Fábricas bonitas e saudáveis, máquinas limpas e em bom estado operacional dão alegria às pessoas que trabalham nelas por serem esteticamente agradáveis e por operarem bem, cumprindo sua finalidade de produção de quantidades e qualidades competitivas de celulose kraft.
	

Caso da vida real número 08

Entendendo os transbordos e derrames de tanques via balanços de material

Qualquer tanque que derrama por cima ou por baixo está desbalanceado entre as entradas e saídas de líquidos que chegam e saem dele. Em toda situação que isso acontece temos que entender as causas e isso se consegue através de um simples balanço de massa. Muitas vezes, na ânsia de se fechar os circuitos de água se desviam águas ou filtrados limpos, que poderiam ser usados em outras finalidades, para tanques de líquidos com alta concentração. No caso de desbalanceamentos dos fluxos os transbordos e derrames são bem mais contaminantes. Se não houver adequado sistema de contenção de "spills" isso acaba virando grave problema ambiental. Na maioria das vezes a solução fica fácil de ser encontrada, após as indicações dadas pelo balanço de massa. Em quase todas as soluções, o caminho está em segregação e uso mais adequado de cada tipo de água.

Caso da vida real número 09	
Formas simples de se fazer as coisas	
	Muitas vezes uma anomalia operacional é causada por tecnologia inadequada ou falta de informação para o operador. Em muitas situações um tanque transborda porque os operadores trabalham às cegas, sem um registro ou uma indicação de nível no interior do tanque. A criatividade de nossos operadores é contagiante: com um simples sistema de vasos comunicantes, envolvendo uma mangueira de borracha transparente e uma régua desenhada, eles resolveram o problema e os transbordos foram solucionados.

==========

MAIS ALGUNS EXEMPLOS DE VALORAÇÃO PARA SEDIMENTAR CONCEITOS

Nessa seção, pretendo apresentar de forma bastante simplificada alguns estudos um pouco mais completos de valoração de ganhos para algumas oportunidades trabalhadas em nossas empresas em situações diárias de sua vida operacional. Através de continuadas melhorias em suas eficiências a empresa pode se tornar mais competitiva, mais ecoeficiente e menos impactante ao meio ambiente. Ela pode também ser mais admirada pelos seus funcionários e pela comunidade, que enxergarão nela um local bom para se trabalhar e ser feliz como cidadão.

Serão apenas três casos que mostraremos alguns cálculos de valoração para consolidação desses conceitos de P+L que estamos propondo em nossos capítulos do **Eucalyptus Online Book**. Serão valorações simples com a finalidade de exercitar conceitos e ajudar a enxergar os entornos de quaisquer mudanças operacionais para a produção mais limpa. Por outro lado, o uso dessas ferramentas colabora para se olhar melhor as alternativas para a prática da ecoeficácia.

Todos os casos a seguir são absolutamente hipotéticos, embora os dados apresentados para custos e investimentos possam até certo ponto serem algo compatíveis à realidade brasileira no momento em que esse capítulo foi escrito.

Caso de valoração 01: Efeitos econômicos, ambientais e sociais da mudança em uma seqüência de branqueamento pela introdução de um estágio de enzima em pré-branqueamento

Nosso estudo de caso número 01 consiste em uma fábrica de celulose kraft branqueada de eucalipto que produz 1.000 toneladas secas ao ar por dia (adt/dia). A fábrica já possui cerca de 30 anos e está toda em seu limite de capacidade. Diversas áreas possuem gargalos sérios de eficiência. A polpa produzida é destinada á exportação, o que lhe exige rígidas especificações de qualidade. Em função dessas limitações, a empresa tem apresentado sérias dificuldades para alcançar os níveis de alvura exigidos pelo mercado. O arraste de "carry-over" orgânico, as flutuações de número kappa e as limitações na área de produção de dióxido de cloro acabam por dificultar a operação e a produção de polpa padrão exportável. Frente a esse fato, cerca de 20% da produção de celulose não atinge às especificações e tem que ser vendida para mercados secundários, a um preço líquido de 100 dólares por tonelada inferior (aumentos em fretes, tributos e preços de venda menores).

Uma das soluções oferecidas à empresa foi o uso de uma pré-etapa enzimática, com adição de xilanase após a deslignificação com oxigênio. O objetivo seria enfraquecer as forças de adesão da lignina da parede das fibras e com isso, facilitar a branqueabilidade da polpa kraft. O consumo de dióxido de cloro continuaria o mesmo, mas há a comprovação pelo ofertante da tecnologia de que as 20% de desclassificações na produção desapareceriam. A empresa vendedora da enzima faria todas as adequações em tanques de estocagem, tubulações e bombas dosadoras. Como a aplicação precisa ser feita sobre toda a produção, o incremento em custo de produção seria significativo. O valor calculado para o custo líquido desse tratamento foi de US$ 10/adt. Apesar disso, a empresa se sentiu atraída, pois estaria gastando US$ 10.000 dólares por dia e vendendo toda a produção para um mercado na exportação que significa maiores preços líquidos. Com a venda das 200 toneladas a mais diárias para esses mercados mais nobres, conseguiria aumentar o faturamento em US$ 20.000. Isso pagaria com sobras os US$ 10.000 adicionais nos custos. No final do ano, isso representaria ganhos de adicionais de US$ 3.500.000. O sonho de qualquer gestor.

Quando a fábrica passou a operar nessas condições, a operação se estabilizou mais e a qualidade geral foi realmente alcançada, um sucesso. Entretanto, detectou-se uma perda de produção diária de 20 adt, que significa 2% da produção. Notou-se ainda um aumento na geração de lodo biológico no tratamento do efluente. A causa foi fácil de se encontrar: o rendimento do branqueamento caíra em 2% devido à maior remoção de hemiceluloses da polpa. Com isso, caiu a produção de celulose, aumentou-se a carga de DQO ao tratamento de efluentes, maiores custos nesse setor e maior geração de lodo orgânico. Afortunadamente, a qualidade da polpa não foi afetada em suas propriedades físico-mecânicas.

Pergunta-se: vale a pena continuar?

Valoração para um dia nas condições originais de produção:

Produção original: 1.000 adt
Valor produção vendida a 800 US$/adt: 800 adt x 800 US$ = US$ 640.000
Valor produção vendida a 700 US$/adt: 200 adt x 700 US$ = US$ 140.000
Total de faturamento líquido diário = **US$ 780.000**

Valoração para um dia de produção após entrada da xilanase (caso 2):

Produção nova: 980 adt
Valor produção vendida a 800 US$/adt: 980 adt x 800 US$ = US 784.000
Total de faturamento líquido diário = **US$ 784.000**

Custos variáveis adicionais na linha de fibras (gastos com xilanase menos os custos de secar e embalar 20 toneladas a menos) = **US$ 9.200 / dia**

Geração adicional de DQO a tratar nos efluentes = cerca de 20 toneladas
Custo para tratar essa DQO adicional = **US$ 2.250 /dia**

Geração de lodo orgânico adicional base seca = 2,5 tas/dia
Geração de lodo orgânico base úmida = 10 toneladas tal qual/dia

Custos adicionais: desaguamento, transporte, compostagem lodo = **US$ 150**

Faturamento líquido caso 2: 784.000 - 9.200 - 2.250 - 150 = **US 772.400**

Conclusão:

Economicamente, a solução encontrada não foi em princípio adequada. Gestores de fábricas não gostam de perdas de produção e de faturamento. E isso representaria cerca de 7.000 toneladas no ano. Além disso, as primeiras avaliações de perdas de receitas líquidas apontam para US$ 7.600/dia. Isso significa 2,6 milhões de dólares no ano. Ao invés de adicionar 3,5 milhões esperados, contabilizaria perdas econômicas de 2,6 milhões. Além disso, os custos fixos unitários cresceram em cerca de 2% e os variáveis algo ligeiramente superior a 2%.

Por outro lado, qualitativamente a aplicação da xilanase foi um sucesso. A empresa melhorou sua posição no mercado externo mais nobre (maiores vendas) de um produto até mesmo melhor (maior uniformidade).

A empresa encontrou então os seguintes resultados:

⇒ Perdas econômicas;
⇒ Melhor atuação mercadológica;
⇒ Melhoria na imagem;
⇒ Maiores cargas de poluentes a tratar e processar (mais DQO, mais lodo, etc.);
⇒ Condições sociais muito melhores (menos "stress", maior facilidade nas operações, menos horas extras, maior motivação da equipe pela boa qualidade alcançada e pela solução do problema antigo).

A decisão dos gestores dependerá do que valorizarão mais. Uma coisa é certa, com uma adequada valoração fica muito mais fácil ao processo de tomada de decisões.

<u>Caso de valoração 02</u>: Efeitos ambientais, econômicos e sociais da recuperação de "casca suja" enviada pela área florestal para passear na fábrica e se converter em resíduos sólidos industriais e casca contaminante nos cavacos de madeira

Em nosso caso hipotético número 02 vamos imaginar uma fábrica de celulose que recebe madeira de eucalipto descascada na floresta. Entretanto, os "harvesters" não são equipamentos plenamente adaptados para altas eficiências de descascamento. Eles conseguem remover 85 - 90% da casca das árvores, o que fica no mato, mas ainda restam 10 a 15% que viajam para a fábrica. Parte dessa casca que chega à fábrica acaba sendo removida de forma não proposital na área de descarregamento e armazenamento das toras. O que sobra ou é removido na lavagem das toras ou acaba indo com os cavacos para o cozimento.

Nessa nossa fábrica teórica, a quantidade de cascas que entra na fábrica com os caminhões corresponde a 15.000 toneladas absolutamente secas por ano. Desse total, 10% acabam removidos na área do pátio e 70% na lavagem das toras. Cerca de 20% segue com os cavacos para o processo. Tanto a casca do pátio de toras, como a removida na lavagem das toras não se constituem em bons materiais combustíveis. A casca do pátio de madeira é suja de terra e de pedras e a casca da lavagem das toras é muito úmida. Em algumas fábricas elas são juntadas e formam um rejeito conhecido como "casca suja". É o caso dessa nossa fábrica hipotética. Para esse nosso caso, essa casca suja é enviada para uma área externa para compostagem e o composto é vendido para agricultores locais. Entretanto, essa é uma operação deficitária. A compostagem apresenta custos de manuseio, transportes e da própria operação de compostagem. Esses custos são maiores do que as receitas com a venda. O rendimento da compostagem é de 50% base resíduo casca suja seca que entra na estação de reciclagem. O custo unitário por tonelada de casca suja manuseada e compostada é de US$ 20 e o composto é vendido pelos mesmos 20 dólares a tonelada, todos referenciados base seca. Os teores de umidade da casca suja e do composto de casca são similares. Logo, a "destruição" de valor da casca suja como resíduo deficitário é de US$ 10 por tonelada seca.

Cascas acumuladas no pátio de toras de madeira

Antes da pavimentação

Depois da pavimentação

Para solucionar o problema, a empresa decidiu investir na pavimentação da área de descarregamento de toras e também destinar parte dessa área pavimentada para os caminhoneiros varrerem seus caminhões, deixando casca mais seca e alguns toretes quebrados sobre essa área pavimentada. A empresa também decidiu fazer uma modificação importante na mesa receptora de toras na alimentação da linha de lavagem e picagem. Com essa modificação, a maior parte da casca cairá ainda antes de entrar na linha de lavagem das toras. Não se molhará e poderá também ser recolhida mais seca. Tanto a casca recolhida aí, como a recolhida na área pavimentada do pátio de toras serão muito bem peneiradas para remoção de terra e pedras e vendidas a seguir como biomassa energética para clientes próximos. O valor de mercado dessa biomassa energética é de 40 US$ por tonelada absolutamente seca

(tas). Logo, essa casca suja, agora mais limpa, poderá deixar de ser um resíduo para se converter em um subproduto da fábrica.

O investimento para pavimentar cerca de 5.000 m² de pátio, mais as modificações no sistema de alimentação da mesa receptora de toras implicará em US$ 650.000, conforme engenheirado pela empresa.

Existiria alguma possibilidade de retorno econômico e sócio ambiental para a empresa em relação a esse investimento?

Valoração desse caso (dados para 1 ano de operações):

- Quantidade total de cascas recebidas: 15.000 toneladas secas
- Quantidade de casca indo ao digestor: 3.000 toneladas secas
- Quantidade de casca suja gerada: 12.000 toneladas secas
- Valor destruído na compostagem: US$ 10/ tas de casca
- Valor anual "destruído" na compostagem: US$ 120.000
- Biomassa recuperada vendida (95% rendimento): 11.400 tas
- Valoração dessa biomassa recuperada: US$ 456.000
- Resultado econômico preliminar: 120.000 + 456.000 = **576.000 US$**

O "pay-back" para esse investimento se daria em 13,5 meses, o que pode significar que os estudos poderiam ser mais aprofundados.

Outros aspectos a valorar na etapa de detalhamento:

- Redução de área alocada para compostagem;
- Redução de veículos para manusear casca e composto;
- Redução de necessidades de pessoal para as operações de manuseio e compostagem da casca;
- Maior beleza estética da fábrica, especialmente na área do pátio de toras;
- Menor geração de contaminantes no efluente da estação de lavagem de toras. Deverá se ter muito menos terra, areia, cascas e fragmentos vegetais na água que sai dessa área para ser tratada.

Conclusão desse estudo de caso:

O investimento tem um retorno econômico em um prazo atrativo e os ganhos econômicos são interessantes. A operação ambientalmente bem aceita da compostagem desapareceria, mas a utilização do resíduo como biomassa (energia renovável) também tem seu valor ambiental. O maior impacto poderia ser de cunho social, com demissão de pessoas da estação de compostagem. Caso essas pessoas possam ser aproveitadas em outras áreas da empresa esse problema seria minimizado. De qualquer forma, sempre que

se elimina um resíduo tem-se reduzida a necessidade das pessoas que estavam a trabalhar com ele.

Com base nesses considerandos, a gestão da empresa pode avaliar melhor para suas decisões rumo à ecoeficácia. Em resumo, a empresa avalia seus investimentos tanto sob o foco econômico, como ambiental e social.

Caso de valoração 03: Efeitos ambientais, econômicos e sociais da redução da quantidade de varredura de celulose na estocagem de fardos de folhas de polpa úmida

Em nosso caso hipotético 03 vamos considerar uma fábrica de celulose kraft branqueada de eucalipto que tira uma parte de sua produção na forma de folhas úmidas prensadas a 50% de consistência ("wet lap pulp"). Essa produção é estocada em área pavimentada, mas ao ar livre, sem cobertura. O estoque desse produto corresponde em média a cerca de 4.000 toneladas absolutamente secas, sendo a rotação média do estoque de 10 dias. A movimentação intensa desses fardos sob páletes causa muitos esfolamentos laterais e pedaços de polpa caem constantemente ao piso. As máquinas empilhadeiras contaminam essa polpa com seus pneus e lubrificantes. A polpa contaminada é convertida em uma varredura suja que não pode mais ser reincorporada ao processo de fabricação de celulose. Com isso, a destinação encontrada foi enviar essa polpa suja para a pilha de biomassa da caldeira de força, onde ela se mistura aos cavacos de madeira e casca e vira combustível. Como sua umidade é de 50%, a mesma da biomassa, essa varredura é valorada a 25 US$ por tonelada tal qual (ou 50 US$ por tonelada seca equivalente).

A quantidade mensal de varreduras tem sido pesada e quantificada para fins de apropriação de valores econômicos. Em média o valor pesado tem sido de 30 toneladas úmidas mensais (cerca de 15 toneladas de celulose absolutamente seca).

Perdas devido estocagem

Foi solicitado aos operadores da área que colaborassem na busca de soluções para minimização dessa geração de "restos de polpa", que se convertem em biomassa não tão valiosa.

A primeira proposta avaliada foi extremamente simples e criativa: espaçar em cerca de 3 cm os fardos, não mais os colocando um encostado ao outro. Com isso, o "efeito de ralar" um fardo ao outro desaparecia. A quantificação da varredura nessas novas condições apontou para uma quantidade mensal de 10 toneladas úmidas (5 toneladas absolutamente secas). Um ovo de Colombo !! Uma redução de 66% com algo simples e factível.

Perguntam os gestores: quais os ganhos? O que fazer então? Adotemos o novo procedimento?

A solução proposta

<u>Valoração desse caso (em 1 mês):</u>

- Ganho em produção líquida de celulose: 10 tas
- Preço líquido da celulose absolutamente seca: 700 US$/tas

- Redução em biomassa combustível (a ser comprada): 20 toneladas úmidas
- Redução na necessidade de se varrer a área: economias de 1.300 US$/mês
- Aumento de receita com venda extra de celulose: US$ 7.000
- Aumento de custos com compras de biomassa: US$ 500

Resultado econômico líquido mensal: 7.000 + 1.300 - 500 = **US$ 7.800**

Outros aspectos envolvidos:

- Aumento da produção mensal em 0,08%
- Redução dos custos de fabricação em cerca de 0,1%
- Melhor aspecto da área
- Redução de mão-de-obra (ou de pessoas para varrer a área): em geral essa pode ser uma das perversidades da produção mais limpa, reduzir a necessidade de trabalho para manusear os resíduos que deixam de existir. A solução de reaproveitamento das pessoas em outras áreas da empresa é mais que uma opção, é vital para que as idéias apareçam. Sem isso, jamais seria recebido esse tipo de colaboração dos operadores.

Conclusão: aplauso aos criativos operadores e júbilo geral pela conquista.

==========

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas vistos de cima são melhor entendidos

Mais uma vez nosso propósito não era de criar um tratado exaustivo sobre ecoeficácia, ecoeficiência e produção mais limpa para a indústria de celulose kraft de eucalipto. Com o que escrevemos pretendemos entregar as chaves para técnicos e gestores para que eles com suas próprias mãos e

criatividade encontrem os caminhos, aplicando conceitos simples e fazendo as necessárias quantificações e valorações que fundamentam nossa metodologia.

Voltaremos com muito mais exemplos e oportunidades nos capítulos que se seguirão sobre florestas, fabricação de papel, e setores de manutenção, administrativo e gestão. Aguardem, nossa meta é dar nossa colaboração para um setor de base florestal cada vez mais ecoeficiente e limpo. A sustentabilidade continua a ser nossa meta, algo a ser mais e mais perseguido.

Reflita um pouco sobre a ilustração a seguir e sobre as frases associadas a ela:

"Faça a sua parte. Motive, incentive, dinamize, promova a prática da ecoeficiência e da ecoeficácia. Seja pró-ativo e compromissado com uma produção cada vez mais limpa. A Natureza ficará grata e nós como Humanidade também"

"Quem não sabe o que perde, quem não quer ver o que está acontecendo, quem se acomoda e não busca por melhorias, acaba sem encontrar caminhos desafiadores e se acomoda na mediocridade. O pior que essa postura é impactante ao meio ambiente e à sustentabilidade do próprio ser humano no planeta"

==========

REFERÊNCIAS DA LITERATURA E SUGESTÕES PARA LEITURA

Aracruz Celulose Unidade Guaíba. **Processo de fabricação de celulose**. Semana do Papel ABTCP/PUCRS. Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 52 slides. (2008)

Beine, V. **Estudos para fechamento de circuito na Riocell**. Seminário ABTCP sobre "Fechamento do circuito". Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 19 slides. (2003)

Cambará. **Oportunidades de produção mais limpa. Estudos de caso CNTL: Celulose Cambará S/A**. Seminário ABTCP "Tratamento de Efluentes e Resíduos Sólidos". Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 6 slides. (2003)
Disponível em:
http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/P_L%20%20Cambar%E1%20ABTCP%20CNTL.pdf

Castro, L.C.F. **Meio ambiente como suporte ao negócio. Receitas, custos e hedge**. Fundação Getúlio Vargas. 16 pp. (sem referência de data)
Disponível em:
http://www.ebape.fgv.br/radma/doc/GEM/GEM-001.pdf

CEBDS. **Guia da produção mais limpa. Faça você mesmo**. 60 pp. (sem referência de data)
Disponível em:
http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/guia-da-pmaisl.pdf
http://www.wbcsd.ch/DocRoot/ciFpL5hcUN7XBAQBe8Iu/guia-da-pmaisl.pdf

CENIBRA. **Integração floresta-indústria: e experiência da CENIBRA**. Apresentação em PowerPoint: 36 slides. (2002)

CETESB. **Guia técnico ambiental da indústria de papel e celulose. Série P+L**. 50 pp. (2008)
Disponível em:
http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/documentos/papel.pdf

CNTL. **Manuais de produção mais limpa**. Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Website especializado
Disponível em:
http://srvprod.sistemafiergs.org.br/portal/page/portal/sfiergs_senai_uos/senairs_uo697/proximos_cursos/S%E9rie%20Manuais%20PmaisL.zip

CNTL. **Implementação de programas de produção mais limpa**. Centro Nacional de Tecnologias Limpas. 46 pp. (2003)
Disponível em:
http://www.ifm.org.br/moodle/file.php/19/CNTL_guia_P_L.pdf
ou
http://srvprod.sistemafiergs.org.br/portal/page/portal/sfiergs_senai_uos/senairs_uo697/proximos_cursos/implementa%E7%E3o%20PmaisL.pdf

Demuth. **Picadores: alto índice de aceites**. 39º Congresso Anual ABTCP. Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apreesentação em PowerPoint: 20 slides. (2006)

Ecocell. **Sistemas de tratamento de efluentes com plantas aquáticas emergentes**. Apresentação em PowerPoint: 74 slides. (sem referência de data)
Disponível em:
http://www.ecocell.com.br/tecnologia.htm

FAO. **Environmental impact assessment and environmental auditing in the pulp and paper industry**. FAO Forestry Paper nº 129. 100 pp. (1996)
Disponível em;
http://www.fao.org/docrep/005/v9933e/v9933e00.HTM

Foelkel, C. **Produção mais limpa e o setor de celulose e papel**. Seminário ABTCP "Tratamento de Efluentes e Resíduos Sólidos". Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 35 slides. (2003)
Disponível em:
http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/Palestras/Produ%E7%E3o%20mais%20limpa%20e%20o%20Setor%20de%20Celulose%20e%20Papel.pdf

Foelkel, C. **Ecoeficiência, produção mais limpa e competitividade no negócio de celulose e papel**. Curso ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 210 pp. (2000)

Foelkel, C. **Modernas linhas de fibras de celulose kraft branqueada de eucaliptos**. Eucalyptus Newsletter Nº 07. (2007)
Disponível em:
http://www.eucalyptus.com.br/newspt_jan07.html#quatorze

Foelkel, C. **As melhores tecnologias e práticas ambientalmente disponíveis para produção de polpa kraft branqueada de eucalipto**. Eucalyptus Newsletter Nº 08. (2007)
Disponível em:
http://www.eucalyptus.com.br/newspt_mar07.html#quatorze

Foelkel, C. **Melhores tecnologias disponíveis para a fabricação de celulose de eucalipto**. Eucalyptus Newsletter Nº 10. (2007)
Disponível em:
http://www.eucalyptus.com.br/newspt_julho07.html#cinco

Foelkel, C. **A fabricação de celulose kraft branqueada de eucalipto e o consumo de água**. Eucalyptus Newsletter Nº 09. (2007)
Disponível em:
http://www.eucalyptus.com.br/newspt_maio07.html#quatorze

Foelkel, C. **Fechando os circuitos para se reduzir ainda mais o consumo de água na fabricação de celulose kraft branqueada de eucalipto**. Eucalyptus Newsletter Nº 10. (2007)
Disponível em:
http://www.eucalyptus.com.br/newspt_julho07.html#quatorze

Foelkel, C. **Resíduos sólidos industriais da produção de celulose kraft de eucalipto. Parte 01: Resíduos orgânicos fibrosos**. Eucalyptus Online Book. Capítulo 05. 78 pp. (2007)
Disponível em:
http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT05_residuos.pdf

Foelkel, C. **Ecoeficiência na gestão das perdas de fibras de celulose e do refugo gerado na fabricação do papel**. Eucalyptus Online Book. Capítulo 06. 97 pp. (2007)
Disponível em:
http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT06_fibras_refugos.pdf

Foelkel, C. **Gestão ecoeficiente dos resíduos florestais lenhosos da eucaliptocultura**. Eucalyptus Online Book. Capítulo 07. 48 pp. (2007)
Disponível em:
http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT07_residuoslenhosos.pdf

Gomide, J.L. **Tecnologia e química da produção de celulose**. Curso de Especialização ABTCP/UFV. Apresentação em PowerPoint: 268 slides. (2007)

IHOBE. **Libro blanco para minimización de resíduos y emisiones. Pasta y papel**. 146 pp. (sem referência de data e de fonte de publicação)
Disponível em:
http://www.p2pays.org/ref/20/19329.pdf

IIED/WBCSD. **A changing future for paper**. International Institute for Environment and Development & World Business Council for Sustainable Development. 35 pp. (1996)
Disponível em:
http://www.wbcsd.org/web/publications/paper-future.pdf

Jawjit, W. **An environmental systems analysis of the kraft pulp industry in Thailand**. Tese de Doutorado. Wageningen University. 212 pp. (2006)
Disponível em:
http://library.wur.nl/file/wurpubs/LUWPUBRD_00349594_A502_001.pdf

Johnston, P.A.; Stringer, R.L.; Santillo, D.; Stephenson, A.D.; Labounskaia, L.P.; McCartney, M.A. **Towards zero-effluent pulp and paper production**. Greenpeace website. (1996)
Disponível em:
http://archive.greenpeace.org/toxics/reports/tcf/tcf.html

Klabin Riocell. **Oportunidades de produção mais limpa. Estudos de caso CNTL: Klabin Riocell**. 3 pp. (1999)
Disponível em:
http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/P_L%20%20Experi%EAncia%20Klabin%20Riocell%20com%20CNTL.pdf

Landim, A.B.; Almeida, R.S.; Amaral, E.J.; Fernandes, S.M. **Sistema de lavagem e recuperação de biomassa**. 34º Congresso Anual da ABTCP. Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 13 pp. (2001)
Disponível em:
http://www.celuloseonline.com.br/imagembank/Docs/DocBank/dc/dc163.pdf

Leripio, A.A. **GAIA – Um método de gerenciamento de aspectos e impactos ambientais**. Tese de Doutorado. UFSC. 174 pp. (2001)
Disponível em:
http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/1942.pdf

Melo, I.V. **Uma abordagem compreensiva ao processo de desenvolvimento industrial sustentável**. Tese de Doutorado. UFSC. 283 pp. (2002)
Disponível em:
http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/1322.pdf

Miyashita, R. **Elementos para um modelo de avaliação da gestão sócio-ambiental nas empresas**. Fundação Getúlio Vargas. 12 pp. (sem referência de data)
Disponível em:
http://www.ebape.fgv.br/radma/doc/GEM/GEM-034.pdf

Oliveira, G.M.; Saldanha, J. **Produção mais limpa – Klabin Unidade Otacílio Costa**. CNTL Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Apresentação em PowerPoint: 65 slides. (sem referência de data)

Pelchat, M.; Campeau, R.; Osterman, M**. Checklist for cleaner production auditing in pulp and paper mills**. 35 pp. (sem referência de data)
Disponível em:
http://www.chinacp.org.cn/eng/cppub/audman1/pulp1/ppcheck_eng.pdf

Piotto, Z. **Ecoeficiência na indústria de celulose e papel - Estudo de caso**. Tese Doutorado. USP. 379 pp. (2003)
Disponível em:
http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/teses/tese_zeila_c_piotto.pdf

Schaltegger, S.; Burrit, R.; Petersen, H. **An introduction to corporate environmental management**. Greenleaf Publishing. 384 pp. (2003)
Disponível em:
http://books.google.com.br/books?id=Sea4e_Z4vekC&pg=PA367&lpg=PA367&dq=eco-efficacy&source=web&ots=7YRsLCLh5l&sig=mHegHyAC8w-PXVzK_n0-pwNfHrY&hl=pt-BR#PPP1,M1

Schapper, M. **Making entrepreneurs: developing sustainable entrepreneurship**. Ashgate Publishing. 255 pp. (2005)
Disponível em:
http://books.google.com.br/books?id=oTFVRYyIAEMC&pg=PA50&lpg=PA50&dq=eco-efficacy&source=web&ots=uayEhI6AoS&sig=V59W6yfVjgPnll0356Wt4saAJJk&hl=pt-BR#PPP1,M1

Sturn, A. **Definition and measurement of corporate ecological results**. Dresden University of Technology. 9 pp. (sem referência de data)
Disponível em:
http://www.p2pays.org/ref/26/25640.pdf

Svenningsen, N.; Radka, M.; van Berkel, R. **Cleaner production in pulp and paper mills. A training resources package**. UNEP. 342 pp. (1998)
Disponível em:
http://www.uneptie.org/pc/cp/library/training/pulp/All%20chapters.pdf

UNEP. **Environmental management in the pulp and paper industry**. UNEP Technical Report Series nº 34. 231 pp. (1996)
Disponível em:
http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&id=qGUMeoIc6WcC&dq=%22ENVIRONMENTAL+MANAGEMENT+IN+THE+PULP+AND+PAPER+INDUSTRY%22&printsec=frontcover&source=web&ots=1aKW0UmeAD&sig=mtsp5lNxisGjwFSfvJoai0wQl30#PPT9,M1

UNIDO. **Cleaner production toolkit**. Website especializado.
Disponível em:
http://www.unido.org/doc/86205

US/AEP **Clean technologies in U.S. industries: focus on pulp and paper**. 24 pp. (1997)
Disponível em:
http://www.p2pays.org/ref/32/31286.pdf

VCP. **Prevenção à poluição em indústria de celulose e papel. Estudo de caso: unidade Jacareí**. Apresentação em PowerPoint: 36 slides. (2002)
Disponível em:
http://www.numa.org.br/download/III%20workshop%20Palestras%20AMA/Votorantim.ppt