



## Eucalyptus Online Book & Newsletter



**ECOEFIÊNCIA E PRODUÇÃO MAIS LIMPA PARA A  
INDÚSTRIA DE CELULOSE E PAPEL DE EUCALIPTO**

**Celso Foelkel**

[www.celso-foelkel.com.br](http://www.celso-foelkel.com.br)  
[www.eucalyptus.com.br](http://www.eucalyptus.com.br)  
[www.abtcp.org.br](http://www.abtcp.org.br)

**Empresas patrocinadoras:**

**Botnia**

**Aracruz Celulose**

**International Paper do Brasil**

**Conestoga-Rovers & Associates**

**Suzano Papel e Celulose**

**Março 2008**

Empresas patrocinadoras:

**BOTNIA**



**ARACRUZ**

INTERNATIONAL  PAPER



**KSH**



**SUZANO**  
PAPEL E CELULOSE

# **ECOEFIÊNCIA E PRODUÇÃO MAIS LIMPA PARA A INDÚSTRIA DE CELULOSE E PAPEL DE EUCALIPTO**

## **CONTEÚDO**

- INTRODUÇÃO
- ECOEFICIÊNCIA, PRODUÇÃO MAIS LIMPA E COMPETITIVIDADE
- ECOEFICIÊNCIA SIGNIFICA DESPERDIÇAR MENOS RECURSOS NATURAIS E AUMENTAR GANHOS FINANCEIROS
- POLUIÇÃO É SINÔNIMO DE DESPERDÍCIO E DE DINHEIRO JOGADO FORA TAMBÉM
- CONCEITOS BÁSICOS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA E DE ECOEFICIÊNCIA
- FATORES DE SUCESSO PARA UM PROGRAMA DE P+L OU ECOEFICIÊNCIA
- VOCÊ CONHECE ESSES EXEMPLOS ?
- OS FUNDAMENTOS PARA SE IMPLANTAR UM PROGRAMA DE P+L E SUAS ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO
- BALANÇOS DE MASSA E DE ENERGIA COMO FERRAMENTAS DE P+L
- DESEMPENHO OPERACIONAL E CONTROLE DO PROCESSO
- VALORIZANDO DESPERDÍCIOS, RESÍDUOS E INEFICIÊNCIAS COM FOCO NA SUSTENTABILIDADE
- TECNOLOGIAS LIMPAS PARA A FABRICAÇÃO DE CELULOSE KRAFT
- CONSIDERAÇÕES FINAIS DESSE CAPÍTULO INTRODUTÓRIO SOBRE ECOEFICIÊNCIA E PRODUÇÃO MAIS LIMPA
- REFERÊNCIAS DA LITERATURA E SUGESTÕES PARA LEITURA

# ECOEFIÊNCIA E PRODUÇÃO MAIS LIMPA PARA A INDÚSTRIA DE CELULOSE E PAPEL DE EUCALIPTO

**Celso Foelkel**

[www.celso-foelkel.com.br](http://www.celso-foelkel.com.br)

[www.eucalyptus.com.br](http://www.eucalyptus.com.br)

[www.abtcp.org.br](http://www.abtcp.org.br)

## INTRODUÇÃO

Não tenho, nesse capítulo do **Eucalyptus Online Book**, a meta de lhes oferecer um tratado exaustivo de ecoeficiência e de produção mais limpa (P+L) para a fabricação de celulose e papel. Para que vocês possam ler muito sobre esses conceitos, disponibilizei inúmeras literaturas que podem, em sua maioria, ser descarregadas para seu computador, pois são clássicos da literatura virtual. Tratam-se de muito boas referências de leitura para aqueles que ainda não possuem familiaridade com essas ferramentas de gestão ambiental empresarial. Por outro lado, colocarei no capítulo diversos pontos de vista que me deixam encantado com P+L e ecoeficiência. Há cerca de 10 anos trabalho em implementar programas de P+L em fábricas de celulose e papel. Na área florestal também. Mesmo em meus outros trabalhos de consultoria tecnológica, sempre foco os fundamentos da P+L e da ecoeficiência, que consistem no melhor uso dos recursos que a Natureza oferece às fábricas e aos seres humanos que operam essas fábricas. Tento sempre aplicar a velha máxima "sabendo usar, não vai faltar", ou em outras palavras, procuro sempre buscar alternativas para o mais eficiente uso dos recursos e para a minimização de desperdícios de qualquer tipo. E como eles existem, não é mesmo? Parece que vivemos em um mundo da fartura, onde o que se perde significa pouco. Coisas de ser humano, um pouco cego a seus impactos para a Natureza.

Na verdade, nossos setores florestal e industrial que trabalham com os eucaliptos como matérias primas estão bastante evoluídos em termos de controle ambiental e de prevenção à poluição. Temos empresas modernas, certificadas em conformidade com as normas ISO de gestão ambiental e de qualidade. Praticamente todas essas empresas também possuem suas florestas certificadas de acordo com os princípios do FSC (Forest Stewardship Council) e da CERFLOR (ABNT/INMETRO), isso tanto para o manejo florestal como para a cadeia de custódia de seus produtos.

Ora, se a situação é de tanta adequação legal e de conformidade normativa, por que me entusiasmo tanto pela prática da ecoeficiência e da produção mais limpa nas empresas? Exatamente porque as considero como um maravilhoso processo de melhoria contínua "além do que a conformidade

legal ou normativa” nos exige. Para mim, isso é exatamente a tal de “beyond compliance”, em todo seu esplendor. Tenho absoluta certeza que nossos operadores e técnicos conseguem com a ecoeficiência ter em suas mãos ferramentas simples e maravilhosas, como veremos mais adiante. Através delas, podem entender melhor seus impactos econômicos, ambientais e sociais e podem propor alternativas factíveis de melhorias. Podem também desenvolver sensibilidade a coisas que normalmente “passam batidas”, por não terem questionado muitos dos “status quo” vigentes em qualquer lugar onde estejam trabalhando ou mesmo vivendo. Somos muito desperdiçadores como sociedade, e é exatamente isso que vamos mostrar ao longo desses capítulos que escreveremos sobre P+L, indicando então oportunidades fantásticas de melhorias para nossas fábricas e área florestal.

Evidentemente, muitas das considerações que fizemos são igualmente válidas para quaisquer outros tipos de processos, espécies florestais e mesmo para outros tipos de indústrias e mesmo em nossas próprias casas, junto a nossas famílias.

Estaremos em capítulos futuros, continuando a apresentar inúmeras oportunidades de ecoeficiência na área florestal, na fabricação de celulose kraft e na fabricação de papel. Ainda, para esses capítulos mencionados, não daremos muita ênfase às oportunidades para redução de consumo de energia e de vapor, apenas mencionaremos oportunidades mais evidentes e até mesmo gritantes. Isso porque teremos um capítulo em nosso Eucalyptus Online Book destinado à otimização energética na produção de celulose e papel. Lá faremos então uma cobertura mais abrangente desse tema.

Iniciaremos agora a série sobre a nossa indústria e sobre a ferramenta que nos valem para aplicar esses conceitos de P+L. Afinal, tenho cerca de 40 anos nesse setor, tendo atuado em mais de duas dezenas de empresas produtoras de celulose e papel, ou como funcionário ou como consultor. Em outros capítulos de nosso Eucalyptus Online Book e em mini-artigos da Eucalyptus Newsletter, já dei destaque à gestão ecoeficiente para diversas situações rotineiras de nossa vida setorial. Se não se atentaram a isso, por favor, visitem [www.eucalyptus.com.br](http://www.eucalyptus.com.br) e leiam o que mais lhes interessar. Também referenciei as minhas publicações mais relevantes sobre esse tema na seção Referências da Literatura e Sugestões para Leitura, ao final desse capítulo.

Agradeço a atenção que derem a essas minhas considerações. Espero que elas possam ser úteis ou muito úteis na sua vida profissional e pessoal.



## **ECOFICIÊNCIA, PRODUÇÃO MAIS LIMPA E COMPETITIVIDADE**

Ao longo da sua história, o setor empresarial tem enfrentado inúmeros desafios, envolvendo os mais diferentes e intrincados assuntos. Com a globalização da economia, novas oportunidades e ameaças surgiram para as empresas brasileiras. A globalização, em uma análise resumida, consiste em uma ampliação desmesurada do tamanho do mercado da empresa, mas é acompanhada por uma redução do seu "market share" e de seu poder de fogo. Um grande produtor local subitamente se vê como um diminuto "player" em nível internacional. Globalização também não significa só competir lá fora com abertura de novos mercados no exterior, mas principalmente garantir o mercado interno, tão duramente conquistado, da cobiça dos produtores internacionais. Competitividade global implica em escala de produção, custos baixos, qualidade compatível, logística de entrega e agregação de inteligência à produção e ao produto ("design"). Torna-se, então, perfeitamente compreensível a grande ênfase que tem sido dada pelos produtores nacionais aos custos de fabricação de seus produtos. Isso mais ainda em dias de dólar fraco em relação a outras moedas. Da mesma forma que há uma busca acelerada pela competitividade e geração de margens positivas, muitos empresários, ao analisar suas planilhas de custos, assustam-se e sentem-se ameaçados pelos chamados "custos ambientais". Por custos ambientais, tradicionalmente se entendem as despesas para analisar, tratar, dispor e controlar efluentes hídricos, aéreos e resíduos sólidos gerados pela atividade industrial, buscando o enquadramento à respectiva legislação ou às metas ambientais da empresa. Aos custos ambientais, somam-se ainda os investimentos decorrentes de melhorias ambientais ou novas exigências legais, o que acaba gerando aumento de custos de fabricação por novas depreciações e custos financeiros. A consequência natural é um reclamo de muitos empresários quanto "às exigências ambientais descabidas", o que termina não resultando em algo prático, construtivo e positivo.

Os executivos e os técnicos, ao se fixarem apenas sobre esse enfoque para os custos ambientais, estão mirando apenas uma parte desses custos, não conseguindo ver a enorme face invisível das despesas com desperdícios ambientais, como perdas de matérias-primas, energia, produção e agregação desnecessária de valor sobre o que se acaba jogando fora como resíduo e poluição, etc. Até certo ponto essa postura é historicamente compreensível. Como consolo, é bom saber que não é só privilégio nosso, brasileiros.

A história recente das operações industriais no Brasil (e em muitos outros países) pode ser dividida, sob a ótica ambiental, em três períodos:

- No primeiro, até final dos anos 60, o extrativismo foi o modelo dominante. A Natureza era considerada um recurso livre, gratuito e inesgotável. As fumaças das chaminés eram sinônimo de progresso ("tem cheiro de dinheiro", dizia-se, com insensato ufanismo). A forma de se tratar efluentes era a diluição da poluição nos rios e na atmosfera. Os

resíduos sólidos, quando não iam para os rios ou ar, eram lançados em terrenos sem nenhum preparo, os famosos "lixões". Assim se acabaram muitos recursos naturais brasileiros, como o pinheiro do Paraná, o pau-brasil, o jacarandá-da-Bahia, o ouro, etc. Ao mesmo tempo foram degradados rios, solos e ar, quer pela indústria, quer pelas comunidades insensíveis à deterioração do ambiente. Entretanto, era a realidade e o modelo daquela época, baseado no nível de conhecimentos que se tinha de ambiência.

- O segundo fato histórico aconteceu recentemente, entre 1970 e 1985. Devido aos altos impactos ambientais e à crescente poluição e degradação dos ecossistemas, a legislação brasileira começou a se aperfeiçoar e a se tornar mais rigorosa (licenciamentos ambientais, avaliação de riscos e de impactos ambientais, audiências públicas etc.). Ao longo desse período, a indústria se sentiu pressionada e aprendeu a encarar essas exigências como "somadoras de custos" aos seus produtos e, conseqüentemente, como redutoras de sua competitividade. Um dos argumentos mais comuns era o de se comparar a legislação brasileira às internacionais, de forma reativa e reclamativa, na busca de um afrouxamento das restrições legais locais.
- As grandes mudanças na postura ambiental das empresas industriais ocorreram no final dos anos 80 e início dos anos 90, até por influência da Eco-92 (UNCED - United Nations Conference for Environmental Development / Earth Summit, Rio de Janeiro). A conscientização e sensibilização ambiental passou a germinar e a crescer em todo o segmento industrial e posteriormente no setor de serviços. Códigos voluntários, cartas de princípios, sistemas de gestão ambiental, desenvolvimento de técnicas para reciclagem de resíduos, fechamento de circuitos de água, análise do ciclo de vida, etc. Todos foram mecanismos implementados durante os anos 90. Eles acabaram por mostrar que as empresas podiam reduzir custos e gerar receitas via proteção ambiental.

Atualmente, dependendo do local, do tipo de indústria e da consciência/cultura da empresa, essas três filosofias conceituais dos segmentos históricos podem estar ocorrendo até mesmo simultaneamente. Acredito que o toque mágico a mudar toda a conceituação ambiental e a gradual mudança de postura empresarial tenha sido a definição e a busca da prática do desenvolvimento sustentável ou da sustentabilidade. A definição envolve que sejam igualmente contempladas, e com o mesmo respeito, as três vertentes: a social, a ambiental e a econômica. A divulgação dessa nova forma de encarar o crescimento pela sociedade permitiu dois fenômenos importantes:

- As ONG's mudaram suas atitudes românticas, passando a entender que a vertente econômica é também importante, e que as empresas

precisam ter lucros, até mesmo para investir mais em proteção ambiental;

- As empresas rapidamente passaram a ver o meio ambiente sob a ótica da minimização de resíduos, prevenção à poluição, ecoeficiência, produção mais limpa, emissão zero, etc.

Outro ponto positivo, que pode ser uma força motriz enorme, é o fator motivacional. Qualquer pessoa que trabalha em uma empresa sentir-se-á feliz e motivada a trabalhar em direção à sustentabilidade e para ajudar a melhorar o ambiente, a redução do lixo, a melhora da qualidade de vida, a proteção da Natureza, etc. É muito mais simples motivar os empregados para se envolverem em direção ao desenvolvimento sustentado, do que os motivar a trabalhar para agregar valor ao acionista. Os acionistas e os gerentes também precisam ser convencidos de que os lucros aumentarão com os esforços para a sustentabilidade, até porque o conceito de sustentabilidade é antropocêntrico. Queremos a sustentabilidade da humanidade, dos nossos negócios, da nossa empresa, enfim, a nossa própria sustentabilidade.

Os conceitos de produção mais limpa (P+L) e de ecoeficiência encaixam-se como uma luva nesse cenário de desenvolvimento empresarial sustentável. De forma prática, ser ecoeficiente significa "fazer mais com menos e de forma melhor", ou "usar mais eficientemente os recursos naturais nos processos econômicos". Para mim, apesar de serem nomes diferentes, o significado é praticamente o mesmo para ecoeficiência e para produção mais limpa. Os nomes são diferentes apenas porque foram criados por entidades distintas. O World Business Council for Sustainable Development ([www.wbcsd.org](http://www.wbcsd.org)) e as suas ramificações em diversos países privilegiam o termo ECOEFICIÊNCIA, enquanto a UNIDO (United Nations Industrial Development Organization - [www.unido.org](http://www.unido.org)) e UNEP (United Nations Environment Programme - [www.unep.org](http://www.unep.org)) promovem o conceito de "CLEANER PRODUCTION" ou "PRODUÇÃO MAIS LIMPA".

Em nosso País, tão abundante em recursos naturais, acostumamo-nos a ser esbanjadores e perdulários. Como sempre encontramos água, minerais, terra, vegetais, fotossíntese etc., em grandes quantidades, "inocentemente" viramos esbanjadores desses recursos. Pior, continuamos a fazê-lo, mesmo depois de estar conscientes sobre isso. Abundância gera desperdício. Isso é muito fácil de ser visto em nossas áreas florestais e industriais, mesmo para as empresas pequenas e pouco capitalizadas.

As sociedades que têm carência de recursos naturais, como de água (Israel e África do Sul, p.e.), ou de terra (Japão), ou de fotossíntese (Suécia e Noruega), têm encontrado soluções criativas para solucionar suas deficiências com a escassez. O problema é que a nossa cultura também privilegia o paternalismo e a transferência de responsabilidade. Esperamos que alguém solucione o problema do nordeste ou da economia sem poupança interna, ou que a empresa ou o governo resolvam os nossos problemas pessoais. Da

mesma forma, queremos ganhar medalhas douradas nas Olimpíadas sem nos preocuparmos em construir o caminho, e com muito esforço, para conquistá-las. Esquecemos ainda que a empresa somos nós mesmos, os que trabalham nela. Somos o seu sangue, os seus músculos e o seu cérebro. Logo, cabe a nós o esforço para manter esse corpo saudável. Como resultado dessas culturas desperdiçadoras e de acomodação, tendemos a cometer uma enorme quantidade de "tolices operacionais", com as quais nos cruzamos diariamente e acabamos por acreditar que as coisas são assim mesmo, inerentes ao processo de desperdício em que estamos inseridos. Por exemplo, os efluentes industriais em geral são tratados em uma estação, muitas vezes de alta sofisticação. O que não é sofisticada é a forma de o enviar à estação, misturando águas limpas e sujas para serem tratadas juntas. No mesmo efluente a ser tratado, estamos enviando matérias-primas boas, dissolvidas ou em suspensão (sais, compostos orgânicos, fibras, etc.). Tudo que está sendo descartado como efluente ou resíduo foi comprado e pago como matéria-prima ou insumo pela empresa. Sobre essas matérias-primas, agregamos custos de trabalho, energia, movimentação etc., e depois jogamos fora como resíduos (sólidos, líquidos, aéreos, fugas energéticas, etc.). Não satisfeitos com esses desperdícios, somos forçados, pelos parâmetros legais, a gastar mais para tratá-los, e depois para dispô-los como lodo, ou outro tipo de resíduo, para aterros. Por exemplo, uma matéria orgânica perdida do processo industrial vai para a estação de tratamento de efluentes como DQO (Demanda Química de Oxigênio), recebe tratamentos sofisticados, sai como lodo úmido, que precisa ser transportado, compostado, aterrado, manuseado e, às vezes, vendido. Mesmo gerando receita pela venda, ainda assim o balanço é, em geral, economicamente desfavorável, e essa perda eleva o custo de fabricação. Esse custo de produção é aumentado então de duas formas: pela perda dessa matéria prima orgânica como DQO e pelo tratamento que tivemos que dar para evitar que essa DQO perdida virasse poluição. Dupla penalidade para quem não consegue ver isso.

Bem, esses exemplos simples e rotineiros são provas de que há milhares de oportunidades para se reduzir perdas e para gerar retornos financeiros positivos. Elas são soluções, do tipo ganha/ganha: ganha a empresa, ganha o meio ambiente, ganha a sociedade. É importante salientar que a maioria, mas não todas as mudanças para ecoeficiência, são financeiramente rentáveis. Por essa razão, é importante se dispor de ferramentas simples de matemática financeira básica para avaliação de retornos das medidas a implementar para produção mais limpa e ecoeficiência.

É freqüente as pessoas ficarem chocadas quando eu afirmo que podemos e devemos ganhar dinheiro com a melhoria ambiental. Em nossas almas, há uma crença romântica de que a proteção ambiental não deveria ser valorizada sob a ótica da geração de resultados econômicos. Graças ao conceito de desenvolvimento sustentável, os procedimentos econômicos devem e precisam ser definitivamente implantados ao se avaliar impactos ambientais. Deve ficar claro, porém, que nem sempre teremos resultados

financeiros positivos para a produção mais limpa. Por exemplo, o tratamento de substâncias tóxicas residuais, que não tenham valor comercial. Nesse caso, estaremos apenas economizando, quando deixarmos de misturar essas substâncias tóxicas com outras não-tóxicas, evitando aumentar a necessidade de tratamentos corretivos para o todo.

Graças ao poder de inovação dos colaboradores e à pesquisa tecnológica, poderemos desenvolver usos futuros, processos mais limpos, redução de geração de resíduos etc., tornando a produção, além de mais limpa, também mais segura, mais econômica e mais sustentável.

Produção mais limpa está relacionada à redução de poluição na sua origem. O primeiro passo é implementar um amplo programa de limpeza interna ("good house-keeping") e avaliar quais resíduos e efluentes são gerados pelo processo de produção, quantificando-os. Lembrar que lixo/resíduo significa uso inadequado de matéria-prima ou insumo.

Em outros casos, a produção mais limpa pode exigir alterações tecnológicas (tecnologia mais limpa), demandando uso mais intensivo de capital. Algumas vezes, uma linha inteira de produção poderá se mostrar obsoleta, e os novos investimentos, além de produzir mais e melhor, com maior rentabilidade, o farão de forma ambientalmente mais saudável. Tecnologia mais limpa pode ser definida como um procedimento industrial de manufatura que usa menos matérias-primas, menos energia, possui melhor rendimento, dá origem a um melhor produto e menos resíduos, não gerando impacto ambiental significativo. Em geral, as tecnologias mais limpas são orientadas para resolver problemas ambientais crônicos de odor, poluição ou geração de resíduos sólidos problemáticos.

Outra realidade que precisa ficar clara é que, algumas vezes, pela análise das diferentes alternativas, a solução mais viável economicamente pode ser um tratamento de fim-de-tubo, o que não deve ser descartado como alternativa válida. Por tratamentos de final de tubo entendam-se os tipos de tratamento para controlar a poluição, como filtros, precipitadores eletrostáticos, decantadores, floculadores, centrífugas, etc.

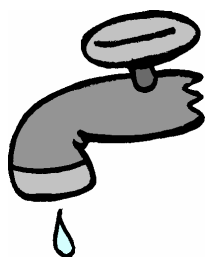
Produção mais limpa / ecoeficiência são para serem entendidas como ferramentas no menu de opções gerenciais para redução de poluição e melhoria de eficiência operacional. Entretanto, são as primeiras a serem utilizadas, antes de se pensar em adotar um tratamento ao resíduo gerado. Como essas técnicas praticamente não foram utilizadas ao longo dos anos 80, muitas empresas com idade cronológica acima de dez anos tiveram suas linhas de produção baseadas no conceito de tratar os resíduos e não de prevenir perdas. Nesses casos, são grandes as possibilidades de serem encontradas soluções ecoeficientes de baixo custo e com altos retornos econômicos. Em muitas empresas de engenharia, planejando novas unidades industriais, o conceito tradicional de: "se a poluição existe, o que eu devo adicionar para tratá-la?" ainda persiste. Até mesmo porque significa mais serviços de engenharia, equipamentos e montagens. O conceito de produção mais limpa é:

“ se um resíduo existe, onde ele foi gerado, e o que deve ser feito para evitá-lo em sua origem?”.

Dessa forma, produção mais limpa pode ser entendida como uma estratégia para melhorar continuamente os processos, produtos e serviços, a eficiência operacional, a qualidade de vida e o meio ambiente; reduzindo impactos ambientais, aumentando resultados econômicos por redução de custos; e, finalmente, permitindo se caminhar em direção ao desenvolvimento sustentável. Assim, a produção mais limpa e a ecoeficiência auxiliarão na melhoria da competitividade das empresas (industriais, públicas ou de serviços), porque permitirá aumentar a motivação dos colaboradores e possibilitará maiores margens de lucratividade. Um programa de produção mais limpa é uma bandeira que todos na empresa estarão dispostos a carregar. A rota que estaremos seguindo, quando implementando ecoeficiência, é muito bem entendida por todos: fábricas ou empresas de mínimo impacto ambiental, saudáveis e mais felizes, possibilitando maior sustentabilidade e colaborando para a competitividade do negócio.



### **ECOEFIÊNCIA SIGNIFICA DESPERDIÇAR MENOS RECURSOS NATURAIS E AUMENTAR GANHOS FINANCEIROS**



Ao longo de sua existência, a indústria de celulose e papel tem mostrado enorme vitalidade para crescer sua produção e aperfeiçoar suas tecnologias para atender às exigências das quantidades e qualidades requeridas em seus produtos pela sociedade. Nossa indústria é altamente dependente de recursos naturais (madeira, água, combustíveis, ar, etc.). Na verdade, ela tem um casamento muito íntimo com recursos naturais que no passado foram abundantes, mas agora não mais. Essa intimidade com o uso de recursos abundantes levou a uma concepção tecnológica não tão conservadora quanto ao uso e consumo desses recursos. Veja-se que hoje,

mesmo com toda a histeria com relação à água, a nossa indústria ainda é dependente de enormes quantidades desse recurso cada vez mais escasso já que nossos processos são todos via úmido. Tivemos e teremos diversas crises ambientais a mais em nossa história. Passamos pela fase da necessidade de tratar efluentes em enormes quantidades; vencemos o pânico das dioxinas e do branqueamento contaminante; estamos tentando fechar mais e mais os ciclos de consumo de água nas fábricas; há grandes estações de reciclagem de resíduos sólidos sendo estabelecidas para tratar nossos detritos; há forte consciência quanto a produzir florestas de forma sustentável, seguindo programas de certificação florestal; etc. etc. Entretanto, ao se caminhar e observar com cuidado o nosso despreparo em ver as perdas de recursos naturais como sendo custos significativos em nossos produtos, podemos sentir que ainda há muito que se fazer.

A falta de lucros e a chamada fase da destruição de valor que a indústria de celulose e papel viveu a nível mundial no final dos anos 90's; a baixa remuneração dos capitais investidos; o temor pela sustentabilidade dos negócios no futuro e suas incertezas; as pressões de mercado por produtos e processos mais limpos; a maior sensibilização dos empresários pelos aspectos ambientais; a legislação cada vez mais presente a pressionar a indústria e os dirigentes da indústria pela lei de crimes ambientais; além dos muitos aspectos emocionais ligados a meio ambiente e à nossa atividade produtiva; todos se combinaram para que o estilo de vida nas empresas fosse aos poucos se alterando para melhor e melhor. Acredito que a melhor de todas as melhorias foi a própria aceitação de que temos que buscar a sustentabilidade do negócio e que ela implica em se ter uma sustentabilidade ambiental e social concomitantemente, a exemplo da excelente definição de desenvolvimento sustentável.

Em termos muito simplificados, como já vimos, ser ecoeficiente significa fazer mais com menos e de forma melhor, ou usar mais eficientemente os recursos naturais que precisamos para nossos processos e produtos. Precisamos muito desse conceito, pois ainda somos muito desperdiçadores de recursos naturais. Esse desperdício é malévolo, pois afeta nosso desempenho operacional, nossos resultados econômicos e agride a Natureza. Pior, sequer sabemos valorar essas perdas em nossas complexas avaliações de custos de produção. Por muitos anos, os recursos naturais foram abundantes e pareciam inesgotáveis. A abundância de algo corresponde a um preço baixo desse produto. Algo em abundância e com preço baixo leva a um comportamento de desperdício. Por exemplo, nas nossas florestas de eucaliptos e *Pinus*, quando o preço da madeira era baixo porque ela era abundante, era muito comum desperdiçarmos muita madeira, tanto na floresta como nas fábricas. Isso infelizmente ainda persiste, mesmo com a maior escassez e aumento de preço dessas madeiras. É impressionante a quantidade de recursos naturais ainda inocentemente desperdiçados pela indústria e pela área florestal. Apesar da

grande melhoria em relação a algumas décadas atrás, temos ainda grandes consumos de água, energia, trabalho, oxigênio, soda cáustica, ar, combustíveis, biomassas, etc. Ao mesmo tempo, nos acostumamos a gerar enormes quantidades de resíduos sólidos em nossas fábricas e a conviver com eles (casca, serragem, cinzas, lodos orgânicos de estações de tratamento de efluentes, dregs e grits, lama de cal, bombonas e tambores, sucatas metálicas, etc.). Chegamos ao ponto de nos orgulharmos ao estabelecer fantásticas fábricas de reciclagem desses resíduos, ao invés de combatê-los na origem, onde são gerados no nosso processo. A visão que prevalece em muitas fábricas é que esses resíduos são inerentes ao processo de fabricação, sempre existiram, até se acredita que se melhorou muito. Enquanto gerarmos lixos na água, no ar e na forma de sólidos teremos que tratá-los. Tratamentos de final-de-tubo agregam custos e não geram retornos financeiros. As consequências desse comportamento com baixa visão em termos de ecoeficiência são um grande número de tolices processuais. Por exemplo, uma das principais delas é que mesmo as mais modernas fábricas de papel ainda reciclam internamente cerca de 10% de aparas internas, ou seja, suas máquinas mantêm produzindo cerca de 10% de papel que retornará como refugo interno aos "pulpers", diminuindo a produção de produtos vendáveis nessa proporção. Acreditem que há fábricas que produzem até mesmo mais que o dobro desse valor como refugos internos. Será que há sustentabilidade em fábricas que refugam e mandam de volta ao repolpeador cerca de 10 a 20% do produto pronto, onde se adicionaram enormes quantidades de valor, que depois são descartadas como se não fossem custos significativos. Essas aparas internas são geradas nas quebras de folhas; em refilos tirados desnecessariamente; em especificações exageradamente preciosistas; em atitudes de operadores que cortam inocentemente mantas enormes de papel para tomar amostras ou tirar defeitos que vão dar um pouco mais de trabalho para a conversão; no mau manuseio de bobinas ou fardos, danificando-os; em mau planejamento na conversão ou nos formatos de bobinas; etc. A reciclagem interna desse refugo quase não é vista pelos administradores, parece normal que ocorra. Entretanto, essas reciclagens são geradoras de enormes custos, reduzem a produção das máquinas e a qualidade do papel, aumentam os consumos específicos, geram retrabalhos enormes, além de impactar o meio ambiente pelo mau uso dos recursos naturais que o fabricante está usando. Escrevemos um capítulo enorme sobre esse tema em nosso Eucalyptus Online book, basta que o visitem em: [http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT06\\_fibras\\_refugos.pdf](http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT06_fibras_refugos.pdf)

Toda vez que usamos mal um recurso natural, acabamos gerando uma poluição associada. Veja-se nesse caso que as fábricas, tanto as de celulose como de papel, acostumaram a perder cerca de 0,5 a 2% de fibras pelos seus efluentes. Pior, há casos de operadores que apreciam as perdas de fibras porque facilitam a prensagem dos lodos gerados nas estações de tratamento de efluentes. Todo lodo jogado fora como poluição sólida é recurso natural desperdiçado pelo processo produtivo. Colocar fibras, o produto mais nobre da

empresa, como auxiliar de filtragem é mais uma inocência custosa que ainda praticamos.

Para finalizar essa pequena e simplificada listagem de exemplos diários gostaria de focar o pátio de madeira de fábricas de celulose. O desperdício ainda é muito grande. Os descascadores mecânicos na maioria são pouco eficientes: removem pouca casca e quebram muitos toretes que são descartados com as cascas e vão para a caldeira de biomassa. Resultado, gastamos mais álcali, que é um recurso natural, para cozinhar a madeira devido à presença de casca e perdemos madeira de celulose que vale muito mais que a de biomassa, e esses toretes vão ter um destino muito mais ardente do que teriam como parte da fabricação da celulose para papel.

Esses poucos, dentre muitos exemplos de nosso dia-a-dia, constituem apenas evidências de que há milhares de oportunidades esperando por nossa ação. Pretendemos relacionar muitos deles mais em nossos capítulos que se seguirão a essa temática.

Ao implementar um programa de ecoeficiência estaremos provocando mudanças comportamentais para redução de resíduos e gerando resultados financeiros para as empresas. Além disso, como a motivação em se trabalhar por um ambiente mais sadio é grande entre as pessoas, ser ecoeficiente está associado a maior motivação para se gerar um ambiente saudável de trabalho no local onde os operadores passam a maior parte de seus tempos, que é própria empresa.

A ecoeficiência é uma estratégia para melhoria continuada dos produtos, processos, serviços, local de trabalho, qualidade de vida e para reduzir os impactos ambientais e os custos de produção. É uma técnica orientada à sustentabilidade. Basicamente, o objetivo é reduzir a poluição e a geração dos resíduos e detritos onde são gerados e não apenas tratá-los em sofisticadas estações de tratamento, em usinas de reciclagem ou em fantásticos filtros de purificação. O resultado é uma minimização de impactos ambientais, uma maior eficiência operacional e uma redução de custos. Se queremos fábricas mais saudáveis, mais eficientes e competitivas, uma forma de fazer isso é incluir ecoeficiência ou produção mais limpa em nossos programas de melhoria de qualidade da empresa como um todo.



## POLUIÇÃO É SINÔNIMO DE DESPERDÍCIO E DE DINHEIRO JOGADO FORA TAMBÉM



Meu muito estimado amigo e guru dos assuntos ambientais no planeta, o nosso querido e hoje ausente entre nós José Lutzenberger, uma vez me confidenciou com a sua naturalidade de quem sabe das coisas: “poluição é alguma coisa boa em lugar errado, por descuido, inocência ou burrice”. Continuando, enquanto sorvia sua tradicional cervejinha, me exemplificou: “essa cerveja que estou agora bebendo é uma coisa divina e que aprecio muito. Entretanto, se eu deixá-la cair no carpete da casa, imediatamente vira uma poluição desagradável e difícil de ser removida, vai fermentar e dar cheiro desagradável por um tempão em meu carpete”.

A vida é assim mesmo, estamos sempre jogando coisas boas como lixo ou poluição, e com isso, contaminando o planeta. Desperdiçamos coisas boas com uma naturalidade assustadora. Qualquer coisa que estamos jogando fora como poluição foi pago por nós, e pior ainda, pagaremos depois para tratar e dispor em algum lugar supostamente seguro. Fibras, minerais, água suja, papéis, embalagens, serragem de madeira, cascas, pedaços de pau, copinhos plásticos de tomar café, tudo o que está no lixo tem um custo que é muito maior que o simples custo de se jogar fora, concordam? Eles valem como matéria prima não utilizada ou parcialmente usada; carregam um custo agregado no processo como energia, químicos, trabalho, etc.; e depois exigem custos adicionais de tratamento e disposição. É um custo enorme e que a maioria das pessoas sequer sabem enxergar. Algumas vezes, os executivos e os técnicos nas empresas dizem orgulhosamente que possuem fantásticas estações de tratamento de efluentes e de unidades de reciclagem e compostagem de resíduos sólidos nas suas fábricas. Apesar de terem aceito investir alguns milhões de reais nessas estações, o que comprova suas boas intenções ambientais, essas pessoas estão cegas pela lógica do passado, que poluição deve ser tratada ou reciclada. A poluição deve ser combatida na sua origem, onde é gerada. Se temos enormes estações de reciclagem de lixo, é

porque geramos muito lixo, e lixo é coisa boa jogada fora. Considero reciclagem de lixo e tratamento de efluentes como sendo medidas ambientais de segunda categoria. Os recicladores existem porque jogamos coisas boas no lixo. Se nós evitarmos desperdiçar papel, comida, fibras, plástico, madeira, etc.; se adotarmos mecanismos de prevenção de desperdícios ou de reuso internamente à planta; as estações de tratamento de final-de-tubo e as estações recicladoras minguarão e só terão que tratar o lixo realmente inaproveitável e sem valor econômico. Sempre poderemos reduzir os desperdícios e os resíduos gerados nas empresas e em nossas casas também. Quando um dia as empresas que fazem a reciclagem de nossos resíduos chegarem com reclamos que não está mais dando lucro a sua atividade pela falta de resíduos de qualidade, teremos chegado naquilo que é o que realmente esperamos: a prática da ecoeficiência. Estaremos então muito perto da sustentabilidade hoje apregoada por todos.

Uma outra verdade raramente percebida, é que tudo o que usamos, tudo que existe no lixo, em nossas casas, em nossas empresas, tudo, absolutamente tudo, são recursos naturais. Quando usamos mal esses recursos naturais e geramos resíduos e lixos, ou contaminamos as águas e o ar, estamos não apenas sujando o planeta, mas também desperdiçando esses recursos naturais e exaurindo as reservas da Natureza.

Do exposto até agora, podemos concluir que desperdícios ou resíduos são recursos naturais que pagamos por eles e não utilizamos, jogamos fora e pagamos muito mais por fazer isso, pois teremos que controlar a poluição gerada.

Algumas outras vezes, costumamos trazer coisas para as fábricas sem perceber que o fazemos: por exemplo, os arames que embalam os fardos de celulose; a terra que vem junto com as toras de madeira; a areia que vem misturada com as pedras de calcário; as cinzas que acompanham o carvão; etc., etc., etc. Nem percebemos que estamos pagando por tudo isso. Elas sobrarão em nossos processos, virarão resíduos sem nenhuma utilização. Ganhar coisas de graça, sem que as usemos, também é sinônimo de desperdiçar. Melhor que isso seja dado para quem tem uso para esse material. Logo, na verdade, não se aplica o tradicional dito popular que "de graça até injeção na testa". Ainda não entendi esse provérbio popular, mas com certeza, é mais uma ingenuidade com impacto ambiental.

Temos que ter consciência que podemos mudar para melhor e nos esforçar para isso. Qualquer programa de redução de resíduos começa com um bom e forte programa de limpeza e organização. Coloquem quantos S's quiserem, chamem como preferirem seu programa de "house-keeping", mas por favor, limpem-se. Quanto mais limpos estivermos, mais facilmente veremos nossos lixos, pois eles passarão a aparecer e a serem notados.

O ser humano gosta de mudanças e de algo novo a experimentar. Entretanto, cada pessoa prefere ser ela própria o vetor da mudança e não de mudar por que os outros estão pedindo ou incentivando. Seres humanos

mudam por consciência, incentivo ou punição. Isso é assim conosco desde a infância. Se nos comportamos bem e passamos de ano na escola, ganhamos uma bicicleta; se não fizermos isso ganhamos palmadas ou perdemos a mesada por um tempo. Temos que entender essa lógica para motivar as pessoas com que trabalhamos para a busca de melhorias e mudanças. Temos que sentir orgulho de nossas empresas. Empresa não é lata de lixo: não é porque eventualmente cheira um pouco mal devido o nosso sempre utilizado processo kraft, ou porque gera resíduos sólidos ou efluentes em quantidade, que se permite sujá-la. Pelo contrário, o esforço deveria ser muito maior para se limpá-la e deixá-la bonita, limpa e saudável. Quem não gosta de trabalhar em um local limpo, agradável, saudável, com áreas verdes, com mínimo impacto ambiental e onde todos possuem uma interação de respeito à Natureza? Isso é caminhar para a real responsabilidade ambiental e social por extensão. O universo está entre nós como nós estamos nele. Tudo faz parte de um grande e complexo sistema natural onde a proteção é exigida e a redução dos resíduos uma essencialidade. Quando reduzimos os desperdícios e a geração de resíduos, além de proteger a Natureza e conservar os recursos de forma mais sustentável, estamos ganhando dinheiro para as empresas e para nós também em nossas casas.



## **CONCEITOS BÁSICOS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA E DE ECOEFICIÊNCIA**



Nessa seção, pretendo apresentar de forma bastante simplificada alguns dos fundamentos básicos e conceituais para a implementação de um programa de P+L em uma empresa, qualquer que seja seu tipo. Já mencionamos diversas vezes que o processo todo se baseia em reduzir resíduos, desperdícios e retrabalhos. Suas questões vitais a serem respondidas são:

- Se uma perda existe, qual é sua quantidade?
- Onde está ocorrendo?
- Quais as causas de sua geração?
- Como resolvê-la em sua origem?

Fábricas de celulose e papel possuem importante impacto sobre os recursos naturais e sobre o meio ambiente. Elas fazem muito para minimizar e controlar essas perdas que chamam de poluição ou de impactos ambientais. Entretanto, há ainda muito espaço para se melhorar em busca da sonhada sustentabilidade.

O futuro nos mostrará com certeza fábricas de celulose e de papel com muito menores usos de água, madeira e energia. Elas terão ainda mínimo ruído, pouco ou nenhum odor e a poluição aos rios e ar será imperceptível. Minhas expectativas são de que em algum tempo mais, em futuro próximo, as fábricas de celulose e papel quase não necessitarão de áreas de aterro para dispor seus resíduos sólidos, que serão ou reciclados internamente, ou terão sua geração evitada ou serão convertidos em subprodutos valiosos. As estações de tratamento de efluentes também poderão ser bem menores, pelo menor consumo de águas e pela maior reciclagem das águas do processo. Para se chegar a esse futuro almejado, há que se trabalhar duro e com determinação. Temos que atacar todas as frentes possíveis. Sempre acreditei que “de grão em grão a galinha enche o papo”, velha máxima popular para mostrar que o futuro se constrói no dia a dia com as melhorias introduzidas: mesmo as muito pequenas são importantes. Cada dia seguinte melhor que o dia que passou. Sempre na busca de novos patamares de performances e de minimização de desperdícios.

Essas fábricas otimizadas terão:

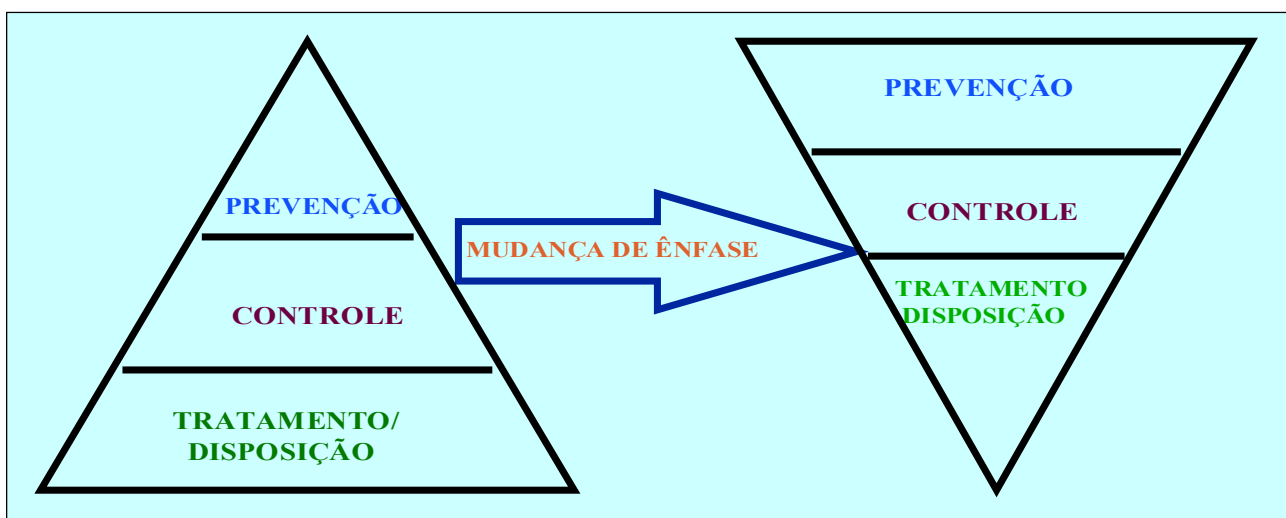
- Melhoria de eficiência, desempenho e performance operacional;
- Melhoria de produtividade e de qualidade;
- Otimização do uso dos insumos (água, madeira, combustíveis, produtos químicos, etc.);
- Redução da periculosidade dos insumos;
- Redução da geração de resíduos e de poluição hídrica, aérea e sólida;
- Menores necessidades de áreas para tratamento e disposição da poluição;
- Melhoria nas aquisições de matérias primas;
- Redução ou mesmo eliminação dos conflitos de conformidade legal com as entidades de controle governamentais;
- Redução de passivos ambientais;
- Redução dos custos de produção e aumento de margens de contribuição;
- Valorização da imagem junto às comunidades e nos mercados em que atuam;
- Valorização das pessoas pela sua adesão na melhoria sócio-ambiental da empresa.

Tudo isso pode ser conseguido sem sofisticadas soluções tecnológicas e de alta aplicação de engenharia. Sabemos que em muitos casos a mudança ou a nova tecnologia será vital, mas na maioria das vezes o sucesso está em inúmeras pequenas melhorias no processo. A soma dessas melhorias resulta em ganhos fantásticos para nossas fábricas. Em muitos casos, muitas dessas

melhorias sequer são enxergadas pelos técnicos como problemas ambientais resolvidos. Entretanto, como toda operação consome recursos naturais, se diminuirmos o consumo desses recursos, estaremos melhorando o meio ambiente, concordam?

É muito fácil exemplificar isso. Seja por exemplo um filtro lavador de celulose que tem problemas de vácuo e com isso, a consistência da manta de polpa que sai do filtro, que deveria ser de 16%, passa a ser de 12%. Pela menor consistência a massa carrega uma maior quantidade de substâncias orgânicas, já que há mais filtrado rico em matéria orgânica e menos polpa seca por cada tonelada úmida de massa. Em outras palavras, há muito mais filtrado contaminado em DQO por cada tonelada seca de polpa saindo desse filtro. Ao ser enviada ao branqueamento, essa celulose consome mais produtos químicos, gera maior contaminação de AOX e de DQO no efluente. Esse efluente por sua vez, exige mais tratamento e gera mais lodo. Tudo isso desencadeia um conjunto de prejuízos ambientais, econômicos e sociais (mais trabalho, mais poluição, mais produtos organoclorados no rio, etc.). Basta se corrigir o vácuo e a consistência, ou se melhorar a valores maiores que os 16% iniciais, que ganharemos em todas essas vertentes. Fácil mesmo de entender, não é mesmo? Mais adiante nesse capítulo, pretendo trabalhar para vocês um "estudo de caso" sobre isso, abrindo mais e explicando como valorizar as perdas em termos de ecoeficiência e produção mais limpa.

O sucesso de um programa de P+L está em mudança de ênfase: sair do foco "controle e tratamento" e passar para o foco "prevenção e solução da poluição em sua raiz". Ao invés de se pensar em tratar a poluição, a ênfase é a de se prevenir sua geração.



Fonte: Ferreira, 2002

Outra característica da ecoeficiência é o horizonte. Ao invés de se preocupar em maximizar os resultados no curto prazo, a ecoeficiência se preocupa com a sustentabilidade do negócio no longo prazo. As relações

saudáveis com os mercados, comunidade, órgãos de controle e funcionários são privilegiadas. O objetivo é a melhoria contínua, cada dia seguinte melhor que o dia que passou, como já vimos antes. E todos na empresa envolvidos nisso, principalmente os funcionários operacionais. Afinal, ninguém conhece melhor as áreas da fábrica do que cada um deles nos locais onde trabalham. Eles é que estão enxergando as anormalidades. Se não as conseguem ver ainda, podem aprender a melhor enxergar as perdas e os desperdícios. Sendo eles os que estão mais perto das operações, são fundamentais no processo de implementação de qualquer programa de melhoria, entre eles o de P+L ou ecoeficiência.

Vamos a seguir relacionar alguns dos princípios para uma atividade de P+L, seja para uma operação florestal ou em uma fábrica de celulose e papel:

- Focar o resíduo, a perda e o desperdício onde estão sendo gerados;
- Valorar cada resíduo, perda ou desperdício em termos ambientais, sociais e econômicos;
- Tentar resolver cada problema na origem, na fonte, na sua raiz;
- Não trazer para dentro da fábrica o que não interessa;
- Prevenir e reduzir a geração de poluição (sólida, líquida, gasosa);
- Reduzir o consumo específico de insumos (água, madeira, produtos químicos, etc.);
- Reduzir o consumo de energia e de combustíveis;
- Reduzir os custos de tratamento e de disposição;
- Avaliar e reduzir os estoques intermediários e os estoques de produtos fabricados;
- Reduzir retrabalhos e refugos;
- Aumentar os índices de eficiência operacional;
- Rever especificações de processo e de produtos;
- Quantificar sempre e tudo o que for necessário e vital;
- Gerar indicadores vitais e úteis para a operação;
- Ter dados e informações com credibilidade;
- Desenvolver balanços de energia e de massa para favorecer a visualização das perdas e dos resíduos, que muitas vezes estão "ocultos", não visíveis, para a equipe de análise;
- Recuperar e criar subprodutos vendáveis;
- Avaliar reciclagens internas, mas antes fazer uma avaliação com base em balanço de material;
- Avaliar o "pay-back" dos investimentos e das melhorias;
- Incorporar os conceitos de P+L nos programas de qualidade e produtividade da empresa;
- Minimizar os impactos ambientais da empresa;
- Encontrar e resolver passivos ambientais;
- Ter conformidades legal e normativa;
- Forte ênfase na prevenção à poluição;

- Forte ênfase nas sugestões dos funcionários da empresa;
- Desenvolver postura e comportamento gerenciais compatíveis aos necessários para essa implementação conceitual.

Para se conseguir esses objetivos, existe uma série de ações que os técnicos precisam aprender a realizar. Apesar de uma longa lista, na verdade todas são já realizadas pela empresa. A única diferença é que passarão a ser feitas sob a ótica de ecoeficiência e produção mais limpa, valorando as oportunidades de melhoria.

Para mim, todo o sucesso da ecoeficiência se apoia em três fundações: “descobrir o desperdício” , “valorar esse resíduo” e “encontrar maneiras de se evitá-lo”.

Por valorar entender a descoberta do valor dessa perda ou resíduo em termos econômicos, ambientais e sociais.

Sabendo se fazer essas três coisas, todo o restante é consequência.

As ações requeridas são então as que se seguem:

- Análise das operações;
- Análise dos procedimentos de controle de processo;
- Análise dos fluxos;
- Análise da logística;
- Análise de “lay-outs” e de fluxogramas;
- Análise de estoques;
- Análise de perdas de processo;
- Análise de sobras e de desperdícios;
- Análise de retrabalhos;
- Análise de trabalhos e de operações desnecessárias (que não levam a nada ou a lugar algum);
- Análise de produtos intermediários;
- Análise de material perdido como poluição;
- Análise das perdas energéticas;
- Análise da água consumida e dos efluentes gerados;
- Análise da toxicidade das perdas;
- Análise das embalagens residuais;
- Análise da sobra de materiais nas embalagens;
- Análise do vencimento da validade dos produtos e matérias primas;
- Análise da sobra de produtos em compras inadequadas;
- Análise de produtos passíveis de serem descartados;
- Análise de riscos e de emergências;
- Análise prévia de acidentes ambientais;
- Análise de potenciais passivos ambientais;
- Análise de ruídos;
- Análise de drenagens, derrames, varrições, poeiras, etc.;
- Análises ergonômicas;

- Análise de saúde ocupacional;
- Análise de impactos à comunidade;
- Análise do trabalho e do tempo despendido para controlar, manusear, dispor e tratar a poluição;
- Análise dos custos de manuseio, tratamento, disposição e guarda de resíduos;
- Análise dos custos envolvidos em aterros sanitários;
- Análise de custos operacionais;
- Avaliações dos investimentos (“pay-back” e taxa de retorno);
- Análise das perdas de produção e perdas de resultados por falta de produção em função de problemas ambientais;
- Análises das eficiências das operações;
- Avaliações ambientais, sociais e econômicas globais da empresa, etc.; etc..

Finalmente, após as cuidadosas análises, as equipes envolvidas na proposição de alternativas para a solução dos problemas possuem algumas opções de ecoeficiência e de produção mais limpa.

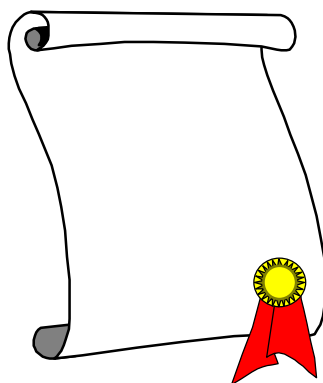
São os seguintes os grupos de opções em que as alternativas de resolução da perda ou do resíduo oferecem:

- “Good house-keeping” ou simplesmente LIMPEZA;
- Manutenção adequada dos equipamentos;
- Reforma de equipamento;
- Modificações de equipamentos;
- Melhor controle do processo;
- Mudança de tecnologia;
- Mudanças nas matérias primas e insumos;
- Otimização do processo (dosagens, concentrações, novas medições, etc.);
- Alterações no processo de fabricação;
- Recuperação interna, reuso, reciclo;
- Devolução ou desenvolvimento de reciclagem para embalagens;
- Logística dos resíduos;

- Produção de subprodutos úteis para uso interno ou venda;
- Modificação do produto ou das especificações do produto;
- Informações melhoradas;
- Automação;
- Padronização de operações;
- Compras melhoradas;
- Desenvolvimento de novas quantificações e planos de monitoramento.
- Etc.; etc.



## **FATORES DE SUCESSO PARA UM PROGRAMA DE P+L OU ECOEFICIÊNCIA**



Qualquer tipo de programa que envolva pessoas em uma empresa na busca de melhores eficiências e eficácias necessita de alguns fundamentos. Sem eles, dificilmente o programa será bem sucedido e vingará. Nessa seção, procurei colocar os que considero mais relevantes.

São eles os seguintes, sem uma ordem de valor ou de maior ou menor importância:

- Sensibilização

Sensibilização é uma palavra mágica que necessita ser energizada nas pessoas. Isso se consegue com treinamento, mas tem forte vertente comportamental. Tecnologia conseguimos ensinar mais facilmente do que comportamento. Em geral, contratamos as pessoas pela sua bagagem técnica e as demitimos por seu comportamento. Por isso, nada mais natural que devamos focar os aspectos comportamentais em nossos programas internos, entre os quais os de ecoeficiência e P+L. Para mudar comportamentos devemos nos preocupar com relações humanas, com afinidade de discursos e ações, com o clima organizacional, com os aspectos motivacionais das pessoas e com forte ênfase na educação. Sensibilização se consegue com vivências e com exemplos. Não adianta se cobrar ordem e limpeza, ou redução de desperdícios, se os gestores não dão o exemplo. Ou se as políticas da empresa não contemplam esses fatores.

- Envolvimento da alta administração

Se os gerentes e a diretoria da empresa não se envolverem, não forem os exemplos e os reais educadores e motores para o programa, as chances de sucesso diminuem muito. Não adianta só contratar um gestor para qualquer tipo de programa empresarial, que teimam em chamar de "campeão", para que ele consiga dar sucesso a uma causa que os outros gestores não abraçam.

- Motivação das pessoas

Pessoas motivadas fazem milagres, todos sabemos disso. Por isso, a importância de se manter viva a mesma. Existem boas ferramentas de medir a motivação interna (motivogramas e motivômetros). Deve-se com frequência avaliar as causas para a perda de entusiasmo dos colaboradores. Em muitos casos estão associadas à baixa qualidade do diálogo entre pessoas, ao mesmo nível ou entre subordinados e chefias.

- Comprometimento de todos

As empresas devem buscar mecanismos de ganhos comportamentais nas suas relações humanas para obter mais comprometimento das pessoas da empresa. Como as empresas são reflexo das pessoas da empresa, se elas são comprometidas e cumprem seus deveres e obrigações, fazendo isso com entusiasmo, a empresa vai melhor e as pessoas da empresa também. Parece um jogo de palavras, mas é exatamente isso. Não existe uma unidade mágica chamada "empresa". A empresa somos nós, que as construímos e as operamos. Elas são exatamente resultado das nossas ações e de nossas performances. São resultado também de nosso comprometimento e de nosso

respeito às máquinas, às pessoas e às filosofias dessa coletividade, que costumamos chamar de valores ou de políticas.

- Organização e Limpeza

Já vimos isso, mas é bom repetir.

Não há como se implementar um programa de P+L ou de ecoeficiência se a empresa não for limpa, ou se as máquinas não estiverem com boas condições de manutenção e de operação. Máquinas e instalações limpas e bem cuidadas performam melhor e são mais eficientes. A beleza estética da fábrica e das máquinas também entusiasma as pessoas. Todos se sentem bem em um ambiente bonito, com flores, árvores, adequadas instalações, etc. Porém, isso tudo deve ser construído por todos, não deve ser de responsabilidade só de uma empresa terceirizada contratada para manter a fábrica limpa, ou da área de manutenção, entendido isso?

- Qualidade

Toda empresa que queira fazer P+L deve ter um programa instalado de qualidade, qualquer um deles, desde que "vivo". Pode ser um sistema de gestão integrado ISO 9001/14001 ou algum outro. O programa de P+L deve-se integrar a esse sistema e não competir por pessoas e recursos com esse programa de qualidade e gestão.

- Manutenção

Fundamental que a manutenção da fábrica seja adequada e limpa. Nossas máquinas precisam ter saúde para não estressar as pessoas e para não causar poluição. Máquinas com freqüentes paradas e quebras sempre estragam a qualidade ambiental por perdas de fibras, energia elétrica, vapor, químicos, água, etc. Além disso, geram retrabalhos, que são duplamente problemáticos pois estaremos desperdiçando insumos, energia, tempo, dinheiro e reduzindo a produção, o faturamento e o lucro.

- Prevenção na fonte

Essa é sem dúvidas a base de todas as ações voltadas para a ecoeficiência, achar onde está o problema e resolvê-lo em sua origem. Se existem resíduos, se existem perdas, se existe poluição, se existe retrabalho, se existem ineficiências, onde tudo isso é gerado? A seguir, descobrir os porquês e os como para resolver cada problema exatamente aí, onde ele está começando. Só em último caso se pensar em uma solução de fim-de-tubo, ou seja, colocar um tratamento para controlar a poluição. Já vimos isso, mas é sempre bom recordar.

- Atenção a reciclagens e re-usos internos

As reciclagens internas são muito perigosas, já vimos isso. Se começarmos a transferir nossas ineficiências de um lado para outro na fábrica, estaremos caminhando para desbalanceamentos de massa e de energia que podem ser perigosos. Por isso, sempre tentar resolver o problema na origem e não pensar em transferi-lo para alguém. É o que acontece por exemplo com muitas águas de processo. Sobra em algum lugar e se transfere para outro lugar da fábrica. Logo, começará a sobrar águas em muitos pontos e não saberemos o porque. Isso é muito comum, pois hoje poucos engenheiros sabem ler fluxogramas, está tudo na mão dos computadores de processo. Além disso, quando fazemos uma transferência interna, logo nos esquecemos dela, paramos de monitorar e de controlar, e rapidamente os abusos acontecem. O que era uma pequena transferência, pode logo virar uma muito grande e desbalanceada.

Deve ficar claro porém, que há muitas situações onde as reciclagens são úteis e permitem melhorias ambientais e fechamentos de circuitos. Só peço que em todas as situações que impliquem em reusar algo, quer seja sólido, líquido ou gasoso, que se faça uma análise mais aprofundada, levando em consideração quais os impactos que essa reciclagem trará para a área em questão e para as outras áreas onde possa ter efeitos diretos ou indiretos.

- Ter como rotina de trabalho todos olhando seus resíduos e desperdícios, entendendo-os, "conversando com eles" para evitar gerá-los

Todos nós geramos resíduos, por nossas ações pessoais e operacionais. Precisamos saber como enxergar esses resíduos e perdas. Para isso, precisamos adquirir a sensibilidade de "conversar" com os resíduos. Perguntar a eles sobre como foram gerados, quem os causou, por quais ações e por quais máquinas? Só assim, com um diálogo com as perdas é que poderemos entendê-las e reduzi-las. Se não vemos as perdas e os resíduos, se não conversamos com eles, somos cegos e mudos com relação a eles. Muito dificilmente estaremos aptos para reduzi-los pelas ferramentas da P+L ou da ecoeficiência.

- Orientação para resultados econômicos via melhorias ambientais

Esse é mais um dos pontos vitais da produção mais limpa, dar um valor econômico para nossas melhorias ambientais, quaisquer que sejam elas. Até mesmo uma simples redução de consumo de papel de uma máquina copiadora pelo aproveitamento dos dois lados das folhas tem um resultado econômico e um ambiental. Pequenos, sem dúvidas, mas que podem se somar a muitos outros e resultar em um número bastante significativo.

- Calcular o valor de cada resíduo ou lixo

Veremos mais adiante como fazer essa valoração. O importante é que todos tenham a capacidade de encontrar um valor para seus desperdícios. Vejamos um exemplo muito simples. Ao usar um produto químico que vem em uma tambor, sempre pode sobrar algum residual dentro desse recipiente, da mesma forma que sobra suco de laranja no frasco que o contém, ou como sobra iogurte no potinho, após comermos aquilo que conseguimos alcançar com a colherzinha. Isso tudo tem um valor, pois valem como matéria prima ou como produto, depois valem ainda como o gasto para lavar os recipientes, mais o tratamento dessa poluição gerada na lavagem dos mesmos. Então, é preciso dar um valor econômico para isso, para ver quanto vale o problema e até quanto podemos gastar para resolver o mesmo com vantagens.

- Calcular o "pay-back" e o valor de cada sugestão de melhoria de P+L

Acabamos de mencionar isso. Se temos uma oportunidade de ganho econômico com a solução de um desperdício, quanto vai custar a solução e quanto a solução vai nos dar de ganhos econômicos? Digamos que vamos ter um gasto de 1.000 reais para construir um suporte inclinado para se colocar o tambor de produto químico líquido de forma que todo o líquido seja utilizado no processo. Se economizarmos 500 reais por mês, por essa utilização do líquido que antes era perdido, então a solução tem um "pay-back" de 2 meses. Ou seja, em apenas 2 meses, a melhoria implementada se pagaria. Simples de se entender, fácil de explicar também a todos na empresa.

- Olhar o problema sob ótica desenvolvimentista e não reducionista

Muitas vezes tendemos a desanimar ao ver a dimensão do problema. Temos quase sempre muitas alternativas para resolvê-lo, no todo ou em partes. Sempre devemos olhar esses desafios com a certeza que nossa criatividade e união da equipe vai ajudar a solucioná-lo ou a minimizá-lo. Caso já achemos que será difícil ou impossível a solução, melhor que entreguemos a busca da solução para outra equipe.

- Buscar eficiências e ecoeficiências

Eficiência é definida como sendo a maneira de se fazer bem alguma coisa. Somos ineficientes quando não estamos conseguindo fazer tão bem alguma operação ou trabalho. Eficiência é sinônimo de desempenho. Se temos boa eficiência, teremos feito bem a nossa tarefa, com poucos desperdícios, poucos retrabalhos, e com bons resultados e qualidade. A boa eficiência operacional

resulta em menos impactos ambientais e em menor consumo de recursos naturais: menos fibras, menos madeira, menos água, menos energia, menos trabalho, etc.

Ecoeficiência, conforme a proposta do CEBDES – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, é composta dos seguintes elementos a serem perseguidos:

- Reduzir o consumo de materiais com bens e serviços;
- Reduzir o consumo de energia com bens e serviços;
- Reduzir a dispersão de substâncias tóxicas;
- Intensificar a reciclagem de materiais;
- Maximizar o uso sustentável de recursos renováveis;
- Prolongar a durabilidade dos produtos;
- Agregar valor aos bens e serviços.

- Desenvolver indicadores simples e vitais

Para saber se estamos indo bem ou não na nossa fábrica, precisamos de medições. É essencial em qualquer atividade industrial que tenhamos quantificações, medidas e indicadores a perseguir. Mas eles não podem ser demasiados e que sequer lembremos os valores objetivados. Cada área deve ter seus indicadores e especificações, sempre em processo de melhorias contínuas. Devemos fugir de indicadores complicados, que ninguém entende o que significa ou o porque de sua medição.

- Ter evidências reais dos ganhos ambientais de cada oportunidade trabalhada

Para atender aos órgãos de controle e para nossos relatórios de sustentabilidade. Também para nos motivar na busca de um ambiente melhor.

- Ter evidências reais da melhoria do processo e do produto (qualidade, produção, eficiência)

Para atender aos gerentes e demais gestores técnicos da fábrica.

- Ter evidências reais dos ganhos econômicos

Para atender as expectativas dos donos do capital e para demonstrar a importância da implementação da produção mais limpa e da ecoeficiência.

- Ter evidências reais da motivação das pessoas

Para atender os aspectos sociais do programa, já que são as pessoas os "drivers", os motores da organização.

- Fazer todo o esforço possível para ganhar o envolvimento dos formadores de opinião e dos gestores que detém o poder na organização

Para conseguir apoio e não barreiras.

- Não desanimar, pelo contrário, entusiasmar-se sempre.

Dificuldades sempre existirão, mas nada melhor do que encará-las com otimismo e com a certeza que estaremos dando o melhor de nós para enfrentá-las.



### **VOCÊ CONHECE ESSES EXEMPLOS ?**



Em muitas unidades produtivas, quer sejam florestais ou de produção de celulose e de papel, e mesmo em quaisquer outros tipos de fábricas, sempre temos a chance de nos deparar com situações que são no mínimo constrangedoras. São exemplos de falta de cuidados, de manutenção, de respeito à Natureza e às próprias pessoas que trabalham nas empresas. Pior é que são essas mesmas pessoas que deixam essas situações chegarem nesses pontos de abandono, de descaso e de falta de compromisso.

Apenas para relatar alguns exemplos, procure em sua memória se você já encontrou os exemplos que apresentarei em alguma fábrica visitada. Ou então na sua empresa mesmo! Qual foi sua reação ao ver isso? Deixou como está porque não era de sua responsabilidade? Tentou interferir para ajudar a mudar? Enfim, todos nós temos reações diversas, mas o mais comum é não ligarmos, achando que não são coisas de nossa responsabilidade. Às vezes, ficamos resmungando contra os outros, como se sempre a "culpa" fosse dos outros e nós nada temos com isso. Se agirmos dessa forma, não conseguiremos fazer o mundo melhor que precisamos.

Vejamos então se você conhece alguns desses poucos exemplos apresentados, mas que na realidade poderiam compor uma lista enorme de "não conformidades" ambientais, sociais e operacionais.

### Você conhece esses exemplos?



### São todos exemplos de produção mais suja:

- Instalações elétricas sujas, fiações embaralhadas, caixas elétricas usadas como armários, fusíveis deixados dentro das caixas, idem para ferramentas, etc.

- Sucatas, sujeiras metálicas, restos de obras, plástico, madeirame deixado por toda a área.
- Sujeiras deixadas pela manutenção após terminar seu serviço.
- Resíduos de óleo, estopas e panos, graxas, sujando o ambiente e a área.
- Desorganização generalizada nos depósitos de materiais, equipamentos, oficinas, etc.
- Restos de material por toda a parte.
- Pilhas de produtos e de matérias primas mal cuidadas, tomando chuva, cheias de poeira, de mato, etc.
- Poeira química, sujeiras, papel, toretes de madeira, cavacos, etc., espalhados pela área.
- Caminhão de lixo mais sujo que o lixo que transporta.
- Copinhos de plástico para café jogados no chão por todas as partes.
- Instalações sanitárias degradadas e sujas, deixando o usuário sem saber se usa ou não, apesar da vontade.
- Equipamentos de proteção individual jogados fora, mesmo em boas condições de uso.
- Porões de máquinas completamente sujos, verdadeiras pocilgas.
- Lixo desorganizado e contendo uma grande quantidade de desperdícios de matéria prima. Lixos misturados, lixos bons e ricos com porcarias a serem descartadas.
- Caminhões transitando sobrecarregados deixando cair resíduos por toda parte na área e nas ruas fora da empresa.
- Alívios de vapor a todo momento pelas válvulas de alívio de pressão das caldeiras.
- Peças de reserva aguardando ao lado do equipamento, mas todas sujas, enferrujadas, empoeiradas, etc.
- Restos de tinta contaminando a área, favorecendo pichações e marcas difíceis de serem removidas.

- Sistemas de recuperação de perdas mais em estado de perdas do que de recuperação.
- Trânsito e fluxos inadequados de veículos, sujando a área, machucando tubulações, fiações, páletes, etc.
- Falta de cuidado com segurança (elétrica, extintores vencidos, produtos tóxicos em local inapropriado, tambores de lixo químico escorrendo, saúde ocupacional não respeitada ).
- Ferramentas, parafusos, porcas e peças em boas condições perdidas pela área.
- Depósitos de resíduos sem demarcação, sem piso, sem avisos de alertas, etc.
- Sobras de materiais em bombonas, tambores, sacarias, etc.
- Enxurradas de águas, óleos, efluentes ou licores correndo pelas ruas.
- Etc., etc., etc., etc.

Por essas e outras razões, sempre que apresento um curso sobre P+L costumo fazer algumas citações para estimular as pessoas a se movimentarem contra esse "status quo" de abandono e falta de compromisso com o bom, aceitando o mais ou menos ou o ruim como normal.

São elas:

- Pode e deve haver dignidade mesmo na pobreza e com falta de dinheiro.

Gerentes sempre se desculpam por situações do "mundo do menos" dizendo que a empresa está contendo custos, ou que a caixa está com falta de dinheiro. Amigos, essa é uma desculpa que não se justifica, as perdas de dinheiro são bem maiores quando não tratamos da saúde de nossas máquinas, pessoas e fábricas.

- Olhe todo dia o seu lixo e veja o que você está jogando fora.

Se dermos uma espiadela no que estamos jogando fora, vamos nos surpreender, há coisas que jamais deveriam estar no lixo para ir ocupar lugar nos aterros sanitários. Ou ainda, há surpresas por encontrar coisas que sequer deveriam ter entrado na fábrica.

- Dê uma vassoura para cada colaborador como um troféu a ser usado.

Limpeza se consegue com trabalho. Varrer e cuidar de sua área não deve ser considerado "vergonhoso" por ninguém. Tive empresas em que criamos o "dia da limpeza", onde todos da fábrica fazem um "house-keeping" geral em armários, lixo virtual, etc. Um exemplo a todos ao se ver diretores e gerentes de empresa, altos executivos, junto aos funcionários gerais, todos envolvidos em varrer corredores, limpar máquinas, arrumar suas mesas de trabalho, deletar lixo virtual de seus computadores, etc. etc. O ideal é que todos pratiquem esses atos de limpeza todos os dias, isso se consegue com conscientização, mas com cobrança também.

- Cuidado com os resíduos ocultos ou reciclagens internas.

Sempre que achamos uma reciclagem para algo, passamos a esquecer desse item, achando que ele está resolvido. Reciclagem é uma medida ambiental de segunda categoria, pois ela implica que ocorra uma perda. Já falamos sobre isso, mas é bom recordar. Sem perdas, não há o que reciclar. Em geral só se reciclam coisas valiosas: papel, aço, alumínio, água, etc. Lixo que é lixo mesmo ninguém se interessa em reciclar. Por isso, muito atenção às águas recicladas, químicos reciclados, refugos de celulose reciclados, etc. Todos são desperdícios que deveriam ser corrigidos onde está o problema. Sempre digo que uma fábrica limpa é a que tiver uma estação de reciclagem muito pequena.

- Prestar muita atenção nos momentos de tudo ótimo na operação de produção da empresa: pode ser que descubramos as condições ótimas para sua operação.

Uma das coisas que mais me surpreende é que nossos técnicos sempre estão a elaborar detalhados gráficos e tabelas em seus computadores para "justificar" situações de problemas da operação. Chamo a isso de "gestão por justificativas". Quando a fábrica está operando muito bem, contentam-se em ficar alegres e até mesmo a tirar uma folga para fazer um pagamento no banco, ou para ir ao médico. Pasmem, se a fábrica está operando muito bem, é exatamente esse o momento de buscar as causas para o bom funcionamento dela, para procurar replicar no futuro. Seria alguma matéria prima nova, ou algum novo tipo de madeira? Ou então, a entrada de algum novo químico no processo? Será que não estaria relacionado à calibração de algum equipamento de automação e controle pela manutenção? Se tivermos uma situação de uma a duas semanas de poucas quebras e paradas na fábrica, porque isso teria acontecido? É exatamente esse o momento de buscar as verdades do "mundo do mais" e não as justificativas que procuramos nos momentos de crises.

- Crie a campanha "Adote uma árvore" e plante seu "Bosque da Amizade".

Acho maravilhosas algumas campanhas que certas empresas fazem plantando árvores, como é o caso do "Bosque da Amizade" que a CENIBRA possui, onde amigos da empresa plantam árvores para arborizar a mesma. Isso pode ser estendido para os funcionários que poderiam plantar e cuidar de suas árvores, adotando-as. Já pratiquei isso em muitas fábricas, todos ficam muito felizes em encontrar "sua árvore", conforme ela vai ficando adulta. A "nossa árvore" passa até mesmo a ser um ponto turístico, que sempre que pudermos, vamos mostrar a algum visitante, ou para nossa família, quando visitarem a fábrica ou a nossa floresta. Uma forma de humanizar nossas empresas através da Natureza.



## **OS FUNDAMENTOS PARA SE IMPLANTAR UM PROGRAMA DE P+L E SUAS ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO**



Tivemos a oportunidade de relatar em seção anterior quais são os fatores chave para uma bem sucedida implementação de um programa de P+L ou ecoeficiência em uma empresa. Existem diversos procedimentos similares para a redução de perdas e desperdícios em empresas. Eles possuem nomes diferentes, mas são assemelhados: "programa de emissões zero", "Kaizen", "produção sem perdas", "qualidade total", 5 S's, etc., etc. Todos possuem em

sua fundamentação básica a produção limpa, com menores desperdícios, menores perdas, ineficiências e retrabalhos.

Tenho trabalhado muito com os fundamentos conceituais e práticos desenvolvidos pelo CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas (<http://www.senairs.org.br/cntl>), uma entidade do sistema SENAI/FIERGS, no Rio Grande do Sul. Consiste em uma metodologia simples, que é facilmente assimilável por todos e se adequa aos sistemas de gestão ambiental tipo ISO 14001, de saúde ocupacional e segurança OHSAS 18001, etc.

Os fundamentos básicos para o sucesso dessa metodologia são:

- Plena adoção do programa pela alta administração da empresa;
- Efetiva participação dos níveis de gestão;
- Criação de times voluntários de funcionários, chamados de “ecotimes”. Os ecotimes podem ser setoriais ou multi-setoriais.
- Busca das perdas onde elas estiverem;
- Valoração das perdas;
- Identificação de alternativas de solução para as perdas na origem do problema;
- Quantificação dos ganhos econômicos, ambientais e sociais.

O foco está sempre na identificação das causas geradoras de perdas e de resíduos, envolvendo os trabalhadores, supervisores e gestores. O processo produtivo precisa ser dissecado cuidadosamente e avaliado em relação às suas eficiências e ineficiências, impactos ambientais e geração de poluição e resíduos. A seguir, o grupo identifica e valoriza as oportunidades técnicas para eliminar ou reduzir as mesmas. Faz-se uma comparação do ANTES (com as perdas e resíduos) com o DEPOIS (após implementação da alternativa escolhida). Cada alternativa é olhada com uma visão econômica, associada a visões ambiental e social: o que ela agrega de retorno à empresa, ao meio ambiente e às pessoas envolvidas (funcionários e comunidade).

São valorizadas pelas equipes:

- Boas práticas operacionais;
- Eliminação de serviços e atividades desnecessárias (“serviços burros”);
- Modificações de procedimentos, processos ou tecnologias;
- Reciclagens e reusos;
- Venda de subprodutos;
- Modificações nos resíduos, etc., etc.

Quando a equipe não encontra mais alternativas para resolver o problema na origem, ela pode aceitar uma solução de fim-de-tubo como solução temporária, até que novas mudanças venham a permitir a solução do

problema de forma mais ecoeficiente. Isso porque os gastos em tecnologias de fim-de-tubo são apenas e tão somente custos, eles não trazem retorno financeiro algum. Algumas vezes, inclusive, geram outros resíduos (lodos, cinzas, etc.). Entretanto, em muitas situações, são as únicas alternativas viáveis no momento.

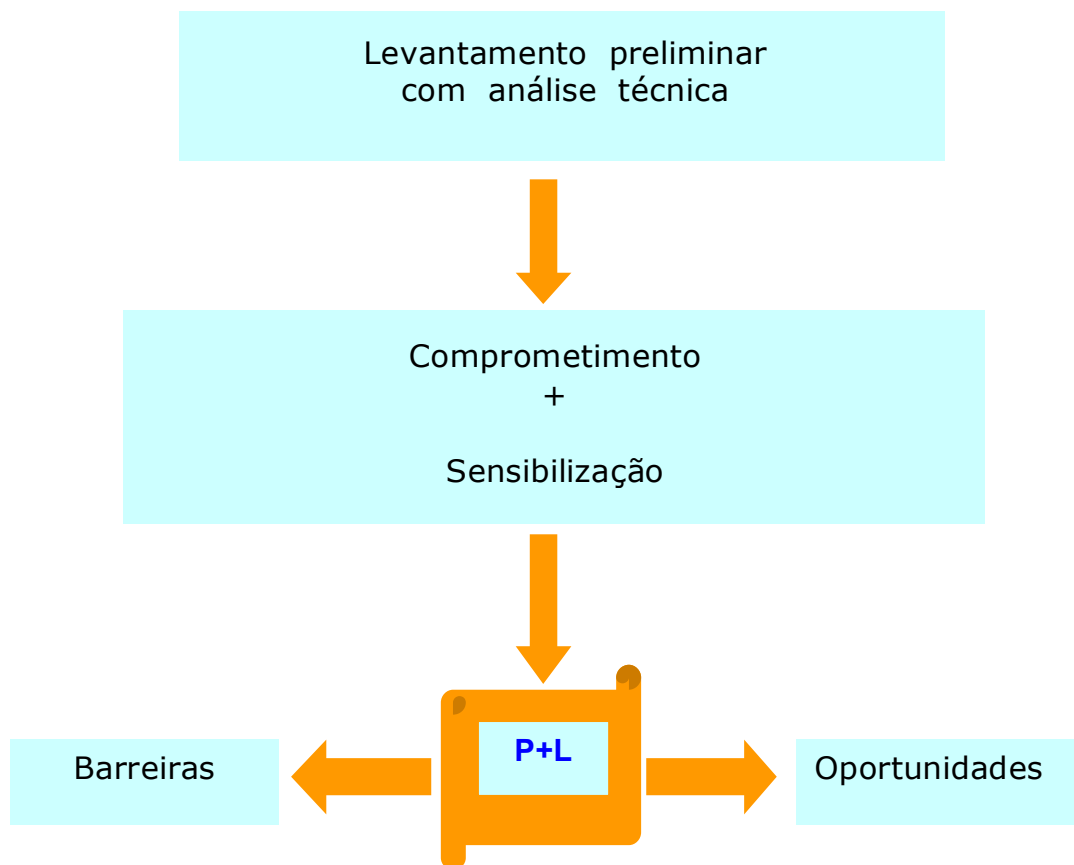
A verdade inquestionável que motiva todo esse esforço é que as empresas gastam muito mais do que necessitam. Se elas gastarem melhor seus insumos e recursos disponíveis, elas serão mais limpas e lucrativas. Por mais evoluídas, desenvolvidas e melhores gerenciadas que sejam, todas as empresas oferecem oportunidades de melhorias e de ganhos ambientais, sociais e econômicos. Todas sempre possuem algum tipo de poluição, resíduo ou ineficiência.

Apenas para lembrar o que causa a poluição ou a geração de resíduos:

- Desperdícios de insumos e matérias primas;
- Má fabricação;
- Especificações inadequadas de insumos, produtos e equipamentos;
- Manuseio inadequado de materiais;
- Falta de manutenção adequada;
- Falta de planejamento para produção, compras e vendas;
- Logística inadequada;
- Projeto tecnológico;
- Uso inadequado das tecnologias,
- Falta de treinamento e de compromisso dos operadores;
- "Lay-out" interno;
- Falta de planos de contingência para má operação, emergências ou acidentes;
- Etc., etc.

Qualquer programa de P+L merece ser implementado em fases. Pela metodologia que praticamos, que procuramos adaptar dos conceitos básicos desenvolvidos pelo CNTL, fazemos isso em três fases.

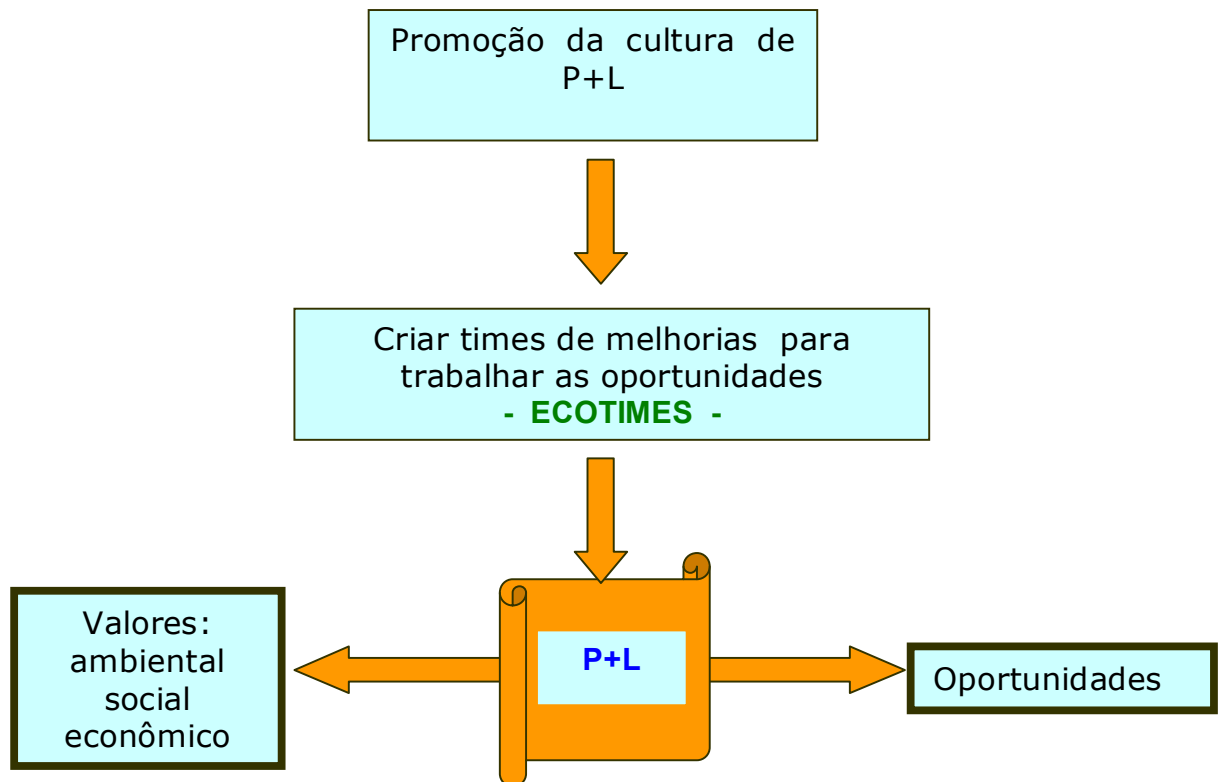
- **Fase 1: Promoção da cultura de P+L e de ecoeficiência através da identificação preliminar de oportunidades simples com as equipes formadas**



Essa é uma fase de entusiasmar as pessoas. Como há muita coisa a ser feita, as idéias surgem de forma rápida e são muitas. Os ganhos são facilmente quantificáveis e imediatos. Em geral são muitas idéias ligadas à redução de consumo de água, iluminação, desperdícios de alimentos, etc. Muitas das idéias são fáceis de serem implementadas, pois são reflexo de "modismos estabelecidos" ou da "cultura de desperdício", etc. É muito bom isso tudo, pois os envolvidos rapidamente aprendem a começar a enxergar desperdícios e a dar valor aos mesmos em termos econômicos, ambientais e sociais. As equipes recentemente criadas são motivadas e treinadas. Elas começam a aplicar os conceitos, identificam perdas, propõem soluções e valoram as oportunidades.

Apesar da mobilização que se consegue nessa fase, também começam a aparecer barreiras que precisam ser avaliadas e vencidas. Essas barreiras podem ser comportamentais, gerenciais, financeiras, técnicas, legais, etc. Muitas vezes elas aparecem juntas, para dificultar um pouco a implantação do

programa, mas isso tudo é absolutamente natural. Fazem parte do jogo, precisamos saber disso.



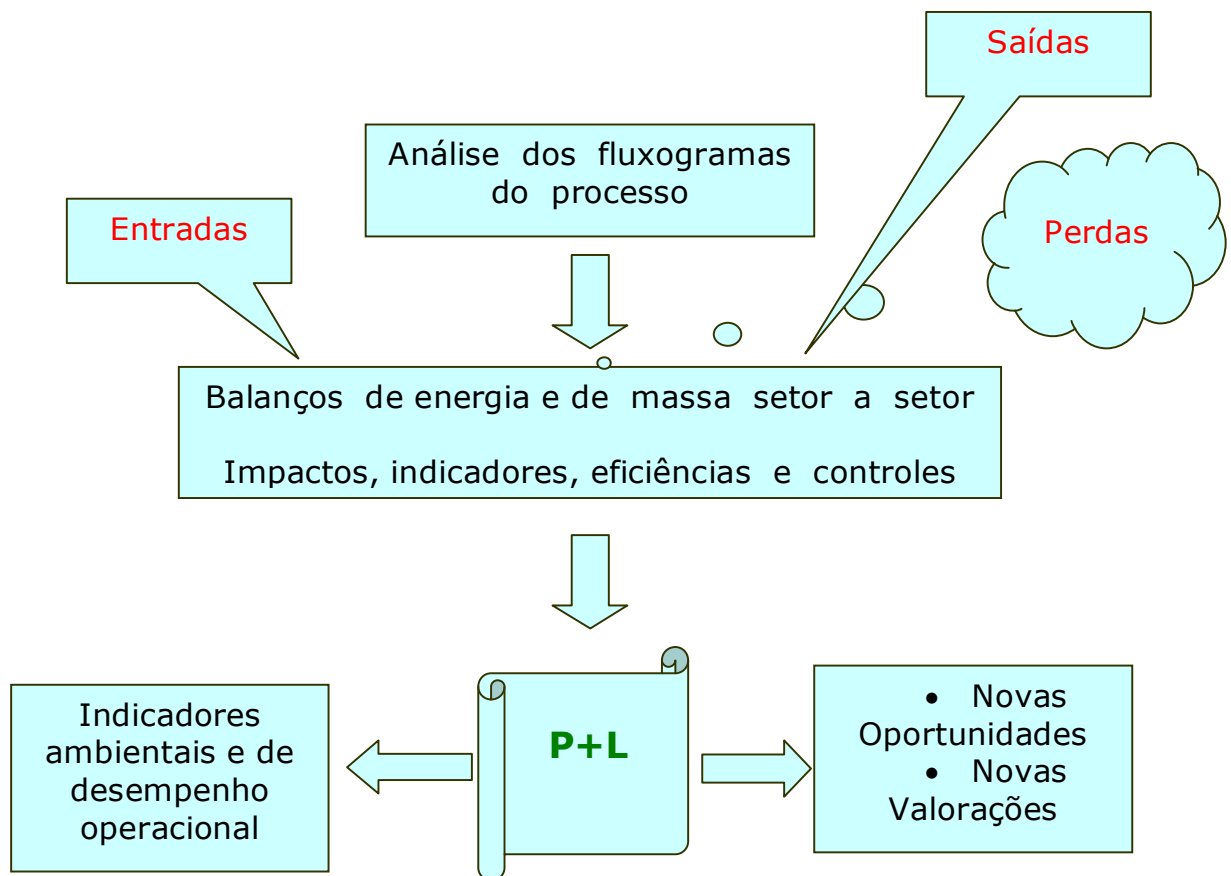
Esse é o momento exato onde os envolvidos no programa aprendem a reconhecer e a tratar as perdas e os resíduos gerados. Para isso, os ecotimes devem seguir os seguintes passos:

- Selecionar a área de estudo (delimitá-la);
- Definir quais projetos serão avaliados;
- Montar as equipes para cada projeto;
- Treinar, capacitar e educar as equipes sobre as tecnologias da área em estudo ("conhecer bem o processo que será trabalhado");
- Identificar as perdas e resíduos gerados (a perda principal e as perdas associadas a ela nessa ou em outras áreas relacionadas);
- Definir as causas para as ocorrências das perdas;
- Estabelecer os procedimentos para quantificações e medições;
- Coletar dados com credibilidade;
- Valorizar as perdas e resíduos identificados;
- Identificar possíveis soluções tecnológicas;
- Identificar as barreiras a serem vencidas;
- Selecionar as soluções mais atrativas;
- Engenheirar a solução, identificar custos, retornos, etc.;

- Definir prioridades;
- Implantar o projeto;
- Reavaliar perdas e eficiências após a implantação do projeto e comparar o “antes” com o “depois”;
- Estabelecer indicadores para garantir a sustentação da melhoria implementada.

- **Fase 2: “Desvendando as intimidades do processo”**

Nessa fase 2 já se buscam análises mais sofisticadas de processo, tentando melhor encontrar as entradas e saídas, as eficiências, os indicadores mais vitais, seus “benchmarks”, etc. Em geral, nessa fase são necessários balanços de energia e de material (massa), além de medições mais difíceis de fluxos, concentrações, emissões, etc. Muitas vezes, o resíduo pode estar oculto, difícil de ser visualizado pela equipe. Por isso, a necessidade de desnudar o processo, de “conversar com os equipamentos e com o próprio processo”. Todo processo tem um certo nível de ineficiência, dificilmente temos processos com rendimentos 100%. Por isso, a necessidade de desvendar seus mistérios. Nesse momento, o “benchmarking” torna-se importante, pois os balanços de energia e de massa nos fornecerão dados interessantes e vitais para nosso julgamento. A comparação desses indicadores com aqueles de empresas consideradas modelo, ou com os dados das melhores tecnologias disponíveis, nos darão indicações dos caminhos que podemos selecionar para a melhor ecoeficiência. Da mesma forma, nessa fase 2 continuam as medições de desempenhos operacionais, as valorações de perdas e de resíduos, a criação de indicadores ambientais e operacionais, etc. Ou seja, as mesmas ferramentas são utilizadas, só que de forma mais incisiva e aprofundada.



- **Fase 3: Tecnologias e produtos mais limpos**

Essa é a fase da maturidade do programa. Após os ataques frutíferos nas duas fases anteriores, as perdas, os resíduos, a poluição e os desperdícios ficam bem reduzidos. A etapa seguinte seria a mudança de patamar tecnológico, tanto em processos como em produtos. O "eco-design" dos produtos e a implementação de tecnologias mais limpas passam a receber avaliações para serem implementadas. Falaremos sobre tecnologias mais limpas para o setor de celulose e papel em uma seção mais adiante.

O "eco-design" dos produtos é um processo que envolve a avaliação do ciclo de vida ("do berço ao túmulo") dos mesmos, buscando alterar seus impactos, minimizar seus efeitos ambientais e garantir melhores performances

e durabilidade para os consumidores. Ao se promover o "eco-design" de um produto, estamos determinados a:

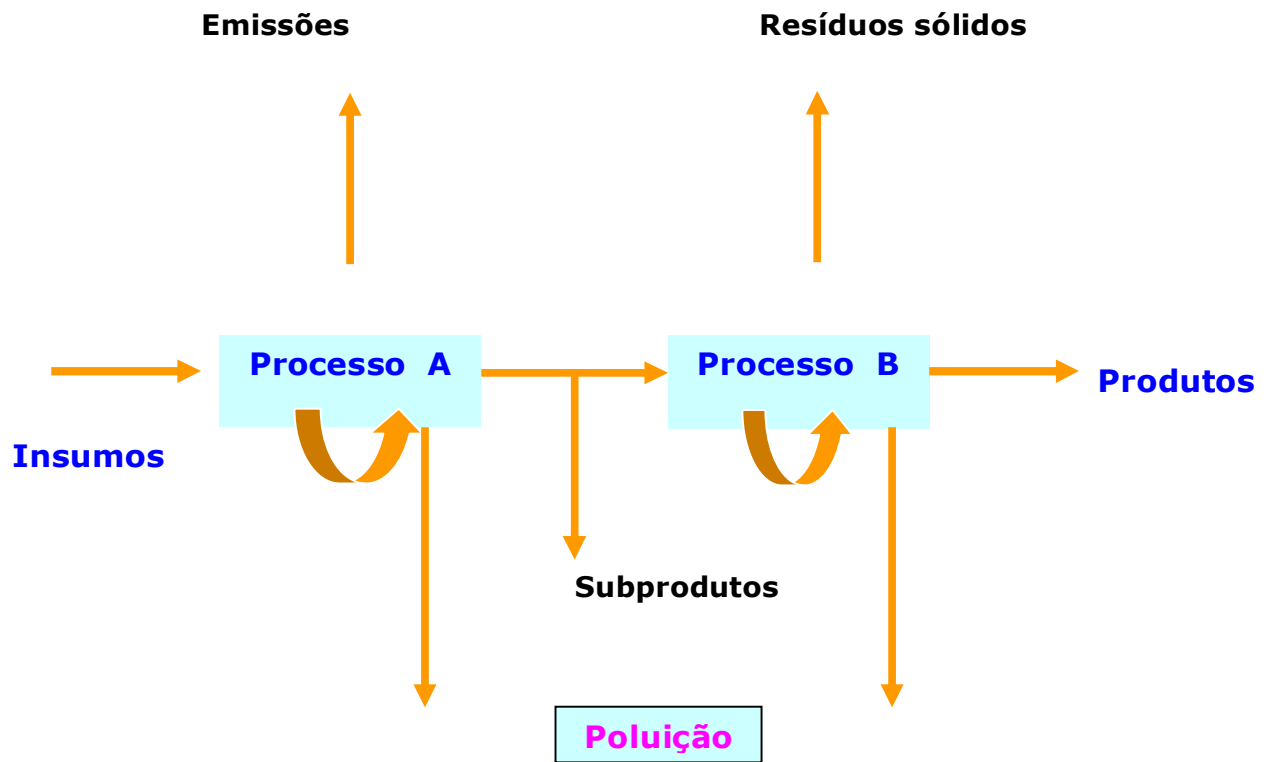
- Minimizar o consumo de materiais na sua fabricação;
- Evitar uso de materiais perigosos;
- Utilizar recursos renováveis;
- Prolongar o tempo de vida de uso e permitir reciclagem;
- Permitir "up-grading" ou modernizações;
- Gerar pouco resíduo na fabricação;
- Ter morte limpa no final de seu uso.

Com essas práticas, a empresa torna-se mais limpa, mais eficiente e mais atrativa para os investidores. Os produtos buscam a rotulagem ambiental, a imagem da empresa fica definitivamente melhorada e os valores das ações nas bolsas podem ser maximizados. Os aspectos legais dificilmente serão motivo de preocupações e as relações com as partes interessadas, da mesma forma, podem caminhar com transparência e maturidade.

Para se atingir essa situação de conforto há que se trabalhar duro. Não recomendamos atropelar fases, é importante vencer primeiro as duas fases iniciais. Na verdade, as três fases podem caminhar simultaneamente, mas não podemos querer começar pela terceira. Se não desenvolvermos muito bem os conceitos e as boas práticas durante as fases 1 e 2, a fase 3 teria poucas chances de sucesso se implementada de imediato. A simples compra de tecnologias mais limpas e as mudanças nos conceitos do "design" ecológico dos produtos podem ser perdidas facilmente caso as equipes de colaboradores não souberem valorizar a ecoeficiência. Uma tecnologia limpa pode facilmente ser convertida em tecnologia suja pela má operação e pela pouca atenção aos indicadores ambientais. Igualmente, um produto desenhado para ser ambientalmente correto pode se converter em um produto como os demais, com seus impactos ambientais agigantados pela baixa sensibilidade das pessoas da empresa que o manufaturam. Por essas razões, o ideal é dar passos seguros e não muito apressados. Eles podem ter sua velocidade controlada pelas conquistas almejadas no cronograma. Mudanças mais radicais são mais efetivamente conquistadas e sustentadas quando as pessoas vivenciam e se envolvem com elas. E isso é gradual, pois muda a tecnologia, muda o produto, mas deve também mudar a cultura organizacional e o comportamento das pessoas.



## BALANÇOS DE MASSA E DE ENERGIA COMO FERRAMENTAS DE P+L



A elaboração de balanços de fluxos mássicos e de transferência e utilização de energia faz parte das estratégias para minimizar ou eliminar as perdas e para encontrar as ineficiências. Um balanço de materiais ou de fluxos de massa consiste na verdade na reconstrução do caminho que os materiais (elementos, compostos, substâncias) tomam ao longo do processo de produção. Eles podem ser feitos de forma ampla, envolvendo unidades de controle ou com escopo tão amplo como toda a fábrica, ou uma área da empresa. Podem também ser aplicados para um pequeno processo, sistema ou até mesmo um simples equipamento. Um balanço de material ou de massa é baseado no princípio de conservação das massas, que propugna que tudo que entra em um processo ou sistema deve sair de alguma forma, descontadas as frações que ficam armazenadas no mesmo. Há entretanto situações onde ocorrem reações químicas com alterações dos materiais em pesos, estados físicos e volumes. Isso também precisa ser levado em conta. Dessa forma, para balanços mais complexos, é bom que tenhamos a participação de pessoas com qualificação técnica para aplicá-los.

Os eco-balanços ou balanços de massa e energia com fins ambientais são realizados para observar os efeitos ambientais ou ecológicos do processo em avaliação. Já que existem perdas ou geração de resíduos nesse processo e que se convertem em poluição, os balanços permitem se identificá-las e quantificá-las melhor.

Os eco-balanços possuem então os seguintes objetivos:

- Identificar os caminhos que seguem as matérias primas através da empresa, bem como seus pontos de acumulação, estocagem, transformação e perdas;
- Identificar os pontos onde os resíduos e as emissões poluentes aparecem no processo;
- Definir prioridades de medições;
- Quantificar essas perdas e emissões;
- Identificar as ineficiências;
- Valorar as perdas e os resíduos;
- Estabelecer maneiras para minimização das ineficiências;
- Identificar custos e retornos envolvidos;
- Criar indicadores simples e vitais.

Para a aplicação de balanços de energia e massa são necessárias as seguintes definições:

- Qual o processo ou etapa que se quer monitorar?
- Quais os parâmetros que se quer avaliar?
- Qual a unidade de controle (escopo, ou o que está incluído no estudo e o que não está...)?;
- Quais os fluxos de entrada e de saída nessa unidade de controle?
- Quais as armazenagens identificadas?
- Qual o período de avaliação?
- Quais as fases vitais e operações chaves identificadas?
- Quais as inter-relações entre variáveis encontradas?

A seguir, um fluxograma básico deve ser desenhado contendo os fluxos de entrada e de saída, mais as estocagens e transformações químicas detectadas. Para se fazer isso tudo, fazem-se necessárias medições as mais confiáveis possíveis, muitas vezes indisponíveis na empresa, tais como: temperaturas, pressões, fluxos, concentrações, níveis de estocagem, etc.

Se possível, desenvolver uma planilha tipo Excel ou similar de forma a tornar esse balanço como uma ferramenta de otimizações de processo para os operadores.

Pronto o balanço, em suas diversas etapas, a fase final é a interpretação dos dados obtidos. Através deles será possível se calcular diversas medidas de eficiências, rendimentos e qualidades de operações. Essas

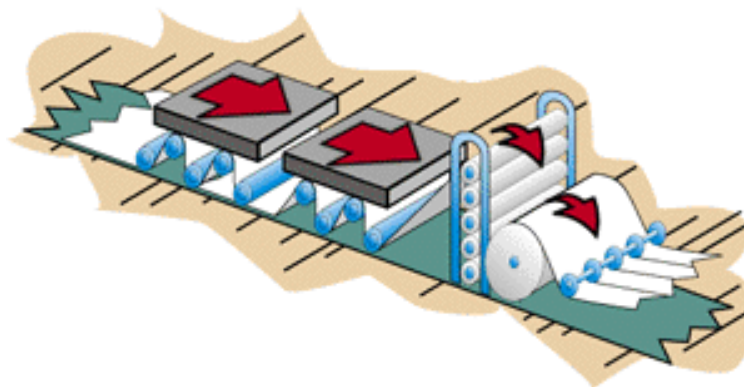
determinações poderão estar associadas a custos, o que facilita a tomada de decisão para os casos de investimentos requeridos.

A seguir relacionamos algumas sugestões para os times de melhoria que estejam realizando seus balanços de material ou de energia:

- Realizar a análise de fluxos por etapas;
- Estimativas são melhores do que nada fazer ou desistir;
- Estimativas podem ser gradualmente melhoradas conforme avançam as coletas de informações, os pré-testes, as simulações, as aferições, etc.;
- Utilizar instrumentos de medição simples e calibrados;
- Desenvolver indicadores de performance e de impactos ambientais;
- Testar a precisão do balanço terminado, aferindo-o com os dados práticos (quão perto estão os dados estimados pelo balanço dos dados práticos?)
- Quando necessário, solicitar informações aos fornecedores de equipamentos;
- Transformar os dados do balanço em formatos que sejam entendidos pelos grupos que devem ser convencidos para aproveitar os dados obtidos (incluir unidades de dinheiro, medições de desempenho operacional, tabelas e gráficos de controle, fotos, etc., etc.)



## **DESEMPENHO OPERACIONAL E CONTROLE DO PROCESSO**



Sabemos que existe uma regra bastante verdadeira e até mesmo fundamental para o setor de celulose e papel que é:

**“A produção é a grande prioridade, as máquinas não podem parar”**

Como então quebrar os paradigmas associados com essa regra e que podem ser extremamente danosos ao meio ambiente e à qualidade do processo e do produto? Como se garantir altas produções graças às melhores eficiências das máquinas e das pessoas que operam as máquinas? Discorreremos nessa seção sobre o desempenho operacional, sobre as formas de se melhorá-lo e com isso, melhorar também e ecoeficiência. Afinal, fábricas operando bem e com mínimos desperdícios geram menos poluição, menos resíduos, menos refugos e maiores resultados. Esse é um dos fundamentos principais da ecoeficiência. Ao se fazer melhor a produção, diminuímos nossos impactos ambientais.

A boa performance das máquinas e dos processos é o sonho de todos gestores e dos operadores de uma fábrica de celulose ou papel de eucalipto. Todos sabem que ao produzir em uma capacidade sustentada de produção, as máquinas pararão menos, gerarão mais produtos conformes e desperdiçarão menos vapor, menos energia elétrica, menos fibras e o trabalho será facilitado e será menos estressante. As paradas de máquina sempre implicam em problemas especialmente aqueles ligados a perdas. Essas por sua vez, virarão poluição ou darão origem a retrabalhos. Além disso, até as máquinas entrarem em ritmo de novo, são consumidas novas quantidades de energia e matérias primas e pode acontecer dessa produção ficar fora dos limites de especificação dos produtos. Os produtos refugados demandarão reclassificações, reprocessamentos, maiores consumos; terão mais perdas e mais custos. Um grande desperdício de recursos naturais e de tempo!

Resumidamente, grande parte de nossos desperdícios são originados pelo desempenho operacional medíocre.

Para reforçar o conceito, vejam só o que perdemos ou geramos de problemas quando temos um baixo desempenho operacional:

- Matérias primas perdidas;
- Tempo de parada das máquinas;
- Máquinas rodando abaixo das suas capacidades;
- Maior ociosidade no processo;
- Energia desperdiçada (vapor e eletricidade);
- Fibras perdidas;
- Rendimentos mais baixos;
- Estoques elevados o que significa maior necessidade de capital de giro;
- Refugos mais elevados que significam menores proporções de produtos conformes;
- Maiores reprocessamentos de refugos;
- Desorganização das tarefas que se acumulam;
- Perda do planejamento de produção, das compras, das vendas;
- Maiores manutenções das máquinas;

- Clientes recebendo produtos fora de especificação ou não recebendo produtos por falta de produto em condições de ser encaminhado a eles (perda de cliente);
- Maiores consumos de água para lavagens, drenagens por desbalanceamentos de fluxos, etc.;
- Perda da motivação dos colaboradores.

Tudo isso se reflete em maiores custos, mais poluição, mais resíduos a tratar e aterrar e muito menores resultados empresariais. As nossas ineficiências serão canalizadas para maiores custos de produção, em menores resultados para a empresa e em maiores resíduos/poluição. Absolutamente verídico e inquestionável. Os milhares de exemplos práticos confirmam o que estamos dizendo.

Hoje, não há mais como se repassar aos clientes as ineficiências pelo aumento do preço de venda dos produtos. Esse preço é ditado pelo mercado. Se perdermos mais, se desperdiçarmos mais; resultaremos menos, perfeitamente compreensível, de acordo? Ou seja, quem faz o lucro da empresa somos nós mesmos, e não só a área financeira. Já que não vale a pena jogar dinheiro fora, vamos então mergulhar nessa luta com vontade e determinação. Nós somos a nossa empresa, lembrem-se disso. Cabe a nós o papel de fazer a nossa parte.

Em termos de recursos humanos, podemos relembrar que:

“As pessoas podem:

- Saber ou não saber;
- Querer ou não querer;
- Fazer ou não fazer;
- Fazer bem ou fazer mal.”

“Precisamos de pessoas que saibam, queiram, façam e façam bem.”

Muitas vezes há coisas tão óbvias a melhorar que temos até vergonha de dizer como e porque ainda não o fizemos. Enfim, mais uma vez coisas de seres humanos acomodados, não sensibilizados ou então cegos às oportunidades.

A medição da eficiência ou do desempenho operacional é uma forma de verificar a conformidade de nossa performance em relação a objetivos de excelência que tenhamos para nossa fábrica ou para nossas máquinas. É muito importante que as empresas se monitorem em relação a objetivos de indicadores de performance operacional. A ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel tem feito um grande esforço para o desenvolvimento de indicadores que possam servir de “benchmarking” para as

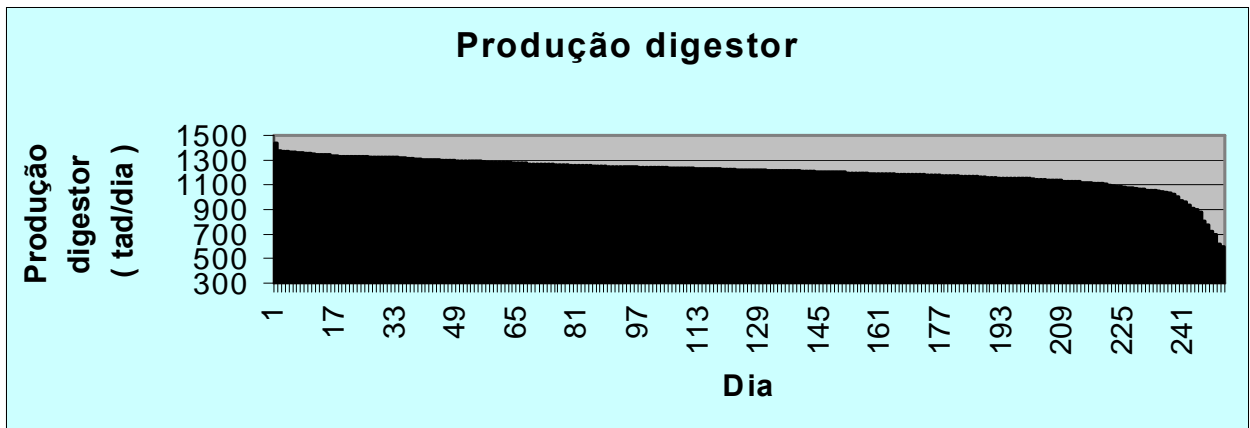
empresas do setor no Brasil. Isso pode ser confirmado pelas diversas publicações que a entidade tem lançado sobre isso. Há diversos grupos de trabalho nesse desenvolvimento para a fabricação de celulose, papel e ciclo de recuperação de licores. São desenvolvidos índices de referência e de "benchmarking" para as fábricas se compararem a nível de país e a nível internacional.

Toda vez que quisermos saber quão competentes temos sido para operar nossas fábricas e nossas máquinas, podemos olhar alguns indicadores de desempenho que estejamos medindo. Os mais usuais são os seguintes:

- Disponibilidade das máquinas: é a proporção de horas, expressa em percentagem, que nossa máquina em estudo esteve disponível para operar em relação ao total programado de horas calendário. Por exemplo, se tivermos uma disponibilidade de 99% para nosso digestor de produção de celulose, significa que em 99% do tempo calendário programado ele esteve em condições de ser operado.
- Uso do tempo em relação à disponibilidade: consiste na proporção entre o tempo efetivamente utilizado em relação ao tempo disponível para operação. Se nosso digestor só aproveitou 95% do seu tempo disponibilizado, possivelmente isso se deve a outras áreas da fábrica que impediram sua operação, tais como: caustificação (falta de licor branco); caldeira de recuperação (falta de capacidade para queima); turbo-gerador (falta de energia elétrica), caldeira de força (falta de vapor), etc. Nesse caso, a produção perdida é irrecuperável, o coração da fábrica deixou de funcionar e a celulose deixou de sair dessa máquina como produto.
- Desempenho em relação a velocidade ou fluxo sustentável de produção: é a relação entre a produção efetivamente praticada e a produção considerada sustentável para nossa unidade de fabricação. Por exemplo, nosso digestor pode ter uma capacidade sustentada de produção de 1.250 tad/dia, mas no mês, no tempo em que operou, ele produziu em média 1.180. Logo, está abaixo de sua capacidade e gerando menores resultados à empresa. Sua eficiência de fluxo ou de velocidade será então:  $100 \times (1.180/1.250) = 94,4\%$ .

Cada empresa tem uma capacidade de produção sustentável. Os mesmos equipamentos podem performar melhor em uma empresa em relação a outras. Há diversos critérios para se determinar qual a capacidade sustentável de produção. Em geral estão relacionados às produções de dias típicos, descartando-se os dias atípicos onde houveram acúmulos de estoques, etc. Colocando-se as produções diárias em ordem decrescente para um período mais longo de operação, por exemplo, para o último semestre ou ano,

pode-se considerar como produção sustentável da fábrica aquela em que, em 10 a 20% dos dias de operação, se esteve acima dela. Significa que a fábrica tem capacidade produtiva para produzi-la e só não o faz continuamente por problemas que temos que descobri-los, gerenciá-los e otimizá-los.



Produção sustentada do digestor: 1250 tad/dia

- Rendimento em qualidade: é a relação percentual entre a quantidade de produto aceita e a quantidade total de produto manufaturado. Digamos que nosso digestor kraft teve diversas anomalias de produção e como resultado teve produção de maiores quantidades de rejeitos (cavacos não completamente cozidos). Ao invés de celulose dentro dos limites de número kappa pré-definidos, gerou mais nós ou incozidos. Em geral, as quantidades eram de 0,5% base polpa seca ao ar e passou a 2%, o que significa que cresceu por um certo período em 1,5% base polpa seca a geração de nós ou rejeitos do digestor. Suponhamos que isso aconteceu durante 24 horas apenas em um mês de 700 horas de operação. Com base nesses dados, pode-se calcular uma perda de 10 toneladas de celulose no mês, o que daria então uma perda de rendimento de 0,03%, ou um rendimento em qualidade aceita de 99,97%.
- Perda devida ao refugo que precisa ser reprocessado (quando isso ocorre):  
O reprocessamento do refugo implica em uso da capacidade da máquina para retrabalhar algo que já devia estar pronto. Ao reciclarmos um rejeito excepcionalmente mais alto à alimentação do digestor, estaremos reduzindo sua capacidade de produzir mais celulose, já que menos cavacos virgens estarão sendo alimentados por razões de se estar reenviando o rejeito de volta ao digestor. O rejeito ocupa espaço do volume útil do digestor e que poderia estar sendo usado por cavacos virgens. Para nosso exemplo, isso corresponde a cerca de 7 toneladas

perdas naquelas 24 horas de má operação. A perda seria então de 0,02%, e o rendimento dessa fase 99,98%.

Eficiência global (EG): é obtida pela multiplicação dos diferentes índices parciais, ou seja =

$$EG = 0,99 \times 0,95 \times 0,944 \times 0,9997 \times 0,9998 = 0,8874 \text{ (ou } 88,7\%)$$

Perdemos mais de 10% de nossa capacidade de produzir bem em função de problemas diversos. Com isso, estaremos piorando a utilização de valiosos recursos naturais tais como: energia elétrica, água, madeira, vapor, soda cáustica, etc.

A partir desses dados e desempenho operacional, nossos gestores e operadores podem fazer análises mais detalhadas, conforme já mencionadas no item sobre conceitos básicos em ecoeficiência e produção mais limpa.

Dentre essas reflexões, podemos destacar:

- Quais os processos críticos da área em questão?
- Quais as operações chaves, as que são vitais e são causadoras de ineficiências enormes se não forem cuidadosamente gerenciadas?
- Quais os indicadores vitais a serem medidos e quais os seus níveis de ótimo?
- Quão confiáveis são os dados que estão sendo mostrados nas telas dos computadores de controle de processo? E aqueles procedentes de avaliações feitas pelo laboratório, manutenção, operação, etc.?
- Quais as capacidades sustentáveis das máquinas sob nossa responsabilidade?
- Quais os itens principais causadores de perdas na área em análise?
- Quais os itens principais causadores de custos?
- Quais os custos de nossa má (ou não tão boa) operação ?
- Quais as causas para falta de eficiência ou por perdas, desperdícios, retrabalhos, refugos, desclassificações, resíduos, etc. na área?
- Quanto montam em termos físicos e econômicos essas perdas?
- Quais os tempos de parada e de ociosidade?
- Quais as causas para redução de produção das máquinas?
- Quais os estoques intermediários e dos produtos e a rotação dos mesmos?
- Quais as oportunidades para simplificar, racionalizar, melhorar o processo?
- Quais as oportunidades para reduzir desperdícios e melhorar eficiências?

- Qual o valor de cada oportunidade em termos econômicos, ambientais e sociais?
- Qual o “pay-back” de cada oportunidade avaliada para otimizar desempenho e eficiências?

Para que todas essas avaliações e análises sejam adequadamente realizadas, os operadores e gestores devem estar atentos a 12 regras básicas de gestão de processo, a saber:

Regra 01: Foco no cliente externo e interno;

Regra 02: Desenvolver liderança e praticar delegação;

Regra 03: Envolver, sensibilizar e comprometer as pessoas;

Regra 04: Entender muito bem o processo;

Regra 05: Gostar de fazer gestão técnica, operacional e de pessoas;

Regra 06: Buscar a melhoria contínua;

Regra 07: Agilizar o processo de tomada de decisão;

Regra 08: Comprometer-se com as implementações decididas;

Regra 09: Monitorar, medir e controlar o processo para garantir a boa qualidade da oportunidade sendo implementada e para a sustentação das melhorias alcançadas;

Regra 10: Ter o processo alinhado às estratégias da empresa;

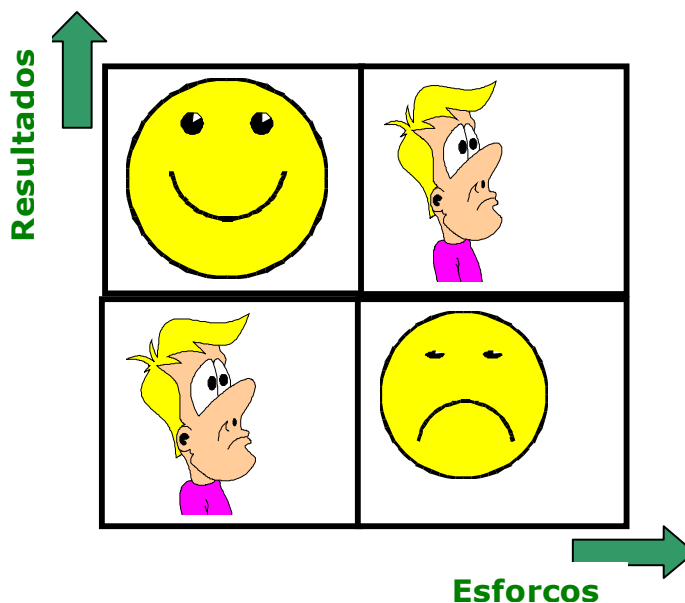
Regra 11: Evitar excessos de burocracia, controles, explicações, justificativas, documentações, etc.

Regra 12: Rejubilizar, festejar e reconhecer os ganhos alcançados pela equipe e pelos envolvidos no processo de desenvolver ecoeficiência e produção mais limpa na empresa.

Enfim, nada diferente do que qualquer outro tipo de programa, sendo que para todos, o sucesso se consegue pelo entusiasmo, motivação e dedicação da equipe e das lideranças envolvidas.



## VALORIZANDO DESPÉRDÍCIOS, RESÍDUOS E INEFICIÊNCIAS COM FOCO NA SUSTENTABILIDADE



O passo decisivo para a nossa atividade de desenvolver soluções ecoeficientes para nosso processo de fabricação de celulose e papel de eucalipto é saber quantificar os desperdícios que estamos praticando, em seus valores econômicos, ambientais e sociais. Só através de uma adequada quantificação e valoração é que poderemos saber se as alternativas que dispomos para a solução do problema são eficientes, eficazes e capazes de atender aos propósitos da sustentabilidade. Lembrar que por sustentabilidade se entende atender bem aos três pilares do desenvolvimento sustentável: o econômico, o social e o ambiental.

Para facilitar essa avaliação, desenvolvemos um procedimento simples que visa analisar o problema que temos de baixa eficiência operacional e que está levando a desperdícios e ineficiências. Com isso, procuramos encontrar as reais perdas e seus valores em termos de sustentabilidade.

Procuraremos mostrar esse procedimento na forma de um estudo de caso, com a finalidade de exemplificar as formas de se abrir o problema em suas quantidades e valores.

Nos capítulos que se seguirão sobre esse tema em nosso Eucalyptus Online Book iremos apresentar inúmeras possibilidades, oportunidades e alternativas para uma produção mais limpa e mais ecoeficiente nesse segmento empresarial, dissecando-o em três de seus setores: florestal, produção de celulose e produção de papel. Esses novos capítulos se seguirão a esse presente que vocês estão lendo para conhecer mais sobre a ferramenta que temos utilizado.

Vamos chamar então a esse exercício, que se fará passo-a-passo, de

### **“Gerenciando e selecionando oportunidades de ecoeficiência e produção mais limpa para a indústria de celulose e papel”.**

Cada um dos 14 passos receberá uma denominação e deverá ser realizado em sua ordem cronológica. Se procurarmos nos antecipar, saltando passos, poderemos deixar a avaliação incompleta e isso poderá prejudicar nossas conclusões e decisões.

#### **Estudo de caso: Efeito da má lavagem da polpa (“resíduo oculto” na forma de “carry-over” químico e orgânico)**

- **Passo 01: Descrição detalhada do problema**

Escolhemos como exemplo um problema bastante comum em nosso setor industrial de fabricação de celulose: a lavagem da celulose antes dela ser encaminhada ao branqueamento. Quando esse processo é feito de forma inadequada, a polpa carrega matéria orgânica dissolvida e compostos alcalinos (NaOH, Na<sub>2</sub>S, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) para o primeiro estágio do branqueamento, consumindo mais reagentes químicos e gerando mais poluição. Nesse estágio de branqueamento, esses contaminantes da polpa consumirão mais cloro ativo, aumentarão os custos do branqueamento, gerarão poluição adicional a ser tratada e eventualmente, podem reduzir a produção da fábrica.

Seja então o nosso problema descrito em seus detalhes:

Nossa fábrica produz celulose branqueada de eucalipto pelo processo kraft através de cozimento em digestor contínuo, seguido de deslignificação com oxigênio, lavagem e depuração da polpa e branqueamento em seqüência a 4 estágios (DoEopDP). O consumo de cloro ativo nos dois estágios de dioxidação é de 30 kg de cloro ativo por tonelada absolutamente seca (tas) de polpa na entrada do branqueamento. No primeiro estágio de dioxidação são aplicados 22 kg/tas e no segundo 8 kg/tas.

A fábrica produz por dia o equivalente a 1.900 tas de polpa não branqueada deslignificada ao oxigênio. Isso corresponde a uma produção final de celulose branqueada de 2.000 toneladas secas ao ar (adt) por dia. Entretanto, a fábrica tem suficiente capacidade para aumentar sem problemas essa produção em mais 100 adt/dia de polpa branqueada, pois tem folgas em

capacidade no cozimento kraft, deslignificação com oxigênio, branqueamento, secagem, caustificação e forno de cal, evaporação e caldeira de recuperação.

Os dois gargalos de produção atuais estão na lavagem da polpa marrom e na produção de dióxido de cloro. A instalação de lavagem da polpa foi mal engenheirada e demonstrou-se insuficiente para atender essa produção atual. Como consequência, lava mal a polpa e a entrega ao branqueamento na saída da prensa final lavadora em uma consistência menor do que o valor de projeto (projeto = 30% e atual = 25%). Com isso, a perda alcalina em kg de NaOH/tas de polpa deslignificada que deveria ser de 8 kg NaOH/tas está em 12. O "carry over" de matéria orgânica em DQO (Demanda Química de Oxigênio) também está bem acima do valor objetivado no projeto (projeto = 10 kg DQO/tas; atual = 15 kg DQO/tas). O resultado disso é desastroso para o consumo de cloro ativo no primeiro estágio de dioxidação. Consome-se 22 kg/tas, quando se poderia consumir 19 kg/tas caso a polpa fosse lavada conforme as especificações do projeto.

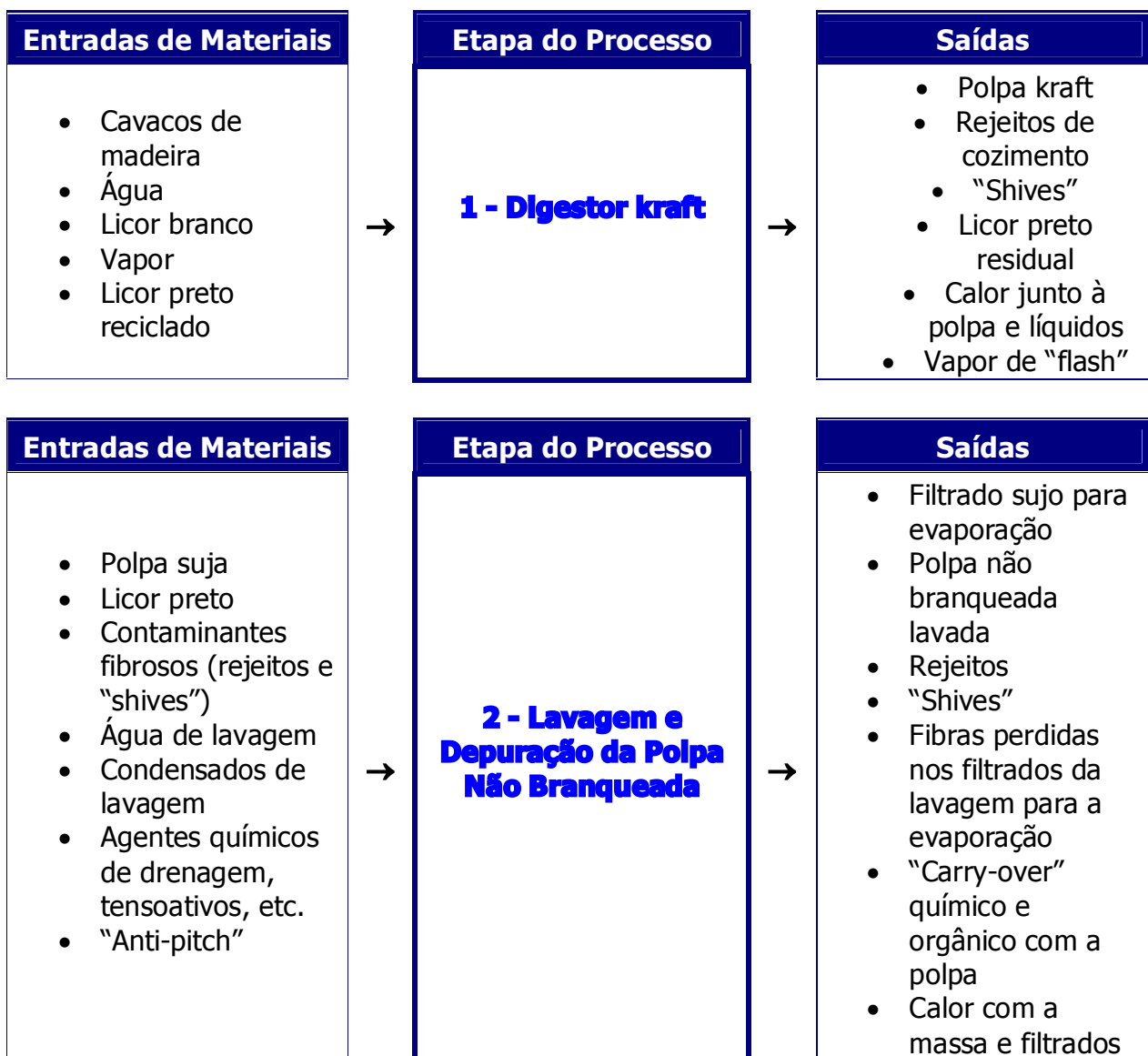
Existe ainda uma limitação importante na planta de geração de dióxido de cloro. Sua máxima capacidade de produção diária é de 57 toneladas de cloro ativo ou 21,7 toneladas de dióxido de cloro como tal. Caso a lavagem fosse capaz de atender os valores especificados no projeto, o consumo de cloro ativo total nos dois estágios de dioxidação se reduziria para 27 kg/tas. Com isso, as 57 toneladas produzidas diariamente pela planta química seriam suficientes para branquear 2.111 tas/dia de celulose não branqueada deslignificada. Isso significa que a fábrica teria capacidade para produzir com facilidade as 100 toneladas (adt) a mais de polpa branqueada, que é o sonho dos gestores e técnicos da empresa. Sem limitações de matérias primas, de insumos e de tecnologias, a má lavagem e a planta de geração de dióxido de cloro estão impedindo esse sonho. Na situação atual a empresa tem consumo exagerado de dióxido de cloro, um "consumo de luxo", devido ao excesso de filtrado contaminado que carrega ineficiências para a primeira dioxidação.

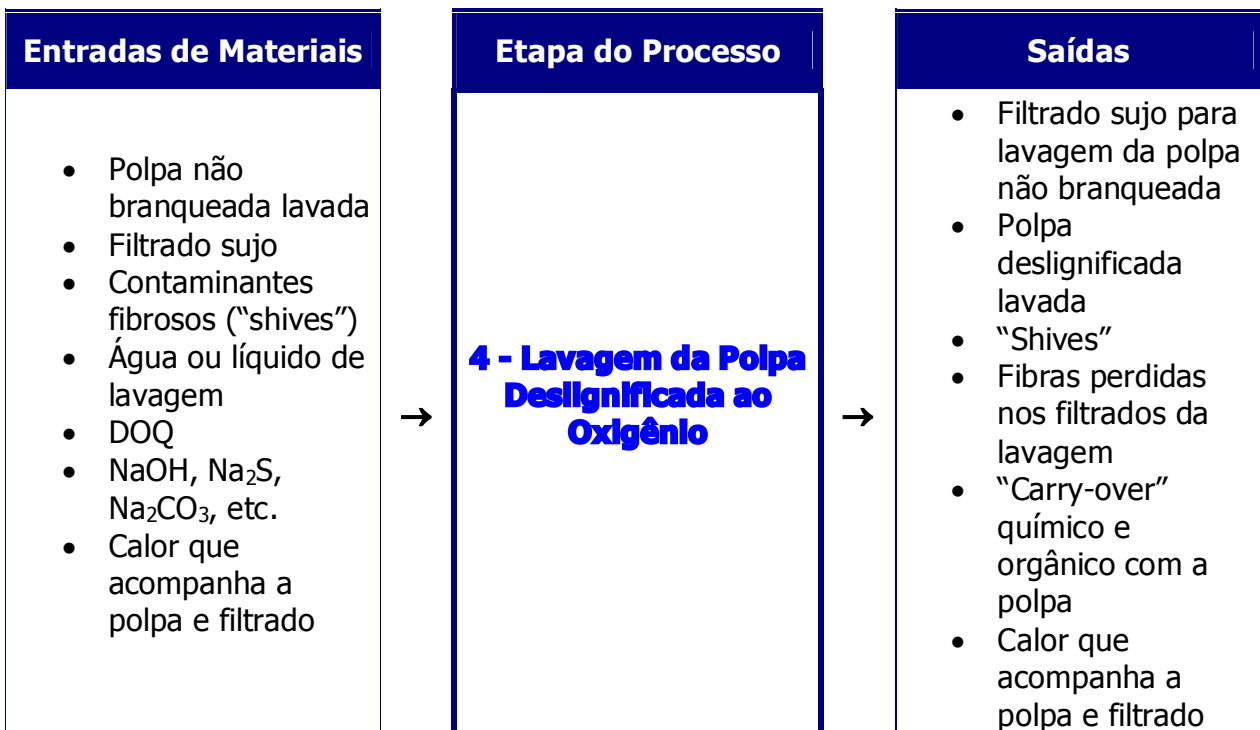
## **Passo 02: Interpretação do problema**

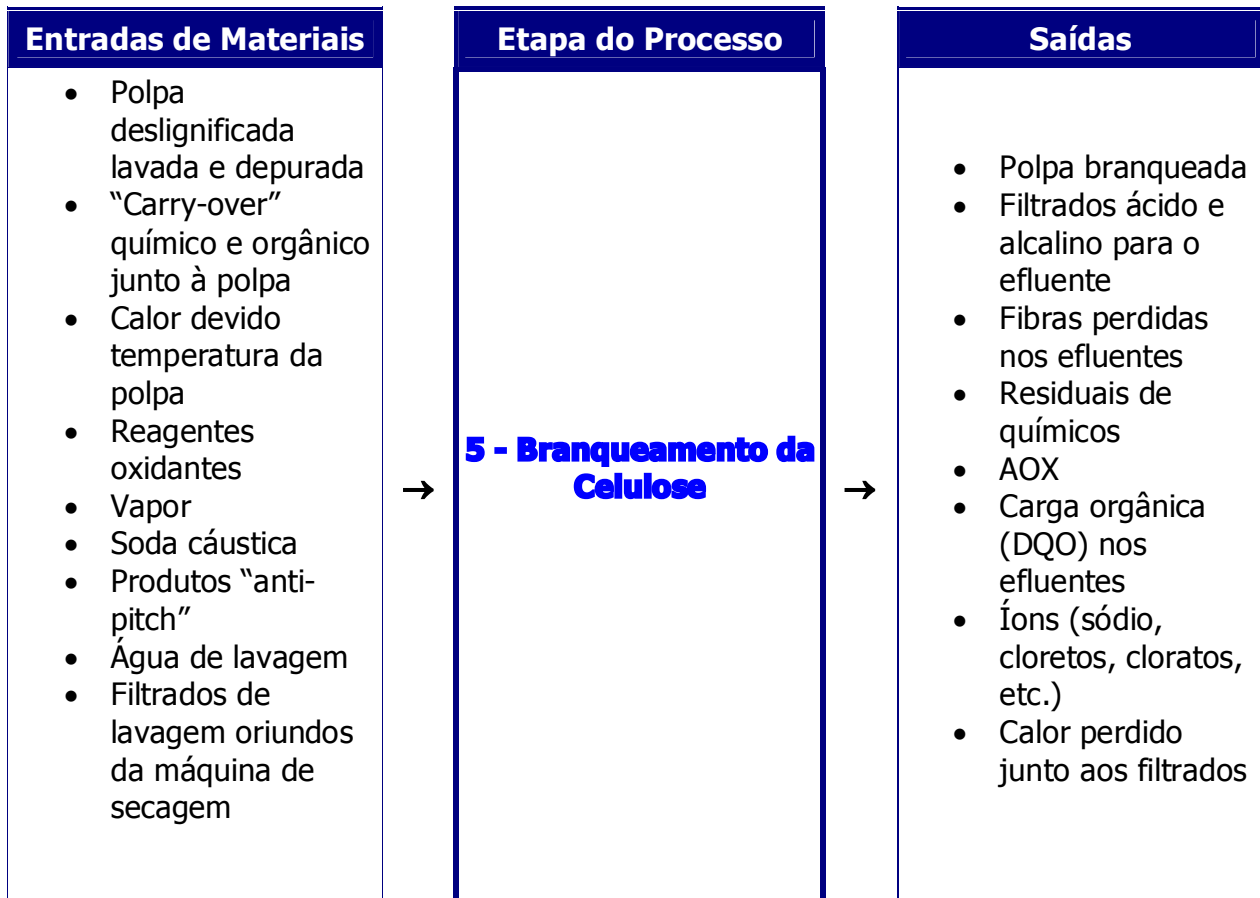
A nossa fábrica possui um "resíduo oculto" em seu processo. Trata-se de uma quantidade adicional de um filtrado mais sujo em matéria orgânica e compostos alcalinos que a polpa deslignificada leva consigo para o branqueamento. Isso ocorre por deficiência da etapa de lavagem da polpa não branqueada, Esse resíduo oculto vai demandar consumo de dióxido de cloro e de ácidos no branqueamento, aumentando a poluição, aumentando custos, prejudicando a qualidade da polpa por "super-cloração" e reduzindo a capacidade de produção da fábrica, já que a produção de dióxido de cloro é limitada. Resulta também um aumento de poluição a ser tratada e maiores gerações de lodos e poluentes finais.

### Passo 03: Preparação de um fluxograma de entradas e de saídas para identificar o problema e suas interferências na área e em outras áreas

Há diversas maneiras de se fazer isso, optamos por uma mais simples, mas igualmente eficiente. Nele, descrevemos o processo desde a entrada da madeira e licor ao digestor até a saída do branqueamento. Dessa forma, procuramos identificar as entradas e saídas de cada volume de controle. Isso facilitará o entendimento de como a nossa má lavagem interfere em outras áreas do processo e não apenas no branqueamento da polpa deslignificada ao oxigênio.







Vamos agora avaliar a etapa 4, onde uma carga de "carry-over" químico e orgânico entra a mais do que o desejado junto com a polpa deslignificada lavada e depurada.

#### **Passo 04: Identificação dos problemas associados a essa lavagem deficiente**

A lavagem deficiente acarreta uma série de problemas indesejáveis de produção, ambientais e econômicos, tais como:

1. Flutuações na eficiência de lavagem;
2. Flutuações na qualidade da polpa branqueada produzida;

3. Perdas adicionais de fibras na lavagem e no branqueamento devido sobrecargas operacionais e maior arraste devido menor consistência da massa;
4. Maior consumo de cloro ativo no branqueamento;
5. Maior consumo de ácido utilizado para correção de pH no primeiro estágio de dioxidação do branqueamento;
6. Maior presença de DQO nos filtrados ácido e alcalino do branqueamento;
7. Maior concentração de DQO,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{ClO}_3^-$  nos efluentes bruto e tratado da fábrica;
8. Maior geração de lodo secundário na ETE - Estação de Tratamento de Efluentes;
9. Maior concentração de AOX e OX (halogenados orgânicos) no efluente e na polpa branqueada;
10. Maior agressividade toxicológica dos lodos e efluentes;
11. Significativa perda de produção operacional e econômica da fábrica devido escassez de dióxido de cloro para atender esse "carry over" adicional causado pela má lavagem da polpa;
12. Maior perda de calor junto ao filtrado da polpa desdesignificada lavada, pela sua menor consistência ao ser encaminhada ao branqueamento;
13. Menor qualidade da celulose final branqueada em termos de sua viscosidade e de suas resistências intrínsecas, devido à maior carga química de cloro ativo aplicada no branqueamento;
14. Maiores consumos de outros químicos no branqueamento devido ao efeito "carry over" em cascata, muito comum nessas situações de má lavagem inicial da polpa.

### **Passo 05: Identificação das possíveis causas e potenciais danos para os problemas relatados no passo 04**

A melhor forma de se praticar esse passo é elaborando uma série de questionamentos ao processo, aos operadores e aos gestores. Com isso, o ecotime que está trabalhando o problema pode tentar encontrar as principais causas para o mesmo.

Os questionamentos sugeridos são os seguintes:

1. As práticas atuais de operação e de manutenção dos equipamentos estão conformes com as melhores práticas para esse tipo de sistema? Estão sendo obedecidas as recomendações dos fabricantes e dos manuais?

2. A capacidade de desenho e de projeto dos equipamentos estão sendo obedecidas? Caso negativo, quais seriam as defasagens e para quais fatores (velocidades, temperaturas, vácuos, pressões, ritmos, fluxos, consistências, etc.)?
3. O presente estado de controle de processo e de automação afeta a performance do sistema reduzindo com isso sua eficiência?
4. A presente tecnologia é obsoleta e tem por isso impacto na má performance e geração desse resíduo de "carry over" e pior consistência da polpa após lavagem?
5. Quais seriam os valores "benchmarks" para essa operação e níveis de perdas?
6. O tipo de celulose, a sua matéria prima, o seu nível de cozimento e de deslignificação, a sua constituição fibrosa, a presença de fibras de casca, etc. estariam afetando a performance da lavagem da polpa?
7. As qualidades e quantidades de filtrados, dos condensados e das águas limpas de processo poderiam estar influenciando na lavagem da polpa?
8. Os operadores estão conscientizados, motivados, treinados? Eles possuem indicadores a alcançar em suas operações? O nível de informações sobre as variáveis de processo é adequado para eles?
9. Quais as perdas valiosas que estão ocorrendo com a má lavagem?
10. Quais os impactos ambientais que esse procedimento inadequado e ineficiente oferece?
11. Quais os impactos às pessoas e à comunidade que essa má lavagem oferece?
12. Quais os impactos dessa má lavagem em outras áreas da fábrica que estejam associadas ao sistema de lavagem dessa polpa: planta química de geração de dióxido de cloro, estação de tratamento de efluentes, evaporação, caldeira de recuperação, manejo e disposição de resíduos sólidos, etc. ?
13. Quais os contaminantes adicionais que estaremos levando ao meio físico e biótico onde está localizada a empresa?

14. Como as especificações finais dos produtos e subprodutos da empresa (celulose, lodos, efluentes tratados, emissões aéreas, etc.) estão sendo afetados pela má eficiência da lavagem?
15. Etc. , etc.

### **Passo 06: Geração de soluções técnicas alternativas para solucionar o problema**

Da mesma forma que no passo anterior, podemos desenvolver uma série de idéias a partir de alguns questionamentos básicos que sempre devem ser feitos ao processo, a seus operadores e a seus gestores.

Os questionamentos sugeridos são os seguintes:

1. Como as práticas de operação poderiam ser melhoradas para o sistema de lavagem?
2. Como a manutenção poderia ser melhorada para o sistema de lavagem?
3. A limpeza dos equipamentos e da área é adequado (bico de chuveiros, telas de filtros lavadores, pisos, motores, etc.)?
4. Existem formas de se melhorar o controle operacional através treinamento de pessoas, introdução de novos equipamentos de automação ou de controle, execução de novas rotinas de análises laboratoriais, geração de novos indicadores, etc.?
5. Como o processo atual poderia ser modificado (sem grandes investimentos) de forma a minimizar o problema?
6. Essas modificações pensadas teriam algum tipo de impacto nas outras áreas da fábrica associadas à lavagem (impactos operacionais, técnicos, ambientais, sociais, etc.)?
7. Haveria algum ganho na lavagem por modificações processadas em outras áreas da empresa e que afetam de forma direta a lavagem: seleção de cavacos, limpeza da matéria-prima fibrosa, digestor, evaporação (condensados), planta química, etc.?

8. Existiria algum tipo de especificação exagerada e desnecessária no produto final (exemplos: excesso no grau de alvura objetivado, excesso de limpeza na polpa branca, etc.) e que têm sobrecarregado a lavagem e o branqueamento e com isso, tornando essas operações mais deficientes?
9. Existe algum tipo de reciclagem interna de efluentes, condensados, fibras, etc. que possam estar desestabilizando e prejudicando a performance da lavagem?
10. Existe algum tipo de nova tecnologia ou de agregação tecnológica que possa vir a ser implementada na área de lavagem de forma efetiva em custos, em performance e em qualidades?
11. Etc., etc.

Esses tipos de “brain storming” são muito importantes serem realizados pelos ecotimes na busca de soluções e de novas propostas de trabalho. Nessa etapa do trabalho todas as idéias são bem-vindas.

A etapa de geração de opções de produção mais limpa procura antes de mais nada envolver as pessoas na geração de opções válidas, que mereçam ser avaliadas e quantificadas pela equipe.

### **Passo 07: Quantificação das perdas físicas e econômicas devido às ineficiências na operação**

Nessa fase, é essencial a quantificação de todas as perdas ocorridas pela “produção mais suja” e pelas ineficiências de nosso processo. Essas perdas ocorrem na área de lavagem da polpa e em áreas dependentes dela. Isso é essencial em nossas valorações.

Além disso, os problemas que geram perdas de produção são vitais. Com a menor produção a empresa perde resultados e eles são muito significativos. Além dessas perdas, existem também aquelas relacionadas aos maiores consumos de insumos e maiores gerações de resíduos e de desperdícios. Entre esses últimos incluem-se: maiores consumos de reagentes químicos, maior consumo de água e de vapor, maior geração de efluentes e carga orgânica de efluentes a tratar, maior geração de lodo a dispor, etc., etc.

Todas essas perdas preciosas precisam ser muito bem quantificadas, exigindo da equipe envolvida no projeto muitas medições, análises, avaliações, cálculos, simulações, balanços de massa e de energia, etc.. Só com a boa identificação das perdas reais é que saberemos a dimensão do problema e

poderemos avaliar melhor as alternativas para sua solução. Cada alternativa de solução tem um custo de investimento e oferece um resultado. Com as quantificações, poderemos avaliar os "pay-back" das soluções propostas em termos econômicos, ou seja, em quanto tempo conseguiremos reaver os investimentos pela adoção dessas soluções de P+L. Essa é a grande vantagem do processo de ecoeficiência e da produção mais limpa em relação a muitos programas de qualidade total. A metodologia de P+L é empresarial, ela busca soluções ambientais que tenham valoração econômica. Isso porque toda perda de processo acaba por resultar em poluição e em custos adicionais pela perda em si e para tratar e dispor essa poluição. Já vimos isso antes, mas é sempre bom reforçar.

É nesse momento que é interessante se mencionar a tênue diferença que existe entre os dois conceitos, o de ecoeficiência e o de produção mais limpa. Eles são praticamente sinônimos, ambos tem foco nas perdas e nas valorações das mesmas. A diferença consiste em que a ecoeficiência (WBCSD) se baseia em melhorar o processo produtivo de forma a perder menos, produzir melhor e com isso poluir e gastar menos para tratar as perdas. Ela se fundamenta no conceito de que processos melhores impactam menos o ambiente. Já a produção mais limpa (UNEP) se fundamenta em solucionar os problemas de resíduos, perdas e poluição e com isso, com a melhor eficiência ambiental, obterem-se ganhos econômicos. Vejam mais sobre isso tudo em: (<http://www.ecoefficiency.com.au/What%20is%20Eco%20Efficiency.htm>)

Além disso, em nosso exemplo, muitas das soluções de produção mais limpa podem ser feitas sem custos adicionais pela empresa: limpar melhor os bicos dos chuveiros e as telas dos filtros, melhorar o controle do vácuo e das pressões, lubrificar melhor as prensas, incluir novas medições de consistência pelo laboratório, etc. etc.

A título de exemplo, para nosso estudo de caso, vamos identificar os principais impactos físicos operacionais da nossa má lavagem da polpa e procuraremos dar uma razoável estimativa para cada tipo de perda física e econômica associada.

**Impacto 01:** Custo específico maior do branqueamento devido a um consumo maior de dióxido de cloro em 3 kg de cloro ativo por tonelada absolutamente seca de celulose deslignificada. Vamos admitir que o custo do cloro ativo é de 0,45 US\$/kg de cloro ativo.

Resulta então um custo adicional de **1,35 US\$/tas de polpa**

**Impacto 02:** Custo da soda cáustica perdida como maior perda de compostos alcalinos. A perda alcalina extra é em nosso caso de 4 kg NaOH/tas. Vamos admitir o custo da soda cáustica de "make up" como sendo 0,5 US\$/kg NaOH.

Resulta então um custo adicional de **2,0 US\$/tas de polpa**

**Impacto 03:** Redução do envio de material orgânico combustível para o sistema de recuperação de licor. A perda extra de DQO corresponde a 5 kg/tas. Admitindo que 1 kg de DQO corresponda a cerca de 1 kg de matéria orgânica, teremos uma perda adicional de 5 kg de matéria combustível por tonelada de polpa. Vamos admitir que a biomassa combustível custe 0,05 US\$/kg seco.

Resulta então um custo adicional de **0,25 US\$/tas de polpa**

**Impacto 04:** Custo adicional no tratamento de efluentes para tratar essa perda orgânica maior do "carry-over" de DQO (seriam 5 kg DQO/tas na lavagem). Vamos admitir um tratamento a nível secundário em que o custo variável para tratamento seja de 0,15 US\$/kg de DQO eliminado. Eficiência do tratamento para a DQO seria de 80%. A dioxidação, por ser oxidativa, reduziu parcialmente os 5 kg/tas de DQO para 3 kg/tas, parte dele sendo mais recalcitrante agora por conter cloro. Observe-se que desses 3 kg DQO/tas residuais e que vão para a ETE, apenas 2,4 serão eliminados pelo tratamento de efluentes e 0,6 kg/tas aumentarão a carga lançada ao corpo de água pelo efluente tratado. Isso pode ser muito significativo para o atendimento às especificações colocadas pelo órgão de controle ambiental.

Resulta então um custo adicional de **0,36 US\$/tas**

**Impacto 05:** Maior consumo de ácido sulfúrico ou clorídrico no primeiro estágio de dioxidação, ácido esse adicionado para controle do pH da polpa ao término do estágio.

Resulta então estimativamente um custo adicional de **0,1 US\$/tas**

**Impacto 06:** Maior geração e manuseio de lodo secundário pela ETE (Estação de Tratamento de Efluentes). Vamos admitir a geração de 0,15 kg de lodo secundário absolutamente seco por kg as de DQO tratado. Os 2,4 kg secos DQO/tas se converterão então em 0,36 kg de lodo secundário. Como esse sairá a uma consistência de 20%, teremos uma geração a maior pela má lavagem da polpa deslignificada de 1,8 kg de lodo secundário tal qual por tonelada as de polpa. Vamos admitir um custo de manuseio e de disposição de 15 US\$/tonelada tal qual de lodo.

Resulta então estimativamente um custo adicional de **0,03 US\$/tas**

**Impacto 07:** Custo das fibras perdidas devido sobrecarga da lavagem e menor consistência praticada. Admitir perda de 150 gramas absolutamente secas de fibras por tonelada de polpa que é lavada no sistema e que seriam possíveis de serem recuperadas internamente. Considerar o preço líquido da polpa nessa etapa como sendo de 500 dólares por tonelada seca ao ar.

Resulta então estimativamente um custo adicional de **0,085 US\$/tas**

**Impacto 08:** Perda de calor junto ao filtrado extra perdido (0,67 m<sup>3</sup>/tas). A temperatura do filtrado estaria em 85°C e o primeiro estágio de dioxidação

deve ser executado a 70°C. Esse  $\Delta T$  se perde, pois não é recuperado pelo sistema de licor. Ele corresponde a cerca de 10 Mcal/tas. Valor estimado para a biomassa combustível (lenha de eucalipto) de 26 US\$/2.000 Mcal, ou seja 0,013 US\$/Mcal

Resulta então estimativamente um custo adicional de **0,13 US\$/tas**

Admitindo-se agora um dia de produção da fábrica a 1.900 tas de polpa deslignificada (base de todos esses cálculos de impactos em nosso exemplo), termos:

Somatório dos custos específicos adicionais dos impactos 01 a 08

**4.30 US\$/tas**

Custos adicionais diários para produção de 1.900 tas de polpa deslignificada (base de cálculos)

$$1.900 \times 4,30 = \mathbf{8.170 \text{ US\$/dia}}$$

Entretanto, essa não é a grande perda econômica que a fábrica possui com essa má lavagem. Essa perda diária de cerca de 8 mil dólares é apenas a correspondente aos custos operacionais a mais que ela tem devido a esse problema. A maior perda é a impossibilidade de fabricar 100 toneladas a mais de produção de celulose branqueada por dia, em função das limitações no suprimento de dióxido de cloro.

Como calcular então o **valor da perda de produção ou seja o valor da não produção?**

É muito simples se calcular o valor da perda econômica de uma fábrica pela não produção e conseqüente vendas a menor. Essa perda é muitas vezes referida como o custo da hora parada, mas a forma de se calcular é a mesma em ambos os casos. Basta termos bem conhecidos três números: o preço líquido unitário de venda, o custo variável médio unitário do produto na sua venda e a produção vendável que se deixou de produzir e de vender.

Qualquer produto ao ser fabricado tem em sua composição dois custos básicos, que cada unidade do produto deve pagar:

- Custos fixos unitários: são os custos unitários de todas as tarefas, serviços, aluguéis, etc. que a empresa tem que pagar, independentemente de estar produzindo ou não. Ou seja, mesmo com a máquina parada, esses custos ocorrem. Quando deixa de produzir ocorrem também. Quando produz a mais, os custos fixos totais são os mesmos e os custos fixos unitários diminuem. Ou seja, ao se produzir mais, essa produção a mais ajuda a diminuir o impacto dos custos fixos em cada unidade de produto.

- Custos variáveis unitários: são os custos diretos de fabricação, aqueles que são pagos quando fazemos os produtos para venda. Consistem em insumos, energia, tudo que é utilizado para essa fabricação. Se não produzimos, esses custos deixam de existir. As empresas precisam saber fazer essa separação de custos muito bem, para poder entender seu funcionamento e com isso, otimizar seus resultados.

Quando a nossa fábrica exemplo conseguir aumentar sua produção em 100 toneladas por dia, os seus custos fixos totais serão exatamente os mesmos. Ela não gastará mais com aluguéis, salários de pessoal não diretamente ligado à produção, propagandas, pesquisas, etc.

Entretanto, ela terá um aumento de seus custos variáveis totais em função do acréscimo na necessidade de insumos como madeira, soda cáustica, combustíveis, etc. Por outro lado, aumentará também seu faturamento, pois terá mais produtos para vender.

Vamos então considerar em nosso exemplo que os custos variáveis unitários da fábrica correspondem a 280 US\$/adt e seu preço líquido unitário de venda sejam de 700 US\$/adt.

$$\text{Margem de Contribuição Unitária (MCU)} = \text{PULV} - \text{CVU}$$

onde: PULV = preço unitário líquido de venda  
CVU = custo variável unitário

Ficariamos então com:

$$\text{MC} = 700 - 280 = 420 \text{ US\$/adt}$$

Como a empresa não gastará custos fixos adicionais para fabricar as novas 100 adt/dia, a sua margem de contribuição total diária e seu resultado diário aumentarão em: 100 adt/dia x 420 US\$/adt = 42.000 US\$/dia .

Na situação atual, esses 42.000 dólares são receitas líquidas consideradas perdidas pela má lavagem da polpa deslignificada.

$$\text{Receita Líquida Perdida} = \mathbf{42.000 \text{ US\$/dia}}$$

É impressionante essa perda, não é mesmo? É por essa razão que os gestores são sempre muito atentos às perdas de produção em suas fábricas.

A perda total diária causada pela má lavagem da polpa seria então:

Perda econômica total

=

Custos adicionais de fabricação + Receita Líquida Perdida pela não produção

Ou seja: **8.170 US\$/dia + 42.000 US\$/dia = 50.170 US\$/dia**

### **Passo 08: Eleição das oportunidades de P+L a implementar**

Nesse momento, o ecotime já deverá ter feito sua eleição de alternativas de melhorias que pretende implementar. Elas são de diferentes tipos, pois a avaliação foi ampla e abrangente. Algumas das alternativas são simples, imediatas, são apenas referentes à melhor organização e limpeza, treinamento operacional, estabelecimento de manuais de procedimentos, etc. Outras das alternativas correspondem a investimentos, às vezes elevados, mas temos agora formas de quantificar melhor os retornos e os "pay-back". Sabemos também quais serão os impactos que serão minimizados em termos ambientais pelo menor uso de recursos naturais e menor geração de poluentes.

Fica mais fácil se elaborar uma tabela apresentando as alternativas a trabalhar, os correspondentes investimentos e os novos custos operacionais que serão incorridos. Precisa ficar claro que algumas das alternativas propostas vão adicionar novos custos de produção em energia elétrica, vapor, etc. Portanto, o valor de economias que estimamos em 8.170 US\$/dia serão modificadas e é importante saber em quanto.

### **Alternativas de produção mais limpa: preparando e avaliando as alternativas selecionadas**

Dados são apenas a título de exemplo

<b>Técnicas de melhoria e de eficiência operacional</b>	<b>Alternativa de produção mais limpa a ser implementada</b>	<b>Investimento requerido US\$</b>	<b>Custo operacional adicional para efetivação da melhoria US\$/dia</b>
Limpeza & Organização	<ul style="list-style-type: none"><li>• Limpeza melhor dos bicos dos chuveiros</li><li>• Limpeza melhor das telas dos filtros</li><li>• Regular e lubrificar melhor os equipamentos pneumáticos das prensas</li></ul>	zero	zero
Controle de processo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Criar indicadores de manutenção para a seção de lavagem</li><li>• Criar indicadores operacionais para a área de lavagem da polpa</li><li>• Negociar com o laboratório novas análises laboratoriais de perdas alcalinas, "carry-over" de DQO, consistências, etc.</li><li>• Instalar manômetros e vacuômetros online</li></ul>	150.000	200
Modificações dos equipamentos atuais da área de lavagem	<ul style="list-style-type: none"><li>• Substituir perna barométrica por bomba de vácuo em um dos tambores lavadores</li><li>• Substituir o sistema de prensagem em uma das prensas lavadoras</li></ul>	780.000	1.850

Mudança tecnológica na área de lavagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar mais uma prensa lavadora completa ao final da lavagem da polpa deslignificada</li> </ul>	1.250.000	1.300
Mudanças em outras áreas afins e correlatas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar na área de evaporação um sistema de limpeza para melhoria da qualidade do condensado limpo utilizado na lavagem da polpa</li> </ul>	1.000.000	850
Recuperações na área de lavagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enviar o filtrado com fibras para o filtro de recuperação de fibras atualmente existente no processo</li> </ul>	50.000	(-160) Ganho líquido com as fibras recuperadas
Mudanças nas especificações do produto celulose branqueada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sem modificações</li> </ul>	zero	zero
Geração de subprodutos vendáveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não ocorre</li> </ul>	zero	zero
<b>Somatórios</b>		<b>3.230.000</b>	<b>4.040</b>



### **Alternativas de produção mais limpa e de maior ecoeficiência**



## **Passo 09: Balanço global e cálculo do “pay-back” dos investimentos**

Havíamos calculado que as modificações implementadas permitiriam resultados adicionais de 50.170 US\$/dia. As sugestões propostas pelo ecotime foram significativas em função dos ganhos potenciais vislumbrados. Os investimentos estariam avaliados em US\$ 3.230.000 e os novos custos adicionais de produção seriam de US\$ 4.040 por dia.

O balanço líquido diário em termos de resultados ficaria:

$$50.170 \text{ US\$/dia} - 4.040 \text{ US\$/dia} = \text{US\$ } 46.130 \text{ / dia}$$

$$\text{“Pay-back” do investimento} = \text{US\$ } 3.230.000 / \text{US\$ } 46.130 = \text{70 dias}$$

Isso significa que graças ao substancial aumento de produção que se conseguirá com o investimento alto de cerca de 3,3 milhões de dólares, esse investimento estará pago em aproximadamente 70 dias de operações normais na situação otimizada.

## **Passo 10: Quantificação dos ganhos ambientais do projeto após implementação**

Além dos substanciais ganhos econômicos, teremos importantes ganhos ambientais, tais como os estimados a seguir:

- Menor consumo de água: 1.400 m<sup>3</sup>/dia
- Menor perda de fibras: 160 kg as/dia
- Menor geração de lodo secundário úmido: 3,4 t/dia
- Menor perda de Na<sup>+</sup> pelo filtrado: 4 t/dia
- Menor perda de Cl<sup>-</sup> pelo filtrado: 3,5 t/dia
- Menor perda DQO para ETE e maior recuperação interna: 9,5 tas /dia
- Menor perda de calor pelo filtrado quente: 19 Gcal/dia
- Menor consumo de dióxido de cloro, desde que mantidas as produções atuais: 2,17 t ClO<sub>2</sub>/dia
- Menor consumo de dióxido de cloro, para a nova produção de 2.100 adt/dia em função da otimização da lavagem : 1.19 t ClO<sub>2</sub>/dia
- Menor geração de AOX no efluente: 20 kg/dia
- Menor consumo de ácido em Do: 1,5 t/dia

## **Passo 11: Quantificação dos ganhos sociais do projeto após implementação**

Com a melhor operação da instalação de lavagem da polpa, sem estar sobrecarregada, teremos maiores facilidades em sua operação, o que resulta em:

- Maior segurança operacional;
- Menores riscos de acidentes e de emergências;
- Maior limpeza da área;
- Maior beleza estética
- Maior tranquilidade e menor nível de "stress" aos operadores";
- Menores conflitos entre áreas.

É interessante que essas melhorias sejam quantificadas por números (estatísticas de acidentes na área), pesquisa setorial de clima operacional, etc.).

## **Passo 12: Elaboração de um relatório detalhado para a administração**

Eleitas as opções de P+L para melhorar a ecoeficiência da lavagem da polpa antes da linha de branqueamento, feitas as devidas quantificações e valorações, a equipe deve agora elaborar um conciso e objetivo relatório com as sugestões e resultados esperados para as propostas que queiram apresentar e implementar. Não há gestor que não se encante com a possibilidade de aumentar a produção de sua fábrica em cerca de 5% e de ter um "pay-back" ao investimento de apenas 70 dias. Afinal, após 70 dias da entrada em operação das novas instalações propostas, a fábrica já estará resultando US\$ 46.130/dia adicionais e a produção atingirá as sonhadas 2.100 tad/dia. Além desses ganhos operacionais e econômicos, significativos ganhos ambientais e sociais também são esperados pela equipe do projeto. Exatamente o que se espera com a produção mais limpa e com a ecoeficiência: "fazer mais com menos uso de recursos naturais; fazer melhor e com menos impactos ambientais; reduzir a geração de resíduos e desperdícios".

Verifiquem que temos nesse estudo de caso as condições que encantam as principais partes interessadas e atores em nosso ecossistema empresarial:

- Os acionistas (melhores resultados);
- Os gerentes de produção (maiores produções);
- O órgão de fiscalização ambiental (menores impactos ambientais);
- O meio ambiente (menores impactos e consumos de recursos);

### **Passo 13: Geração de documentação e de procedimentos para a sustentação dos ganhos**

Com a decisão aprovada pelos acionistas e gestores, resta agora implantar o projeto. Entretanto, isso não acaba com a mera mudança nas máquinas e nos procedimentos. A equipe do ecotime deve também criar os indicadores e as normas para monitorar se os ganhos esperados estarão sendo alcançados e mantidos no longo prazo. Faz-se ainda necessária uma avaliação das potenciais barreiras que possam vir a interferir nesse projeto desde sua concepção até sua operação na fase de maturidade operacional. Devem ser entendidos os potenciais novos conflitos e novas inter-relações entre as diversas unidades da fábrica, caso contrário o que poderia parecer um ganho notável acaba por não se concretizar.

### **Passo 14: Júbilo e comemoração**

Toda equipe que participa de um projeto, complexo como esse, ou mesmo um bem mais simples, sente-se gratificada com os ganhos e com o reconhecimento da empresa, dos gestores e dos colegas. Uma boa forma de reconhecer isso é através do treinamento do pessoal em cursos, eventos, visitas e participações em reuniões de entidades setoriais. Também é interessante investir parte dos ganhos em aperfeiçoamento técnico internamente (livros, biblioteca, Internet grátis para todos na empresa, etc.)



## TECNOLOGIAS LIMPAS PARA A FABRICAÇÃO DE CELULOSE KRAFT



Em outras publicações e artigos já escrevi quais são nos dias atuais as melhores tecnologias ambientalmente mais avançadas para a produção de celulose kraft branqueada de eucaliptos de forma sustentável para o negócio. Chamaremos a essas tecnologias de tecnologias limpas, ou de tecnologias mais limpas. Na verdade, com a evolução tecnológica rápida, logo muitas delas serão substituídas por outras mais eficientes e com menor geração de impactos ao meio ambiente. Esse é o jogo, sempre em mudanças para maiores eficiências e menores consumos de insumos naturais. Bom isso, para as empresas e para a sociedade.

De qualquer maneira, gostaria de sugerir a vocês que dessem uma navegada nos endereços a seguir para a leitura desse material. Definitivamente, há excelentes sugestões e representam o que de melhor existe para esse tipo de indústria. Na maioria dos casos são tecnologias sendo utilizadas pelas mais modernas fábricas de celulose em operação nesses meados da primeira década dos anos 2.000s.

- Seqüências ECF e TCF de branqueamento da celulose kraft de eucalipto

[http://www.eucalyptus.com.br/newspt\\_may06.html#quatorze](http://www.eucalyptus.com.br/newspt_may06.html#quatorze)

- Modernas linhas de fibras de celulose kraft branqueada de eucaliptos

[http://www.eucalyptus.com.br/newspt\\_jan07.html#quatorze](http://www.eucalyptus.com.br/newspt_jan07.html#quatorze)

- As melhores tecnologias e práticas ambientalmente disponíveis para produção de polpa kraft branqueada de eucalipto

[http://www.eucalyptus.com.br/newspt\\_mar07.html#quatorze](http://www.eucalyptus.com.br/newspt_mar07.html#quatorze)

- Melhores tecnologias disponíveis para a fabricação de celulose de eucalipto

[http://www.eucalyptus.com.br/newspt\\_julho07.html#cinco](http://www.eucalyptus.com.br/newspt_julho07.html#cinco)

- A fabricação de celulose kraft branqueada de eucalipto e o consumo de água

[http://www.eucalyptus.com.br/newspt\\_mai07.html#quatorze](http://www.eucalyptus.com.br/newspt_mai07.html#quatorze)

- Fechando os circuitos para se reduzir ainda mais o consumo de água na fabricação de celulose kraft branqueada de eucalipto

[http://www.eucalyptus.com.br/newspt\\_julho07.html#quatorze](http://www.eucalyptus.com.br/newspt_julho07.html#quatorze)

=====

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS DESSE CAPÍTULO INTRODUTÓRIO SOBRE ECOEFIÊNCIA E PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

Não tínhamos de forma alguma o propósito de sermos exaustivos com esse capítulo sobre ecoeficiência e produção mais limpa para a indústria de celulose e de papel de eucalipto. Na verdade, esse primeiro capítulo tinha mais a missão de introduzir o leitor nos fundamentos e nas rotinas dessa ferramenta, como pode ter sido percebido por vocês que o leram. É muito importante conhecer a ferramenta muito bem, sua forma de implementação e aplicação. Espero que o exemplo de caso e as oportunidades relatadas no mesmo possam ter sido de utilidade a vocês. O sucesso dependerá de muito estudo, avaliação, quantificação, criatividade, implementação, conhecimento, acompanhamento e determinação. O diálogo, o convencimento e o comprometimento são importantes também. É essencial ainda a sustentação das melhorias implementadas. Ou seja, depois de se conseguir a maior ecoeficiência, há que se mantê-la, o que não é tão simples como parece. Por isso, a equipe deve manter a motivação e o olhar atento. Também, é preciso manter viva a chama de busca de solução dos problemas de geração de desperdícios, poluição e resíduos.

Voltaremos com muito mais exemplos e oportunidades nos capítulos de produção mais limpa e de ecoeficiência que se seguirão em nosso Eucalyptus Online Book. Fiquem atentos, logo eles estarão chegando a vocês.

Gostaria de encerrar esse capítulo com uma parábola de autor desconhecido, muito fácil de se encontrar na Internet. Trata-se de algo muito apropriado para nossas situações. Ela se aplica até mesmo em nossa vida como cidadão e nas nossas casa. Trata-se da parábola "O Vestido Azul", que muitos de vocês talvez já conheçam. De qualquer forma, leiam e enternecem seus corações. Ao mesmo tempo, reforcem suas energias para ajudar a mudar o mundo e a sua fábrica de celulose para melhor.

Se gostarem e quiserem algo a mesmo nível, leiam também "Vôo de Gansos", também disponível na Internet e com alguns endereços para acesso na seção Referências da Literatura, que se segue a essa seção.

## Parábola:

### "O Vestido Azul"

“Num bairro pobre de uma cidade distante, morava uma garotinha muito bonita. Ela freqüentava a escola local. Sua mãe não tinha muito cuidado e a criança quase sempre se apresentava suja. Suas roupas eram muito velhas e maltratadas. O professor ficou penalizado com a situação da menina. -"Como é que uma menina tão bonita pode vir tão mal arrumada para a escola?". Separou algum dinheiro do seu salário e, embora com dificuldade, resolveu lhe comprar um vestido novo. Ela ficou linda no vestido azul! Quando a mãe viu a filha naquele lindo vestido azul, sentiu que era lamentável que sua filha, vestindo aquele traje novo, fosse tão suja para a escola. Por isso, passou a lhe dar banho todos os dias, pentear seus cabelos, cortar suas unhas... Quando acabou a semana, o pai falou: -"Mulher, você não acha uma vergonha que nossa filha, sendo tão bonita e bem arrumada, more em um lugar como este, caindo aos pedaços"? Que tal a gente ajeitar a casa? "Nas horas vagas, eu vou dar uma pintura nas paredes, consertar a cerca, plantar um jardim." Logo mais, a casa se destacava na pequena vila pela beleza das flores que enchem o jardim, e o cuidado em todos os detalhes. Os vizinhos ficaram envergonhados por morar em barracos feios e resolveram também arrumar as suas casas, plantar flores, usar pintura e criatividade. Em pouco tempo, o bairro todo estava transformado. Um homem, que acompanhava os esforços e as lutas daquela gente, pensou que eles bem mereciam um auxílio das autoridades. Foi ao prefeito expor suas idéias e saiu de lá com autorização para formar uma comissão para estudar os melhoramentos que seriam necessários ao bairro. A rua, de barro e lama, foi substituída por asfalto e calçadas de pedra. Os esgotos a céu aberto foram canalizados e o bairro ganhou ares de cidadania. E tudo começou com um vestido azul... Não era intenção daquele professor consertar toda a rua, nem criar um organismo que socorresse o bairro. Ele fez o que podia, deu a sua parte. Fez o primeiro movimento que acabou fazendo que outras pessoas se motivassem a lutar por melhorias. Será que cada um de nós está fazendo a sua parte no lugar em que vive? Por acaso somos daqueles que somente apontamos os buracos da rua, as crianças à solta sem escola e violência do trânsito? Lembremos que é difícil mudar o estado total das coisas. Que é difícil limpar toda a rua, mas é fácil varrer a nossa calçada. É difícil reconstruir um planeta, mas é possível dar um vestido azul de presente.” (Autor: Anônimo)

**Boa sorte...**



## REFERÊNCIAS DA LITERATURA E SUGESTÕES PARA LEITURA

ABTCP. **Dados setoriais: Benchmarking**. Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Website especializado.

Disponível em:

<http://www.abtcp.org.br/Pagina.aspx?IdSecao=100,101>

Agardy, F.J.; Nemerow, N.L. **Environmental solutions**. Academic Press. 451 pp. (2005)

Disponível em:

[http://books.google.com.br/books?id=dKrZMK-9-RgC&dq=%22cleaner+production+at+pulp+and+paper+mills%22&source=gbs\\_summary\\_s&cad=0](http://books.google.com.br/books?id=dKrZMK-9-RgC&dq=%22cleaner+production+at+pulp+and+paper+mills%22&source=gbs_summary_s&cad=0)

[http://books.google.com.br/books?id=dKrZMK-9-RgC&printsec=frontcover&dq=%22cleaner+production+at+pulp+and+paper+mills%22&source=gbs\\_summary\\_r&cad=0](http://books.google.com.br/books?id=dKrZMK-9-RgC&printsec=frontcover&dq=%22cleaner+production+at+pulp+and+paper+mills%22&source=gbs_summary_r&cad=0)

ou

[http://books.google.com.br/books?id=dKrZMK-9-RgC&printsec=frontcover&dq=%22cleaner+production+at+pulp+and+paper+mills%22&source=gbs\\_summary\\_r&cad=0](http://books.google.com.br/books?id=dKrZMK-9-RgC&printsec=frontcover&dq=%22cleaner+production+at+pulp+and+paper+mills%22&source=gbs_summary_r&cad=0)

[http://books.google.com.br/books?id=dKrZMK-9-RgC&printsec=frontcover&dq=%22cleaner+production+at+pulp+and+paper+mills%22&source=gbs\\_summary\\_r&cad=0](http://books.google.com.br/books?id=dKrZMK-9-RgC&printsec=frontcover&dq=%22cleaner+production+at+pulp+and+paper+mills%22&source=gbs_summary_r&cad=0)

Anônimo. **Vestido azul**. Fontes diversas na Internet.

Disponível em:

<http://www.sitedoempreendedor.com.br/downloads/vestidoazul.pps>

ou

<http://www.siteamigo.com/msg/vestido.htm>

ou

<http://maisjesus.net/reflexao/074>

ou

<http://www.vertex.com.br/USERS/san/vestidoazul.htm>

Anônimo. **Vôo de gansos**. Fontes diversas na Internet.

Disponível em:

<http://www.prodepa.psi.br/sqp/pdf/voo%20de%20gansos.pdf>

ou

<http://www.via6.com/topico.php?tid=123952>

Aschner, A. **Planning for sustainability through cleaner production**. Tese de Doutorado. University of New South Wales. 229 pp. (2004)

Disponível em:

<http://www.library.unsw.edu.au/~thesis/adt-NUN/uploads/approved/adt-NUN20050616.160738/public/02whole.pdf>

Auckland Regional Council. **Cleaner production toolkit**. 14 pp. (sem referência de data ou de fonte de publicação)

Disponível em:

<http://www.arc.govt.nz/albany/fms/main/Documents/Environment/Pollution/Cleaner%20production%20toolkit.pdf>

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](http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/P_L%20%20Cambar%E1%20ABTCP%20CNTL.pdf)

Cardoso, A.P.G. **Análise da produção mais limpa na região sul do Brasil a partir do Prêmio Expressão de Ecologia**. Dissertação de Mestrado UFSC. 127 pp. (2006)

Disponível em:

<http://www.tede.ufsc.br/teses/PGEA0253.pdf>

CEBDS. **Rede Brasileira de Ecoeficiência**. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Website especializado.

Disponível em:

<http://www.cebds.org.br/cebds>

<http://www.cebds.org.br/cebds/eco-pmaisl-conceito.asp>

<http://www.cebds.org.br/cebds/eco-rbe-ecoefficiencia.asp>

<http://www.cebds.org.br/cebds/eco-pmaisl-rede-brasileira.asp>

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.wbcasd.ch/DocRoot/ciFpL5hcUN7XBAQBe8Iu/guia-da-pmaisl.pdf>

CET Peru. **Guia de producción más limpia**. Centro de Eficiencia Tecnológica. 70 pp. (2005)

Disponível em:

<http://www.conam.gob.pe/documentos/produccionlimpia/Gu%C3%ADa%20de%20PML%20versi%C3%B2n%20final%20septiembrevMCP.pdf>

CET Peru. **Guia de auditoria para producción más limpia**. Centro de Eficiencia Tecnológica. 70 pp. (2005)

Disponível em:

<http://www.conam.gob.pe/documentos/produccionlimpia/Gu%C3%ADa%20de%20PML%20versi%C3%B2n%20final%20septiembrevMCP.pdf>

CETESB. **Implementação de um programa de prevenção à poluição**. 19 pp. (2002)

Disponível em:

[http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao\\_limpa/documentos/manual\\_implem.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/documentos/manual_implem.pdf)

CETESB. **Guias de produção mais limpa para setores produtivos**. Website especializado.

Disponível em:

[http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao\\_limpa/documentos.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/documentos.asp)

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](http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/documentos/papel.pdf)

ou

<http://www.abtcp.org.br/Arquivos/File/GUIA20P+L.pdf>

CGE Consulting. **Otimizando o desempenho e aumentando o lucro: redução de perdas e avanços tecnológicos no setor gráfico.** Curso ABTCP. 35º Congresso Anual. Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 146 pp. (2002)

CNTL. **Centro Nacional de Tecnologias Limpas.** Website especializado.

Disponível em:

<http://www.senairs.org.br/cntl>

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](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](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](http://srvprod.sistemafiergs.org.br/portal/page/portal/sfiergs_senai_uos/senairs_uo697/proximos_cursos/implementa%E7%E3o%20PmaisL.pdf)

CNTL. **Produção mais limpa e sustentabilidade do setor produtivo.** Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Apresentação em PowerPoint: 67 slides. (2006)

Disponível em:

<http://www.institutoventuri.com.br/Palestra%20Rosele%20CNTL.pdf>

Compass Resource Management. **Total cost assessment guidelines. Preparing the business case for pollution prevention projects.** 107 pp. (1997)

Disponível em:

<http://www.compassrm.com/w/Reports/TCA%20Guidelines.pdf>

CPLatinNet. **Rede Latino Americana de Produção mais Limpa.** Website especializado.

Disponível em:

<http://www.producaomaislimpa-al.net/web/index.php?lang=2>

DeSimone, L.D.; Popoff, F. **Eco-efficiency: the business link to sustainable development**. MIT Press. 280 pp. (1997)

Disponível em:

[http://books.google.com.br/books?id=SWF8wxxZGDYC&printsec=frontcover&dq=Eco-Efficiency:+The+Business+Link+to+Sustainable+Development&sig=wNe\\_3U8gU9fbNbuxILISpH9kXIA](http://books.google.com.br/books?id=SWF8wxxZGDYC&printsec=frontcover&dq=Eco-Efficiency:+The+Business+Link+to+Sustainable+Development&sig=wNe_3U8gU9fbNbuxILISpH9kXIA)

Ebeling, E.C.; Bachmann, D.L. **Indicadores para máquinas de papel - uma referência de desempenho**. 37º Congresso Anual ABTCP. Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. 9 pp. (2004)

Disponível em:

[http://www.fgvpr.br/smart/files/indicadores\\_maquinas\\_papel.pdf](http://www.fgvpr.br/smart/files/indicadores_maquinas_papel.pdf)

ou

[http://www.abtcp.org.br/arquivos/File/indicadores\\_maquinas\\_papel.pdf](http://www.abtcp.org.br/arquivos/File/indicadores_maquinas_papel.pdf)

Ecoefficiency.com.au. **Eco-efficiency for the Queensland food processing and other industries**. Website especializado.

Disponível em:

<http://www.ecoefficiency.com.au>

Enroth, M. **Tools for ecoefficiency in the printing industry**. Tese de Licenciatura. Royal Institute of Technology. 135 pp. (2001)

Disponível em:

<http://www.nada.kth.se/utbildning/forsk.utb/avhandlingar/lic/011213.pdf>

Environment Australia. **A benchmark of current cleaner production practices**. 84 pp. (1997)

Disponível em:

<http://www.p2pays.org/ref/22/21777.pdf>

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>

Ferreira, J.A.C. **O meio ambiente e o setor de celulose e papel**. 27º Fórum ANAVE. Apresentação em PowerPoint: 26 slides. (2002)

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. **Seqüências ECF e TCF de branqueamento da celulose kraft de eucalipto.** Eucalyptus Newsletter Nº 04. (2006)

Disponível em:

[http://www.eucalyptus.com.br/newspt\\_may06.html#quatorze](http://www.eucalyptus.com.br/newspt_may06.html#quatorze)

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](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](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](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](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](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](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](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](http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT07_residuoslenhosos.pdf)

Furtado, J.S. **Administração da ecoeficiência em empresas no Brasil. Perspectivas e necessidades**. TECLIM UFBA. 15 pp. (sem referência de data)

Disponível em:

<http://teclim.ufba.br/~jsfurtado/ecoeficiencia/jsf%20ecoef%20empres%20br%20engema01.PDF>

Geiser, K. **What next?: Technology. Cleaner production technologies**. UNEP's 7<sup>th</sup> International High-level Seminar on Cleaner Production. 7 pp. (2002)

Disponível em:

<http://www.uneptie.org/pc/cp7/PDFs/psvpaper.pdf>

Gunningham, N.; Siclair, D. **Barriers and motivators to the adoption of cleaner production practices**. Environment Australia. 115 pp. (1997)

Disponível em:

<http://www.p2pays.org/ref/23/22032.pdf>

Hirose, M. **Estratégia ambiental da produção**. Curso Internacional ABTCP sobre Reciclagem. Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. Apresentação em PowerPoint: 33 slides. (2004)

Disponível em:

[http://intranet.abtcp.org.br/wl7\\_socios/DocView.aspx?id=38954](http://intranet.abtcp.org.br/wl7_socios/DocView.aspx?id=38954)

IBPS. **Instituto Brasileiro de Produção Sustentável e Direito Ambiental**. Website especializado.

Disponível em:

<http://www.ibps.com.br>

IHOBE. **Libro blanco para minimización de residuos 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>

IHOBE. **Guia de indicadores medioambientales para la empresa**. 55 pp. (1999)

Disponível em:

<http://www.ecoiurislapagina.com/biblio/dinteres/pdf/indicavasc.pdf>

IHOBE. **Libro blanco para minimización de residuos y emisiones. Artes gráficas.** 136 pp. (sem referência de data e de fonte de publicação)

Disponível em:

<http://www.p2pays.org/ref/20/19324.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.wbcd.org/web/publications/paper-future.pdf>

InWent UNEP. **Energizing cleaner production. A guide for trainers.** 78 pp. (2007)

Disponível em:

<http://www.uneptie.org/pc/cp/home.htm>

Jacobsen, P. **Como evitar desperdícios e reduzir custos de sua empresa?** Suma Econômica. 66 pp. + vídeo (sem referência de data de publicação)

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](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](http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/P_L%20%20Experi%EAncia%20Klabin%20Riocell%20com%20CNTL.pdf)

Lehni, M. **Eco-efficiency: a global perspective.** World Business Council for Sustainable Development. Apresentação em PowerPoint: 27 slides. (1999)

Disponível em:

<http://www.wbcd.ch/DocRoot/iJJI7iVCmc4XDPK1Z5et/EEBuenosAires.PDF>

Madden, K.; Young, R.; Brady, K.; Hall, J. **Eco-efficiency: learning module.** World Business Council for Sustainable Development. 240 pp. (2005)

Disponível em:

<http://www.wbcd.org/DocRoot/u3qSs8g4fXqPYhbfnxj/eco-efficiency-module.pdf>

Mesa Redonda Paulista de Produção mais Limpa. **Produção mais limpa.** Website especializado.

Disponível em:

<http://www.mesaproducaomaislimpa.sp.gov.br>

Oliveira, R.C. **Produção sem perdas na indústria de papel e celulose.** CGE Consulting. Material de curso. 119 pp. (2002)

Parks, W. **Keeping a clean machine.** Paper 360<sup>o</sup> (Novembro): 18 – 20. (2007)

Disponível em:

<http://www.tappi.org/content/enewsletters/ahead/2007/pdf/07NOVPA18.pdf>

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](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](http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/teses/tese_zeila_c_piotto.pdf)

Rolt, M.I.P. **O uso de indicadores para a melhoria da qualidade em pequenas empresas.** Dissertação de Mestrado. UFSC. (1998)

Disponível em:

<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/rolt>

Scott. J.A.; Pagan, R.J. **Global competitiveness through cleaner production.** 103 pp. (1999)

Disponível em:

<http://www.ens.gu.edu.au/ciep/CleanP/CPBook/Chapt1.pdf>

Silva Filho, J.C.G.; Sicsú, A.B. **Produção mais limpa: uma ferramenta de gestão ambiental aplicada às empresas nacionais.** XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 8 pp. (2003)

Disponível em:

[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003\\_TR1005\\_0001.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR1005_0001.pdf)

Stigson, B. **Eco-efficient leadership in the forestry industry.** World Business Council for Sustainable Development. 7 pp. (1999)

Disponível em:

<http://www.wbcds.org/DocRoot/fwi1ijg8eZp8oCFJLLov/FALeadership.pdf>

Stigson, B. **Why eco-efficiency? The development of the concept and of the eco-efficiency metrics.** World Business Council for Sustainable Development. 9 pp. (1999)

Disponível em:

<http://www.wbcsd.ch/DocRoot/D1o3SfpeXQGuVgudUbYu/EEWhy.pdf>

Stigson, B. **What is eco-efficiency?** World Business Council for Sustainable Development. 7 pp. (1999)

Disponível em:

<http://www.wbcsd.ch/DocRoot/IVejTnoAn2qiwxIpsWL/EEWhat.pdf>

Stigson, B. **The triple E-factor: Energy, Environment and Efficiency.** World Business Council for Sustainable Development. 10 pp. (1999)

Disponível em:

<http://www.wbcsd.ch/DocRoot/jFFNO5uoJpji7800sCAV/EETripleE.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>

Thornton, G. **Business case total cost assessment guidelines.** Smart Steps – Business Tools for Sustainability. 59 pp. (2003)

Disponível em:

<http://www.gvrd.bc.ca/SmartSteps/pdfs/bctcaguidelinesfinal2006.pdf>

UNEP. **Cleaner production activities.** Website especializado.

Disponível em:

<http://www.uneptie.org/pc/cp/home.htm>

UNEP. **Cleaner production worldwide. Volume II.** 56 pp. (1995)

Disponível em:

<http://www.p2pays.org/ref/06/05510.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=mtsp5INxisGjwFSfvJoai0wQl30#PPT9,M1>

UNEP. **Cleaner production.** Industry and Environment 24(1/2). 96 pp. (2001)

Disponível em:

[http://www.uneptie.org/media/review/vol24no1-2/unep\\_24.pdf](http://www.uneptie.org/media/review/vol24no1-2/unep_24.pdf)

UNEP. **Cleaner production**. Industry and Environment 25(3/4). 112 pp. (2002)

Disponível em:

[http://www.uneptie.org/media/review/vol25no3-4/I&E25\\_34.pdf](http://www.uneptie.org/media/review/vol25no3-4/I&E25_34.pdf)

UNEP. **Cleaner production**. Industry and Environment 27(4). 59 pp. (2004)

Disponível em:

<http://www.uneptie.org/media/review/vol27no4/unep%20N27%20vol4.pdf>

UNEP. **Cleaner production in the pulp and paper industry: technology fact sheets**. 112 pp. (1999)

Disponível para compra em:

[http://www.uneptie.org/pc/cp/library/catalogue/industry\\_sectors.htm](http://www.uneptie.org/pc/cp/library/catalogue/industry_sectors.htm)

UNEP. **Cleaner production at pulp and paper mills: a guidance manual**. 134 pp. (1997)

Disponível para compra em:

[http://www.uneptie.org/pc/cp/library/catalogue/industry\\_sectors.htm](http://www.uneptie.org/pc/cp/library/catalogue/industry_sectors.htm)

UNIDO. **Cleaner production toolkit**. Website especializado.

Disponível em:

<http://www.unido.org/doc/86205>

UNIDO / UNEP. **Audit and reductions manual for industrial emissions and wastes**. Technical Series Report nº 07. 124 pp. (1991)

Disponível em:

<http://www.p2pays.org/ref%5C01/00950.pdf>

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>

Verfaillie, H.A.; Bidwell, R. **Measuring eco-efficiency: a guide to reporting company performance**. World Business Center for Sustainable Development. 39 pp. (2000)

Disponível em:

<http://www.gdrc.org/sustbiz/measuring.pdf>

Yokoyama, L.; Teixeira, L.A.C.; Pereira, J.D.M. **Implantação de programa de produção mais limpa em pequena empresa do setor químico.** 16 pp. (sem referência de data e de fonte de publicação)

Disponível em:

<http://www.ebape.fgv.br/radma/doc/FET/FET-038.pdf>

WBCSD. **Eco-efficient leadership for improved economic and environmental performance.** World Business Council for Sustainable Development. 17 pp. (1996)

Disponível em:

<http://www.wbcd.ch/DocRoot/DIFMcUZj32ZOMj5xNMXq/eeleadership.pdf>

WBCSD. **A eco-eficiência. Criar mais valor com menos impacto.** World Business Council for Sustainable Development. 36 pp. (2000)

Disponível em:

[http://www.wbcd.org/web/publications/eco\\_efficiency\\_creating\\_more\\_value-portuguese.pdf](http://www.wbcd.org/web/publications/eco_efficiency_creating_more_value-portuguese.pdf)

WBCSD. **Eco-efficiency. Creating more value with less impact.** World Business Council for Sustainable Development. 36 pp. (2000)

Disponível em:

[http://www.wbcd.org/web/publications/eco\\_efficiency\\_creating\\_more\\_value.pdf](http://www.wbcd.org/web/publications/eco_efficiency_creating_more_value.pdf)

WBCSD. **Eco-eficiencia. Creando más valor com menos impacto.** World Business Council for Sustainable Development. 42 pp. (2000)

Disponível em:

[http://www.wbcd.org/web/publications/eco\\_efficiency\\_creating\\_more\\_value-spanish.pdf](http://www.wbcd.org/web/publications/eco_efficiency_creating_more_value-spanish.pdf)

WBCSD/UNEP. **Eco-efficiency and cleaner production: charting the course to sustainability.** World Business Council for Sustainable Development & United Nations Environment Programme. 18 pp. (1996)

Disponível em:

<http://www.iisd.ca/consume/unep.html>

<http://www.wbcd.ch/DocRoot/aFQps2TRHhw5tFsI5oZP/ee-cleanerprod.pdf>

WBCSD/UNEP. **Cleaner production and eco-efficiency. Complimentary approaches to sustainable development.** World Business Council for Sustainable Development & United Nations Environment Programme. 12 pp. (1998)

Disponível em:

<http://www.wbcd.ch/DocRoot/R2R1IIWwjO2GLIAjpiLU/cleanereco.pdf>