

**UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO - USC**

**FÁBIO APARECIDO PEREIRA**

**PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO SETOR DE CELULOSE**

**BAURU/2008**

**UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO - USC**

**FÁBIO APARECIDO PEREIRA**

**PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO SETOR DE CELULOSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro e Ciências Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Bacharelado em Química, sob orientação da Profa. Dra Sirlei Roca.

**BAURU/2008**

P4361b	<p>Pereira, Fábio Aparecido</p> <p>Produção mais limpa no setor de celulose / Fábio Aparecido Pereira – 2008. 44f.</p> <p>Orientadora: Profa. Dra. Sirlei Roca. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química) - Universidade Sagrado Coração - Bauru - SP.</p> <p>1. Tecnologias. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Programas ambientais. I. Roca, Sirlei. II. Título</p>
--------	---

## JOÃO PAULO II

A fé e a razão (*fides et ratio*) constituem como que as duas asas pelas qual o espírito humano se eleva para a contemplação da verdade. Foi Deus quem colocou no coração do homem o desejo de conhecer a verdade e, em última análise, de O conhecer a Ele, para que, conhecendo-O e amando-O, possa chegar também à verdade plena sobre si próprio (cf. *Ex* 33, 18; *Sal* 27-26, 8-9; 62-63, 2-3; *Jo* 14, 8; *I Jo* 3, 2).

## **AGRADECIMENTOS**

Hoje, escrevo estas palavras graças ao bom Senhor Deus, que me fortalece a cada dia da vida e dispõem-me de tranqüilidade para adquirir os conhecimentos, com auxílio de grandes professores, amigos e companheiros de trabalho.

Agradeço a minha esposa, pais e familiares por serem compreensivos em minhas ausências no final de semana e nos demais dias dela também.

A Universidade que neste ano proporcionou-me a leitura de vários artigos científicos no qual o interesse pelo tema deste trabalho, a todos os amigos acadêmicos, professores e funcionários, em especial a coordenadora do curso de química e orientadora do trabalho de conclusão de curso.

## RESUMO

Este trabalho tem como principal objetivo apresentar a mudança de cultura e utilização de novas tecnologias em prol do meio ambiente. A visão mundial do mercado está voltada às novas tecnologias para altas produções, muitas vezes ocorrendo em um aumento do uso dos recursos naturais, trazendo conseqüências desagradáveis para o meio ambiente. As empresas de celulose também se voltam às respostas e programas que possam orientar estas preocupações ambientais, tomam novas posturas em função da busca pelo desenvolvimento sustentável, com iniciativas de gestão ambiental sofridas por fortes pressões nacionais e internacionais do mercado. Para tanto são necessárias certificações International Organisation for Standardization (ISO) que é a federação mundial dos organismos de normalização, Forest Stewardship Council (FSC, Conselho de Manejo Florestal) e implantações de programas ambientais (Produção mais Limpa, PmaisL) fazendo o diferencial de competitividade, e bem implantadas geram uma maior lucratividade para as empresas e podem assim atender as exigências do mercado nacional e internacional. O trabalho apresentado nos permite identificar as formas de conservação e prevenção ao meio ambiente, para que a empresa tome medidas corretivas para a diminuição ou eliminação dos problemas encontrados.

Palavras-chave: tecnologias, desenvolvimento sustentável, programas ambientais

## **ABSTRACT**

This work has the main objective of presenting the change of culture and use of new technologies in favor of the environment. The world view of the market looks to new technologies for high yields, often occurring in an increase in the use of natural resources, bringing unpleasant consequences for the environment. Companies also turn cellulose to the responses and programs that could guide these environmental concerns, take new positions according to the search for sustainable development, environmental management initiatives with sustained lobbying by national and international market. For both are necessary certifications International Organization for Standardization (ISO) that is the worldwide federation of standards bodies, Forest Stewardship Council (FSC) and deployments of environmental programs (CP, cleaner production program) doing the gap in competitiveness, and well established generate greater profitability for companies and can thus meet the requirements of national and international market. The work presented allows us to identify ways of conserving the environment and prevention so that the company takes corrective measures for the reduction or elimination of the problems encountered.

Key words: technologies, sustainable development, ambient programs

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. SURGIMENTO E O CRESCIMENTO DO SETOR PAPELEIRO .....	11
2.1 Preparação da madeira .....	15
2.2 Da madeira à celulose marrom .....	18
2.3 Da celulose marrom à celulose branqueada.....	20
2.4 Secagem da celulose branca.....	23
3. PERFIL DO SETOR DE CELULOSE.....	24
4. ORIGEM E ABRANGENCIA DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA.....	29
4.1 Benefícios Ambientais da Produção Mais Limpa.....	32
5. IMPLANTAÇÃO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA.....	33
5.1 Etapa 1 .....	35
5.2 Etapa 2 .....	35
5.2.1 Estudo do fluxograma do processo .....	35
5.2.2 Realização do diagnóstico ambiental e de processo.....	35
5.2.3 Seleção do foco de avaliação .....	35
5.3 Etapa 3 .....	36
5.3.1 Análise quantitativa de entradas e saídas e estabelecimento de indicadores .....	36
5.3.2 Identificação das causas da geração de resíduos.....	36
5.3.3 Identificação das opções de Produção mais Limpa.....	36
5.4 Etapa 4 .....	37
5.5 Etapa 5 .....	38
5.6 Finalizações .....	38
6. PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO SETOR PAPELEIRO .....	39
7. CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS .....	42



## 1. INTRODUÇÃO

O processamento de celulose não é diferente de qualquer processo no mercado, no qual cada setor tem seus efluentes, resíduos e poluidores do ar, solo e água, etc., mas também cada uma tem adotado um tipo de gestão ambiental para a competitividade ou até mesmo para a sobrevivência no mercado nacional e, principalmente, internacional.

O número de empresas que já implantaram Sistema de Gestão Ambiental no Brasil consta aproximadamente de 1000 empresas certificadas pela Norma ISO 14000 até setembro de 2003 (ARAÚJO, 2004).

Com normas e programas ambientais, as empresas estão com dificuldades de se manter no mercado e com a falta deles o próprio consumidor e ou compradores deixam de adquirir a mercadoria devido à consciência ambiental.

Como todas as normas ambientais que atualmente estão em vigência, esse processo, iniciou-se com o primeiro movimento na formação de uma consciência ambiental foi à preocupação sobre os recursos hídricos e o saneamento básico. Este estágio pode ser denominado de conscientização (VITERBO, 1998).

A questão da preservação e conservação ambiental deve, então, ser vista como uma questão de inteligência. Isso porque, independentemente do grau de consciência sobre suas ações, todos dependem, de forma direta ou indireta, de matérias-primas extraídas da natureza e da qualidade do ar e da água (ARAÚJO, 2004).

É evidente que a sociedade deve formar uma consciência ambiental, para que novos líderes possam atingir o desenvolvimento sustentável e as indústrias tenham maior responsabilidade com problemas ambientais.

Para Araújo (2004), ainda que as mudanças envolvam toda a sociedade, o setor produtivo tem em suas mãos grandes responsabilidades, que com a maior conscientização dos consumidores, ele será cada vez mais exigida neste setor, seja através de leis ou de mecanismos do próprio mercado.

Na década de 1970, com o aumento significativo de indústrias poluidoras do ar e da água e com contaminações acidentais da população (por exemplo, o acidente de Seveso, em 1976 na Itália) o mundo começou a se preocupar com os efeitos danosos da poluição (VITERBO, 1998).

Após vários problemas com a natureza, o homem começou a preocupar iniciando-se uma era de conferências. A Conferência de Estocolmo (1972), na Suécia, tratou do controle da poluição do ar e da água. Nesta conferência, o Brasil e China não deram importância aos problemas ambientais. O Brasil tentou melhorar sua imagem em 1973, com a criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA) (ARAÚJO, 2004).

Viterbo (1998) relata vários desastres ecológicos na década de 1980, no qual se inicia um planejamento ambiental para minimizar os impactos ambientais, aparecendo os primeiros Estudos de Impacto Ambiental e os Relatórios de Impacto sobre o Meio Ambiente (EIA/RIMA), com o objetivo de licenciar e controlar a instalação de novas indústrias e de estabelecer exigências para as emissões das indústrias existentes.

Celso Foelkel, presidente da ABTCP, relembra do acidente com a empresa de Cataguases e afirma que setor papelero apresenta impacto ambiental, por ser um grande consumidor de recursos naturais em suas atividades de processo: florestas plantadas, água, solo, energia, gases, ar, minerais, etc. Por isso, toda nova instalação ou ampliação significativa depende de um EIA/RIMA, e para operar, de uma licença emitida pelo órgão ambiental governamental (IBPS, 2008).

No Brasil, o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) passou a exigir o EIA/RIMA em 1986, como instrumento obrigatório para o licenciamento de atividades poluidoras ou modificadoras do meio ambiente (ARAÚJO, 2004).

Segundo Araújo (2004), a reunião de 179 países em 1992, no Rio de Janeiro, conhecida como Rio92, foi a maior resposta a crise global enfrentada pela humanidade. Esta conferência contou com a participação de órgãos governamentais internacionais e organizações não governamentais.

Nesta conferência foi tecido um quadro preocupante sobre as condições da terra, fazendo necessidade de novas abordagens para a conservação dos recursos e gestão ambiental, ISO 9000, Produção mais Limpa (PmaisL). O conceito de tecnologia limpa que foi desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) em 1989, e direcionando seus atos a indústria.

A proposta do PNUMA ao PmaisL era fomentar a manufatura de produtos e o uso contínuo de processos industriais aumentando sua eficiência e minimizando os riscos para a população e ambiente (FURTADO, 2008a).

O PNUMA tem como o PmaisL uma prevenção trabalhando com redução e minimização de resíduos no processo, produto e serviços, aplicada a processos usados em qualquer indústria, a produtos em si e a vários serviços providos na sociedade.

Para uma melhor eficácia na conformidade com a ISO 14001, a Produção Mais Limpa deve manter seu objetivo de prevenir e descartar os resíduos e lixos industriais, tanto quanto obter um bom relacionamento com os clientes e a política ambiental da empresa. (FURTADO, 2008b).

O Programa de PmaisL serve como uma valiosa ferramenta para quem já obteve a certificação ISO 14000, na busca de opções que permitam a melhoria contínua, possibilitando atingir as metas propostas (CNTL, 2008).

No Brasil, a PmaisL foi iniciada através do Centro Nacional de Tecnologia Limpas (CNTL), instalado na Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul, em 1995. (ARAÚJO, 2004).

Empresas pró-ativas que buscam uma nova cultura organizacional com bases sustentáveis vêm implementando seus sistemas de gestão ambiental sejam eles baseados nas Normas ISO 14001, nos procedimentos de Produção mais limpa ou em outros sistemas disponíveis (ARAÚJO, 2004).

A Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) lançou, em parceria com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), no dia 14 de dezembro de 2007, o Guia de Produção Mais Limpa do Setor de Papel e Celulose, que será tratada nas demais partes deste trabalho para mostrar a importância destes programas para a uma empresa sustentável.

Nos capítulos seguintes verificar-se-á como surgiu o processo de produção da celulose junto com necessidade dos aspectos sociais, econômicos e ambientais dentro de uma indústria papeleira.

## 2. SURGIMENTO E O CRESCIMENTO DO SETOR PAPELEIRO

Segundo a Bracelpa (2008b) verifica-se que, antes da criação do papel, o material mais utilizado para escrita foi o pergaminho, feito com peles de animais. Os antigos egípcios utilizavam o talo do papiro.

Philipp (1988) mostra que, oficialmente, o primeiro processo de produção de papel foi descrita na China, no ano de 105 D.C., por Ts' Ai Lun, ministro da corte. Na fragmentação em uma tina com água, cascas de amoreira, cana de bambu, rami, redes de pescar, roupas usadas. Para auxiliar o desfibramento foi utilizada cal. Após esse processo, as fibras eram batidas e amassadas e, por uma peneira, retirava as fibras que estavam em suspensão. Separadas em folhas eram prensadas e colocadas para secar. Até os dias de hoje temos chineses e árabes que utilizam este processo de fabricação artesanal.

A pasta de trapo foi o primeiro material usado para a fabricação do papel. Os trapos eram classificados, depurados e cortados e submetidos a um processo de maceração ou de fermentação. O processo durava de cinco a trinta dias, utilizando-se recipientes de pedra, para os trapos finos de linho, era suficiente deixá-los de molho várias horas em hidróxido de potássio, empregando-se por cada cem quilos de trapos e quatro quilos de potassa bruta. Para a obtenção de um bom papel, era imprescindível a fermentação dos trapos (BRACELPA, 2008 b).

A primeira presença do papel no Brasil, sem dúvida, é a carta de Pero Vaz de Caminha, escrita logo do descobrimento de nosso país. Mas o primeiro documento escrito foi a comunicação feita pelo Frei José Mariano da Conceição ao Ministro do Príncipe Regente D. João, Conde de Linhares, em 1809, ano também em que iniciou-se a construção de uma fábrica papelreira no Rio de Janeiro cuja produção, provavelmente iniciou-se entre 1810 e 1811 (BRACELPA, 2008 b).

Em meados do século XVII, os holandeses haviam conseguido na Europa o progresso mais importante na tecnologia da fabricação de papel. Diante da falta de força hidráulica na Holanda, os moinhos de papel passaram a serem acionados pela força dos ventos. Desde 1670, no lugar dos moinhos de martelos, passou-se a utilizar a máquina refinadora de cilindros (Holandesa). Lentamente, a Holandesa foi se impondo, complementando os Moinhos de Martelo, que preparava a semi pasta para obtenção da pasta refinada e mais tarde

como Pila Holandesa Desfibradora que foi utilizada na Alemanha em 1710/1720 (BRACELPA, 2008b).

No ano de 1774, o químico alemão Scheele descobriu o efeito branqueador do cloro e em 1798 foi possível fabricar em máquina de folha contínua. Inventada pelo francês Nicolas Louis Robert que por dificuldades financeiras e técnicas não conseguiu desenvolvê-la e cedeu sua patente aos irmãos Fourdrinier (BRACELPA, 2008b).

Quando a fabricação de papel ganhou corpo, o uso de matéria-prima passa a ser um sério problema: os trapos foram acabando e Jakob C. Schaeffer começou a utilizar variados materiais, tais como: musgo, urtigas, pinho, tábuas de ripa, etc. Em 1884, Friedrich G. Keller fabricou pasta de fibras, utilizando madeira pelo processo de desfibramento, mas ainda juntava trapos à mistura. Mais tarde percebeu que a pasta assim obtida era formada por fibras de celulose impregnadas por outras substâncias da madeira (lignina) (BRACELPA, 2008b).

Procurando separar as fibras da celulose da lignina, foram sendo descobertos vários processos: Processo de pasta mecânica, Processo com soda, Processo sulfito e Processo sulfato (kraft) e continuamos a utilizar o processo de Ts' Ai Lun de forma a preparar a massa, formar a folha e secagem, através da massa que é encontrada foi surgindo novos processos e com a adição de novos compostos para cada tipo de papel (BRACELPA, 2008b).

Independente do processo utilizado e da matéria prima, hoje a celulose e o papel fazem partes das maiores indústrias dos Países e de seus crescimentos, como mostra a Tabela 1 abaixo.

TABELA 1 – Maiores Produtores Mundiais de Celulose e Papel em 2007

CELULOSE		PAPEL	
País	mil toneladas	País	mil toneladas
1. EUA	53.462	1. EUA	83.559
2. Canadá	22.314	2. China	73.500
3. China	19.070	3. Japão	31.266
4. Finlândia	12.856	4. Alemanha	23.180
5. Suécia	12.402	5. Canadá	17.371
6. Brasil	12.113	6. Finlândia	14.335
7. Japão	10.894	7. Suécia	11.860
8. Rússia	7.399	8. Coréia do Sul	10.932
9. Indonésia	5.770	9. Itália	10.111
10. Chile	4.719	10. França	9.870
11. Índia	3.389	11. Indonésia	9.462
12. Alemanha	3.001	12. Brasil	9.008
Demais	26.821	Demais	89.806
<b>TOTAL MUNDO</b>	<b>194.210</b>	<b>TOTAL MUNDO</b>	<b>394.260</b>

Fonte: BRACELPA (2008a).

A produtividade florestal no Brasil é favorecida devido à extensão territorial e no clima, nos dando as vantagens competitivas para a produção de papel e celulose a partir de florestas plantadas, pois além de não utilizarmos árvores nativas, o eucalipto e o pinus crescem muito mais rapidamente que nos países do hemisfério norte, que lideram a produção mundial como verificado na Tabela 1 (BRACELPA, 2008c).

O eucalipto, ao lado do pinus, é a principal matéria prima desta indústria celulósica no Brasil. Em 450 municípios de 16 estados, nas cinco regiões brasileiras, encontramos suas plantações e indústrias produtivas (BRACELPA, 2008c). Na Tabela 2 está apresentada a área reflorestada de 2007 por estado.

No Brasil, a quase totalidade da produção de papel se dá a partir da celulose de fibras curtas, obtida de madeiras de áreas de reflorestamento; essas podem ser duras (eucaliptos) ou mais moles (pinus) – utilizadas conforme as demandas de mercado. A vantagem brasileira é o aproveitamento da planta em até 7 anos enquanto que no caso de florestas européias, esse período é de 20 a 50 anos (BRACELPA, 2008a).

TABELA 2: Área total Reflorestada existente em 31/12/2007 (em ha)

Estado	Gênero					Total
	Eucalipto	Pinus	Araucária	Acácia	Outros	
Amapá	11.874,4	-	-	-	-	11.874,4
Bahia	355.694,3	1.457,0	-	-	-	357.151,3
Espírito Santo	125.389,6	6,5	-	-	-	125.396,1
Maranhão	614,0	-	-	-	-	614,0
Mato Grosso do Sul	113.195,0	-	-	-	-	113.195,0
Minas Gerais	179.052,5	3.018,1	284,1	-	934,8	183.289,5
Pará	48.253,7	101,0	-	-	-	48.354,7
Paraná	53.835,9	197.413,2	3.464,4	-	0,5	254.714,0
Rio de Janeiro	1.652,7	-	-	-	-	1.652,7
Rio Grande do Sul	102.416,0	8.434,6	592,3	1.342,5	36,2	112.821,6
Santa Catarina	9.687,8	101.469,1	129,0	-	8,6	111.294,5
São Paulo	365.126,3	39.371,0	23,9	-	63,7	404.584,9
<b>Total</b>	<b>1.366.792,2</b>	<b>341.270,50</b>	<b>4.493,70</b>	<b>1.342,50</b>	<b>1.043,80</b>	<b>1.724.942,7</b>

Fonte: BRACELPA, 2008a.

O setor de celulose esta em crescimento no Mundo e no Brasil, junto a este crescimento a importância com a sociedade e clientes em relação à prevenção e conservação do meio ambiente, como mostra a Tabela 3 a seguir com os maiores produtores do setor.

TABELA 3 – Importância das estratégias para enfrentar a questão ambiental: 4 = muito grande; 3 = grande; 2 = pouca; 1 = nenhuma (situação em 2000).

Estratégias	Notas			
	Aracruz	Cenibra	VCP	Riocell
Desenvolvimento de novos produtos	3	3	3	4
Diferenciação do produto em relação aos concorrentes	3	4	4	4
Adequação do produto aos vários mercados	4	4	4	3
Associação da empresa, marca ou produto com práticas ambientais saudáveis	4	4	4	4
Estabelecimento de preços competitivos	3	4	2	3
Ênfase em promoções (prazos e/ou descontos)	2	3	2	2
Aumento do número de clientes (geográficos)	2	4	2	3
Busca de mercados menos exigentes	2	3	1	2
Busca de parcerias de longo prazo e por produtos de maior valor agregado	4	-	-	-

Fonte: HILBEMBER e BACHA, 2003, p. 163

Para Araújo (2004), o crescente aumento da conscientização da sociedade em prol da conservação ambiental vem acarretando pressões governamentais e de comunidades sobre as empresas, para que assumam a responsabilidade pelas emissões, efluentes e resíduos gerados em seus processos produtivos.

## 2.1 Preparação da madeira

As árvores são derrubadas, desganhadas, descascadas e cortadas, sendo que algumas fábricas realizam o descascamento na própria floresta. A casca e os galhos são utilizados em algumas empresas em caldeiras de biomassa. Após o transporte e a limpeza, a tora passam em um picador (disco rotativo de facas) que, em poucos segundos, transforma as toras em pequenos cavacos de tamanho uniforme e dimensões bem definidas, que facilita o processo de digestão. Os cavacos são separados para o cozimento ou caldeiras de biomassa através de peneiras. Os cavacos de madeira para celulose são, então, armazenados a céu aberto em um pátio ou em silos cobertos, conforme mostra a Figura 1.



Figura 1: Pátio de cavacos Lwarcel.  
Fonte: Lwarcel, 2008.

As vantagens da estocagem da madeira em forma de cavacos são: maior facilidade de movimentação e transporte; redução de mão-de-obra; disponibilidade de cavacos quando ocorrem problemas no picador ou classificador e alteração de extrativos que trás como vantagens menor teor extrativo e desvantagens um perda de talloile terebintina (GOMIDE, 2005).

Os cavacos classificados como “aceitos” são separados dos finos e dos super dimensionados como mostra a Figura 2. A classificação é feita em peneiras vibratórias com



perfurações ou em peneiras especiais para classificação por espessura, finos são queimados e os superdimensionados são repicados (GOMIDE, 2005).



Figura 2: O preparo dos cavacos - classificação  
Fonte: GOMIDE, 2005.

Para transformar a tora em fragmentos apropriados para polpação e minimizar cavacos super dimensionados, finos, palitos, super longos e contaminantes deve-se seguir algumas dimensões, onde a referência ideais de 20 mm comprimento e 4 mm espessura e aceitáveis de 10-30 mm comprimento e 2 to 8 mm espessura; (GOMIDE, 2005).

O primeiro sistema de Controle de Qualidade implantado no setor florestal foi a Vistoria de Qualidade, que surgiu no Estado de São Paulo e, em 1987, algumas empresas partiram para a aplicação do sistema participativo. Em ambos os casos, o levantamento dos controles de qualidade eram executados pelos chefes e líderes e a falta de treinamentos e apoio da alta direção da empresa fez com que os resultados ficassem aquém do esperado (RESENDE et al, 2000).

Para Resende et al (2000), dentre as atividades do setor florestal, a colheita é a que mais onera o custo de produção da madeira e, possivelmente, a que traz maior retorno com a implementação de programas de qualidade.

Jacovine (1996, apud RESENDE et al, 2000) verificou que uma empresa (Não encon) por não estar investindo em avaliação da qualidade e prevenção de falhas na atividade de colheita florestal, obteve um custo de falhas de R\$ 1.538,22 para cada hectare colhido.

Com as novas normas industriais de controle de qualidade florestal e os altos custos para colheita faz-se necessária a busca de novos certificados e compras de novas tecnologias para buscar a estabilidade no mercado interno e possibilitar a conquista no comercio externo, com preços mais competitivos.

Para Resende et al (2000) as empresas florestais estão sujeitas à implantação de programas relâmpagos no requisito de Controle de Qualidade, a fim de recuperarem o tempo perdido e se adaptarem à nova realidade das indústrias que buscam a certificação para as normas ISO.

Pequenas empresas também buscam esta certificação, a exemplo da Lwarcel Celulose que conquistou, em 2006, a Certificação FSC para o manejo de 17.000 ha de florestas plantadas de eucalipto e também para a cadeia de custódia do seu processo de produção, junto à compra de novas tecnologias para colheita como mostra a Figura 3 (MORAIS, 2008).



Figura 3: Carregamento de madeira no campo da Lwarcel.  
Fonte: MORAIS, 2008.

Atualmente, as empresas buscam implantar os sistemas de Qualidade Total nas indústrias e a busca de certificação para FSC e ISO. Sendo a área florestal a primeira de uma indústria de celulose, não poderia ficar sem essas certificações.

O compromisso com o desenvolvimento sustentável orienta as práticas de manejo dos plantios de eucalipto e a preservação dos ecossistemas. As práticas ambientais adotadas nas fábricas são também objeto de contínuos processos de aprimoramento (ARACRUZ, 2008a).

A Aracruz é a única empresa no mundo do setor de produtos florestais e papel que integra o Índice Dow Jones de Sustentabilidade (DJSI World) 2007, que destaca as melhores práticas em sustentabilidade corporativa no mundo. Na Bovespa, inclui-se entre as 34 empresas que compõem o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) (ARACRUZ, 2008a).

O controle de qualidade não deve estar voltado apenas para o produto final obtido, mas também para todo o processo que envolve a atividade florestal. Deve-se procurar reduzir os custos e garantir a qualidade de cada etapa desse processo, para que se obtenha um produto final com qualidade e a custo competitivo (RESENDE et al, 2000, p.4).

## 2.2 Da madeira à celulose marrom

Esta fase ocorre após a picagem, seleção e estocagem, em que se dão as etapas de digestão (o coração do processo), separação do licor negro da celulose, sua concentração nos evaporadores, queima na caldeira de recuperação (co-geração de energia), formação do licor verde e caustificação/ calcinação (recuperação de produtos químicos, que são reciclados à digestão). (FIESP, 2008a, p.20)

**Digestão:** Os cavacos são submetidos a uma ação química com licor branco (soda cáustica mais sulfeto de sódio) e vapor de água dentro do digestor com temperatura, pressão e tempo controlados. A lignina tem como função dissociar as fibras da madeira e é separada nos processos seguintes (lavagem). O processo de Cozimento é realizado em batelada ou de forma contínua num Digestor que é, na realidade, um grande vaso de pressão.

Os cavacos selecionados são submetidos a uma ação química com uma solução aquosa alcalina contendo reagentes como hidróxido de sódio (NaOH) e sulfeto de sódio (Na<sub>2</sub>S), com temperaturas, pressão e tempo controlados. A importância dos produtos químicos é para atacar a lignina na madeira. Os produtos químicos utilizados reagem com a lignina, fragmentando-a em substâncias de baixa massa molar que se solubilizam na solução alcalina e que podem ser removidas das fibras por inúmeras etapas de lavagem. (GOMIDE, 2005).

A lignina foi originalmente descoberta por Anselm Payen em 1838, após tratamento da madeira com ácido sulfúrico concentrado. O nome lignina vem do latim "lignum" que

significa madeira. Hoje em dia, sabe-se que a lignina é basicamente um polímero aromático constituído de um sistema heterogêneo e ramificado sem nenhuma unidade repetidora definida (COLODETTE, 2005).

Alguns cozimentos são feitos em bateladas ou de modo contínuo. Após o cozimento, a massa e o licor passam para um tanque de descarga (Blow-TanK), onde a pressão é equalizada e feita a separação em celulose e licor negro.

Ultimamente, são utilizados os digestores contínuos por apresentarem menor nível de emissões atmosféricas odoríferas, o que recomenda sua adoção em quase todas as plantas, recentes ou reformadas, conforme mostra a Figura 4. (FIESP, 2008a, p.21)

Durante o cozimento, a lignina e os carboidratos são atacados por hidrosulfetos ( $\text{SH}^-$ ) e hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ). O  $\text{SH}^-$  ataca a lignina e o  $\text{OH}^-$  ataca tanto a lignina como os carboidratos. Uma parte da lignina não é retirada para evitar o ataque exagerado aos carboidratos, estes produtos químicos são recuperados em outros processos. (GOMIDE, 2005)



Figura 4: Digestor contínuo – foto de Celso Foelkel

Fonte: FIESP, 2008a, p.21

São variáveis interdependentes que contribuem para a impregnação e cozimento do cavaco. As temperaturas são fundamentais no processo de cozimento, a etapa de impregnação deve ser completada até a temperatura de 140°C, ponto em que a lignina começa a ser degradada. Na etapa de deslignificação e degradação dos carboidratos (cozimento) a temperatura deve se manter na faixa de 160 a 180 °C, a partir deste valor, o processo passa a ser menos seletivo e a degradação dos carboidratos passa a ser maior do que a da lignina. O tempo e a temperatura mais baixa conciliados promovem um rendimento maior do processo e melhor resistência à fibra, mas por segurança a temperatura de trabalho normalmente é de 165 e 175 °C. (GOMIDE, 2005).

### 2.3 Da celulose marrom à celulose branqueada

**Lavagem Alcalina:** O objetivo da Lavagem Alcalina é separar as fibras de celulose da lignina dissolvida durante o cozimento.

Na digestão em batelada, utiliza se tambores a vácuo, enquanto os digestores contínuos usualmente têm a vantagem de ser equipada com uma zona de lavagem em alta temperatura, filtros rotativos e lavados em contra corrente em processo TCF.

Esta fase engloba a etapa de digestão da madeira até a máquina de secagem de celulose, o que inclui todos os passos de depuração da massa marrom e o branqueamento. São as etapas que envolvem o maior consumo de água.

Os processos químicos são os que geram as polpas mais puras, sendo os mais utilizados no país. Transformam aproximadamente metade da madeira em “resíduo” (grande parte na forma de licor negro), além de demandar grandes quantidades de água e apresentar impactos ambientais potenciais significativos (FIESP, 2008a, p. 17)

**Branqueamento:** Sendo a etapa do processo que causa maior impacto ambiental devido à utilização de agentes oxidantes num processo convencional usualmente são empregado composto de cloro, como o dióxido de cloro, para impregnar a massa e oxidar a lignina que vem de etapas anteriores do processo de produção. Este tratamento químico é feito em reator com temperatura, pH e tempo controlados.

Segundo Colodette (2005), para uma determinada pasta, existe uma dosagem de peróxido que resulta no máximo ganho de alvura em um único tratamento. Dosagens acima

desta apresentam pequenos benefícios. A carga de peróxido aplicada varia conforme o tipo de madeira e processo de polpação aplicado. A dosagem ótima deve ser determinada para cada caso e, em função de outras variáveis em geral fica entre 1 - 2,5%.

Segundo Colodette (2005), a qualidade e idade da madeira influenciam na branqueabilidade da pasta, por devidos fatores, presença de sujeira, íons metálicos, casca e nós na madeira, madeira com fungos e apodrecida reduzem a alvura com consequência a branqueabilidade da pasta.

**Dióxido de cloro:** assim como o ozônio, ele é um oxidante muito forte e precisa ser gerado na própria unidade industrial, para uso imediato, enquanto que o peróxido de hidrogênio, o oxigênio e os álcalis podem ser recebidos de terceiros (FIESP, 2008a).

A geração de dióxido de cloro ocorre através da reação em vasos pressurizados cilindros. O ar é usado para remover  $\text{Cl}_2$  por  $\text{ClO}_2$  e para manter a pressão parcial do  $\text{ClO}_2$  abaixo de 100 mmHg para evitar explosão. O  $\text{ClO}_2$  passa através de uma torre de absorção de gás com água em contra corrente a temperatura de 1 – 4 °C, produzindo uma solução de 6-10g/l de  $\text{ClO}_2$ .

Segundo Colodette (2005), as vantagens da substituição parcial do  $\text{Cl}_2$  por  $\text{ClO}_2$  é a redução do custo do branqueamento, melhoria dos efluentes em relação à menor DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), DQO (Demanda Química de Oxigênio), AOX (Halogênios orgânicos adsorvíveis) e toxidez, e a reação de fácil controle.

A lignina remanescente na polpa após ozonólise contém alta quantidade de grupos  $\text{COOH}$  e durante a reação do ozônio com  $\text{CH}_2\text{O}$  ocorre despolimerização das cadeias e formação de grupos carbonilas.

A eficiência da lavagem após cada estágio de branqueamento garante a retirada das moléculas de lignina e a economia de reagente no próximo estágio, com isto a celulose sofre menor degradação (COLODETTE, 2005).

Os impactos com estes produtos químicos no efluente do branqueamento são desastrosos ao meio ambiente mas conversões das fábricas a ECF e TCF eliminaram virtualmente a produção de compostos clorados persistentes e bio-cumulativos

No entanto, pelo fato da celulose totalmente livre de cloro (TCF) ter maior custo de produção do que a celulose isenta de cloro elementar (ECF) e as críticas a danos ambientais esta voltada para as empresas, as empresas de celulose de todo o mundo passaram a dar preferência à produção de ECF (HILGEMBER E BACHA, 2003).



Verifica-se que no processo de branqueamento são utilizados vários produtos químicos que podem agredir o meio ambiente e também que o processo de cozimento da madeira até o branqueamento é o que mais utiliza água no processo, ou seja, maior número de resíduos químicos dispersos no meio aquoso. O importante é saber o ponto e a hora correta para eliminar ou executar a reutilização dos efluentes, para não agredir o meio ambiente e através da reutilização conseguir um melhor custo e sem comprometer a qualidade do produto final.

A preocupação não deve restringir se somente com água de resíduos químicos no processo. Outros pontos devem ser analisados. Como exemplo da Lwarcel Celulose, apresenta confiança em seus 7 projetos, descritos abaixo, utilizados para redução de consumo de água juntamente com a planilha (Tabela 4), que mostra a redução específica de água por tonelada seca ( $m^3/adt$ ) de cada equipamento.

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

No mês em que se comemora o Dia Mundial da Água, a Lwarcel celulose é referência no setor de celulose por apresentar o melhor resultado quanto ao consumo de água por tonelada produzida, sendo a vencedora 3º Prêmio FIESP de Conservação e Reuso da Água. O Setor apresenta em torno de 35 a 50 $m^3$  de água por tonelada e a Lwarcel com seus programas de reuso chega a 13,05  $m^3/ton.$  de celulose produzida.

TABELA 4: Redução de consumo de água da Lwarcel – Total

Projetos	Redução de capacidade de água		
	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /adt	% equivalente
<b>Projeto 1</b>	173,02	7,00	23,33
<b>Projeto 2</b>	26,00	1,05	3,51
<b>Projeto 3</b>	14,00	0,60	2,01
<b>Projeto 4</b>	51,00	2,06	6,88
<b>Projeto 5</b>	37,40	1,51	5,04
<b>Projeto 6</b>	5,50	0,22	0,74
<b>Projeto 7</b>	14,70	0,59	1,98
<b>Total</b>	322,52	13,05	43,49

Fonte: FIESP, 2008b.

Com este prêmio no setor de celulose, outras indústrias do ramo interagem em seus processos para o mesmo objetivo, pois em alguns estados já começaram a cobrança pela captação da água. A Klabin de Telêmaco Borba – PR, iniciou novos projetos com membranas de ultrafiltração em seu sistema ETE, no qual já começa a ver resultados. Feiras e Convenções do setor papelero mostram as novas tecnologias e as divulgações de idéias de trabalhos nos processos que facilitam a implantação em outras empresas.

## 2.4 Secagem da celulose branca

**Secagem da Celulose Branca:** É a última fase da produção, onde ocorre a última etapa de depuração para retirada das impurezas, muitas das vezes com sistema de bateladas de cleaner de centrifugas que podem chegar até a torre de estocagem de fibra limpa. Inicia-se com sistema de mesa para retirada da maior quantidade de água possível, seguida de sistemas de prensagem e logo após a celulose é encaminhada à secadora, podendo passar por cilindros aquecidos a vapor, ou por colchões de ar aquecido, saindo em forma de bobina ou fardos, pronto para ser exportada ou para clientes internos.

Fica evidenciado, então, que a obtenção de um processo adequado na secagem e uma qualidade de fibra de acordo com as normas ambientais, não se restringe apenas a avaliar esta etapa do processo, mas também as demais inter-relações existentes com as etapas anteriores do processo.



### 3. PERFIL DO SETOR DE CELULOSE

No manual PmaisL é verificado que o setor de celulose e papel é um dos segmentos industriais mais competitivos do País, com um padrão de qualidade equivalente aos melhores do mundo, atuando num mercado globalizado e extremamente ativo. (FIESP, 2008a).

A indústria brasileira de celulose consiste no grupo de empresas produtoras de celulose de fibra longa e curta. Algumas empresas utilizam o seu próprio produto, como no caso dos fabricantes de papel, e muitas das vezes sua produção de celulose é maior que de seu produto final, destinando sua celulose para venda. (HILGEMBER e BACHA, 2003).

A Tabela 5 mostra o crescimento da produção de celulose no decorrer dos anos é maior que a produção do papel, fazendo que as celulosas sejam vendidas para o mercado externo.

TABELA 5 – Evolução da produção brasileira de celulose e papel – em tonelada anuais

<i>ANO</i>	<i>CELULOSE (Fibra Curta)</i>	<i>% Crescimento</i>	<i>PAPEL</i>	<i>% Crescimento</i>
2001	7.4012.027	-0,69	7.434.767	3,3
2002	8.021.095	8,22	7.773.913	4,52
2003	9.069.247	13,07	7.915.504	1,82
2004	9.620.143	6,07	8.452.411	6,78
2005	10.352.113	7,61	8.597.307	1,71
2006	11.139.449	7,2	8.744.427	1,8

Fonte: BRACELPA (2008a)

O eucalipto é utilizado na indústria celulósica de fibras curtas, por ser obtido de madeiras de áreas de reflorestamento. O clima influencia em seu crescimento, que pode levar de 7 a 50 anos. Nesse aspecto, o Brasil é privilegiado com o seu clima e, tomando proveito da situação, vem a ser o maior produtor de celulose de eucalipto, como mostra a Tabela 6 (BRACELPA, 2008a e 2008c).

TABELA 6 – Brasil: Líder na Produção de Celulose de Eucalipto

1.000 t	1990	1995	2000	2005	2010
Brasil	1.380	2.280	3.615	6.000	10.010
Chile	-	270	450	760	2.265
Uruguai	-	-	-	-	1.825
Espanha	735	895	1.040	1.235	1.420
Portugal	1.075	1.075	975	925	975
China	-	-	-	415	635
Outros	305	600	1.050	1.100	950
<b>Total</b>	<b>3.495</b>	<b>5.120</b>	<b>7.130</b>	<b>10.525</b>	<b>18.150</b>

Fonte: BRACELPA (2008a)

No Brasil há seis grandes empresas produtoras de celulose de mercado: Aracruz, Cenibra, Bahia Sul, Jarí Celulose, Votorantim e Riocell, as quais responderam por 72,9% da produção nacional de celulose e por 100% das exportações desse produto em 2001. (HILGEMBER e BACHA, 2003). Na Tabela 7, estão listados os principais produtores brasileiros de celulose com suas respectivas participações no mercado.

TABELA 7 – Principais produtores brasileiros de celulose – 2001

<i>Empresa</i>	<i>Produção (mil ton.)</i>	<i>% do total</i>	<i>% acumulado</i>
Grupo Klabin	1.275.394	18,8	18,4
Aracruz	1.272.388	18,3	36,7
VCP (Votorantim)	800.705	11,5	48,2
Cenibra	792.344	11,4	59,6
Bahia Sul	595.400	8,6	68,2
Suzano	400.854	5,8	74,0
International Paper	334.185	4,8	78,8
Jarí celulose	326.310	4,7	83,5
Ripasa	303.238	4,4	87,9
Rigesa	200.608	2,9	90,8
Outros	642.040	9,2	100,00

Fonte: HILGEMBER e BACHA, 2003

Grandes indústrias como Klabin, Aracruz e Votorantim fazem parte das maiores indústrias papeleiras hoje no Brasil, umas com seus interesses de liderar o mercado Brasileiro e outras apenas de fazer parte de um grande País. Hoje, as empresas grandes e pequenas fazem uma ligação com a sociedade para conquistar o seu território ou apenas para apresentar seu nome na mídia, com projetos sociais, muitas vezes sem retorno econômico, porém, uma aparência ideal que a empresa deseja mostrar. O importante que todas as empresas tenham

seus investimentos não só voltado para o crescimento e sim na proteção do meio ambiente, sociedade e de si próprio.

A KLABIN é a maior produtora, exportadora e recicladora de papéis do Brasil. Possui 17 unidades industriais no Brasil e uma na Argentina. Auto-suficiente em madeira, possui 216 mil hectares de florestas plantadas e 177 mil hectares de mata nativa preservada. (KLABIN, 2008)

A ARACRUZ Celulose é uma empresa brasileira, líder mundial na produção de celulose branqueada de eucalipto. Responde por 24% da oferta global do produto, destinado à fabricação de papéis de imprimir e escrever, papéis sanitários e papéis especiais de alto valor agregado. Conta com mais de 286 mil hectares de plantios renováveis de eucalipto, intercalados com cerca de 170 mil hectares de reservas nativas, que são fundamentais para assegurar o equilíbrio do ecossistema (ARACRUZ, 2008a).

A VOTORANTIM Celulose e Papel (VCP) é uma das líderes do setor de celulose e papel do Brasil, suas unidades industriais e florestais estão localizadas no Estado de São Paulo, Mato Grosso do Sul e no Rio Grande do Sul. Quase 90% da celulose vendida vão para o exterior e cerca de 70% do papel destina-se ao mercado interno (VCP, 2008).

Com o aumento de consumo de papéis de impressão e para utilização de embalagem, o Brasil desenvolveu ampliações e projetos de novas unidades nos estudos neste primeiro semestre de 2008; porém, com as crises voltadas para o câmbio do dólar, a situação foi alterada no segundo semestre.

Entre as empresas que tiveram perdas com as operações envolvendo os chamados derivativos cambiais estão a Aracruz, a Sadia e a Votorantim Celulose e Papel. A Aracruz, maior fabricante de celulose de eucalipto do país, fechou o terceiro trimestre com perda de R\$ 1,642 bilhão, depois de registrar lucro líquido de R\$ 260,8 milhões no mesmo período de 2007. O prejuízo estimado da Votorantim Celulose e Papel no terceiro trimestre foi de R\$ 586 milhões (CELULOSEONLINE, 2008a).

Entre as principais medidas divulgadas no dia 17 de outubro ao mercado, junto com os resultados do terceiro trimestre da Aracruz, estejam a suspensão temporária dos investimentos no projeto Guaíba II (RS) e da compra de terras e da formação de florestas dos projetos Veracel II (BA) e de Minas Gerais. Com essas medidas, a Aracruz prevê reduzir em aproximadamente US\$ 900 milhões o desembolso com investimentos até 2009. (ARACRUZ, 2008b)

Mesmo com a projeção elevado do dólar, os principais investimentos das maiores empresas do ramo de celulose e papel podem vivenciar na Tabela 8, no qual acreditam que a crise possa estabilizar e os projetos reiniciarem novamente.

TABELA 8: Principais Investimentos

<b>2007</b>			
<b>Em operação</b>			
	<b>Localização</b>	<b>Produto</b>	<b>US\$ Milhões</b>
Aracruz	ES	Celulose de Mercado	200
Bahia Pulp	BA	Celulose Dissolução	400
Suzano	BA	Celulose de Mercado	1.350
Klabin	PR	Papel cartão	1.090
<b>Total</b>			<b>3.040</b>
<b>2008 - 2009</b>			
<b>Em implantação</b>			
	<b>Localização</b>	<b>Produto</b>	<b>US\$ Milhões</b>
VCP	MS	Celulose de Mercado	1.500
International Paper	MS	Papel p/ Imprimir e Escrever	260
<b>Total</b>			<b>1.760</b>
<b>2010 - 2012</b>			
<b>Em Estudo</b>			
	<b>Localização</b>	<b>Produto</b>	<b>US\$ Milhões</b>
Aracruz (*)	RS	Celulose de Mercado	1.800
Veracel	BA	Celulose de Mercado	1.500
VCP	RS	Celulose de Mercado	1.500
Cenibra	MG	Celulose de Mercado	680
Stora Enso	RS	Celulose de Mercado	1.500
<b>Total</b>			<b>6.980</b>

(\*) Projeto aprovado. Entrada em operação em Agosto/2010

Fonte: BRACELPA (2008a)

Com o aumento de consumo e crescimento de produtos que utilizam a celulose de fibra curta de eucalipto, o grupo Lwart de Lençóis Paulista inicia um novo investimento de R\$ 145 milhões em sua produção de celulose. Mesmo com a crise financeira mundial, essa empresa familiar mostrou interesse de continuar com seus projetos. O objetivo principal é tornar as indústrias do grupo auto-suficientes em geração de energia elétrica já para o segundo

semestre de 2009 e vender o excedente de energia e aumentar sua produção de celulose para 240 mil toneladas/ano. A Lwarcel Celulose produz celulose de eucalipto e no segundo semestre de 2008 inicia um investimento de R\$ 55 milhões, para aperfeiçoar o desempenho de seus processos, eliminar gargalos, melhorar os sistemas de controle ambiental e, por fim, chegar ao aumento da capacidade de produção. Este novo projeto P700 vem para superar o P500, que em 2007 proporcionou uma produção de 214,8 mil toneladas/ano (CELULOSEONLINE, 2008b).

## 4. ORIGEM E ABRANGENCIA DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Em julho de 1995, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI-RS (Porto Alegre-RS) foi escolhido pela UNIDO - Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial e pela UNEP - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, para sediar o 10º Centro Nacional de Produção mais Limpa de uma série de 23 centros instalados pelo mundo.

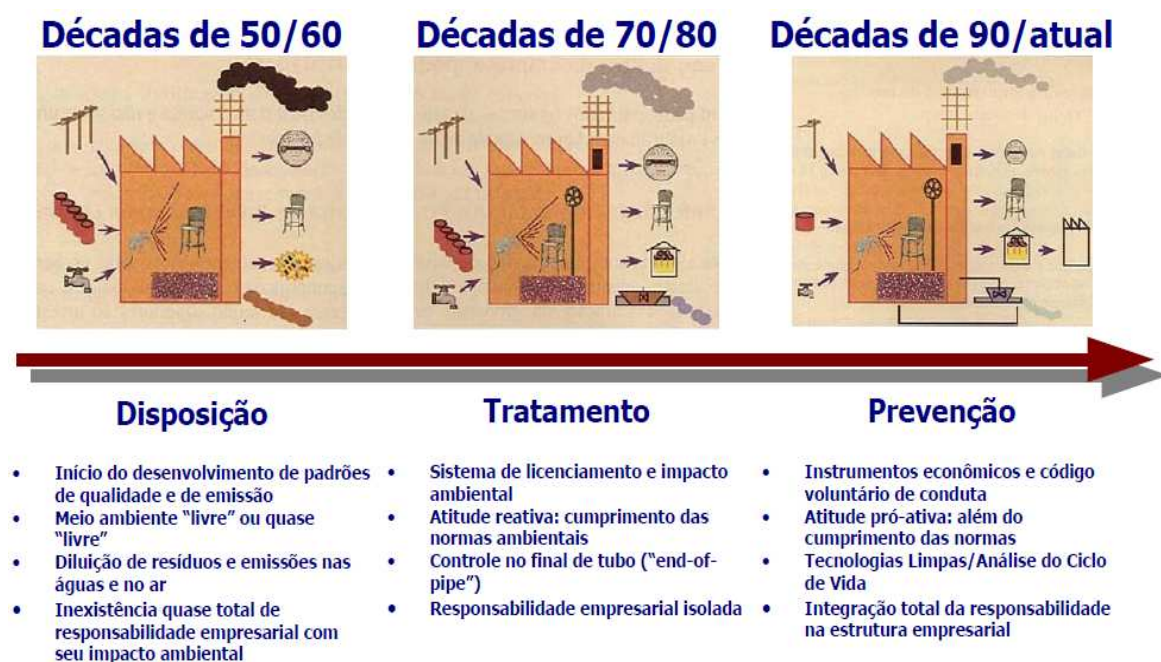


Figura 5: Evolução das questões ambientais

Fonte: CNTL, 2008.

Nos últimos 50 anos, as políticas de controle da poluição evoluíram dos métodos do que fazer com os resíduos (fim de tubo) e com a abordagem diferente do tema vem a ser "o que fazer para não gerar resíduos?", importante aspecto para o fundamento da Produção mais Limpa, como mostra a Figura 6 (CNTL, 2008).

Nas técnicas de fim de tubo os resíduos do processo são tratados em equipamentos com essa finalidade e as análises na proteção ambiental são executadas por especialistas competentes, sem se preocupar com a utilização de matérias-primas, água e energia, fazendo que os custos do processo sejam elevados. A Produção mais Limpa, ao contrário do "fim de tubo", que é pretensão a reação, passa a ser pretensão a ação, ou seja, todos têm com o objetivo de proteger o meio ambiente, desde construção de engenharia de processos até o tratamento de resíduos, com vistas a ajudar a reduzir os custos.



Figura 6: Abordagem de geração de resíduo

Fonte: CNTL, 2008.

Quando atua-se na geração de resíduos em uma empresa focando a primeiramente ação diz-se que é um trabalho de forma tradicional, porém isso faz elevar o custo do gerenciamento ambiental a longo prazo. As empresas que trabalham na fonte geradora dos resíduos, através de redução ou reciclagem interna e externa, acreditou que esta empresa esteja trabalhando com a Produção mais Limpa. Pode-se comparar o processo de tratamento de resíduos até o gerencialmente ambiental de empresas com diferentes sistemas ambientais nas Figura 7 e 8.



Figura 7: Tipos de custos gerados pela abordagem tradicional de gerenciamento ambiental.

Fonte: CNTL, 2008.

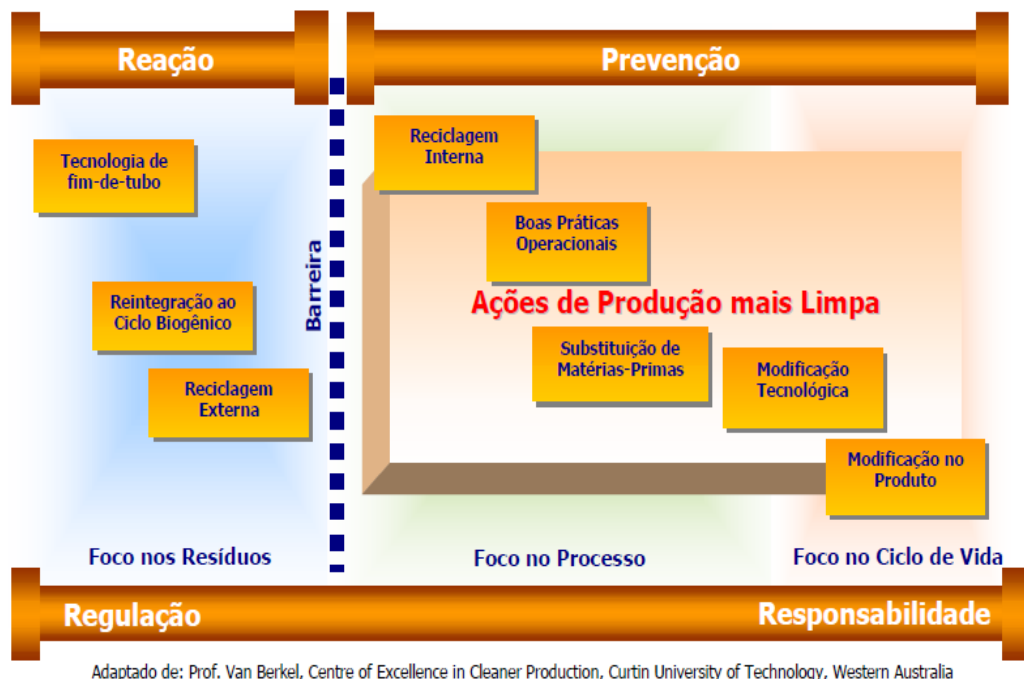


Figura 8: Evolução das empresas rumo a Produção mais Limpa  
Fonte: CNTL, 2008

A Produção Mais Limpa significa na visão da UNEP, a aplicação contínua de estratégias ambientais, econômicas e tecnológicas preventivas e integradas aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, reduzindo os riscos para os indivíduos e o meio ambiente (ARAÚJO, 2004 p. 27).

Para o CNTL (2008), a Produção mais Limpa é considerável a variável em todos os níveis da empresa, como por exemplo, a compra de matérias-primas, a engenharia de produto, o design, o pós-venda, e relaciona as questões ambientais com ganhos econômicos para a empresa, fazendo com que o processo ganhe eficiência no emprego de seus insumos aumentando o ganho de produtividade e orientando as formas de trabalho para não poluição do ambiente.

O Programa de Produção mais Limpa integra-se aos Sistemas de Qualidade, Gestão Ambiental e de Segurança e Saúde Ocupacional, proporcionando o completo entendimento do sistema de gerenciamento da empresa (CNTL, 2008).



#### 4.1 Benefícios Ambientais da Produção Mais Limpa

São benefícios da Produção mais Limpa:

1. **Eliminação/redução de resíduos:** procurar eliminar ou reduzir o lançamento de resíduos no meio ambiente.
2. **Produção sem poluição:** Utilizar recursos naturais em circuito fechado sem contaminar o meio ambiente ou alterar a qualidade do processo.
3. **Eficiência energética:** Conseguir o maior valor específico possível.
4. **Saúde e segurança no trabalho:** promover um ambiente de trabalho mais limpo, mais seguro e mais saudável.
5. **Produtos ambientalmente adequados:** Fazer produtos e subprodutos o mais ambiental possível para não ter problemas com a saúde humana e o meio ambiente.
6. **Embalagens ambientalmente adequadas:** As embalagens dos produtos de ser a mínima possível e causar menor impacto ambiental possível.

Como pode-se verificar a Produção mais Limpa aperfeiçoa todo o processo desde a sua produção até o seu descarte, gerando um ambiente de trabalho mais saudável e gerando melhoria sustentáveis de longo prazo.

Para Araújo (2004), o objetivo da Produção mais Limpa é atender a necessidade de produtos de forma sustentável, isto é, usando com eficiência materiais e energias renováveis, não nocivos, conservando ao mesmo tempo a biodiversidade e suas questões ambientais são centralizadas no produto.

## 5. IMPLANTAÇÃO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Com a missão de promover o desenvolvimento mundial da normalização e atividades relacionadas, de forma a facilitar a troca internacional de bens e serviços e desenvolver a cooperação nas áreas intelectual, científica, tecnológica e econômica surgiu em 1947, a ISO com sede em Genebra.

Para Araújo (2004), a certificação ISO 14000 traz consigo algumas críticas para garantia de um desenvolvimento realmente sustentável, por ser um sistema administrativo (burocrático) do que tecnologicamente efetivo, fazendo que as empresas mudem seu âmbito social, cultural e do processo, contudo acredita que sistemas produtivos baseados no chamado Produção Mais Limpa chegam ao propósito das metas de um desenvolvimento sustentável como prevenir o resíduo direto na fonte.

Recomenda-se que Produção mais Limpa e Sistemas de Gestão Ambiental sejam vistos como instrumentos complementares, inseridos em um contexto de melhoria desempenho ambiental (ARAÚJO, 2004).

Nos estudos levantados em Santa Catarina, Araújo mostra que o programa de PmaisL comprova que é um instrumento eficiente e eficaz para cumprir com as necessidades ambientais do desenvolvimento sustentado, independente da empresa que o implantar, como mostra a Tabela 8 a seguir.

TABELA 8: Benefícios ambientais – minimizações em 22 empresas de vários setores que implantaram o PmaisL em Santa Catarina, realizado em 2003.

Resíduos sólidos: 16.500 toneladas
Consumo de água: 262.416 m <sup>3</sup> /ano
Consumo de energia elétrica: 849.815 kWh/ano
Geração de efluentes: 87.493 m <sup>3</sup> /ano
Resíduos perigosos: 36.581 kg/ano

Fonte: Araújo, 2004

Empresas pioneiras no PmaisL como a Suzano, também mostraram crescimentos sociais, econômicos e ambientais; assim qualquer setor que pretende aderir o programa PmaisL deve seguir as 5 etapas dos 20 passos mostrados resumidamente na Figura 9.

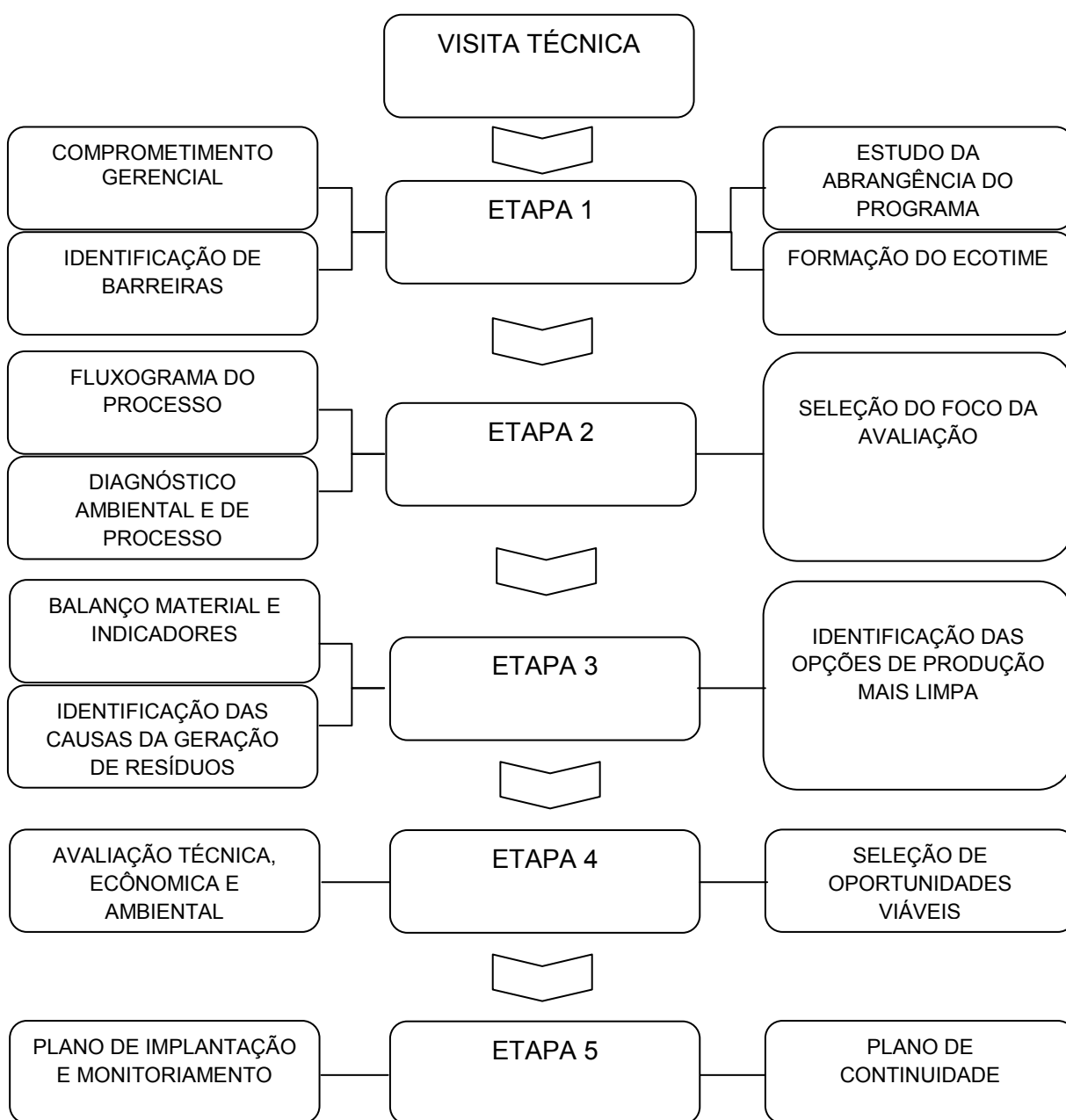


Figura 9: Fluxograma de Implantação da Produção mais Limpa

Fonte: CNTL, 2008.

## **5.1 Etapa 1**

Na Primeira etapa é necessário definir a abrangência do programa PmaisL. Verificar se a empresa quer começar o programa na empresa total ou por setores críticos e identificar as barreiras à implementação. Nesta primeira etapa, é essencial que diretores e gerentes apóem o programa e a formação do Ecotime que é um grupo de trabalho formado por profissionais da empresa que tem por objetivo conduzir o programa de Produção mais Limpa (CNTL, 2008).

## **5.2 Etapa 2**

A ETAPA 2 contempla o estudo do fluxograma do processo produtivo, a realização do diagnóstico ambiental e de processo e a seleção do foco de avaliação, descritos a seguir.

### **5.2.1 Estudo do fluxograma do processo**

Na Segunda etapa, também é executada uma análise detalhada do fluxograma, que servirá como uma ferramenta de estratégias para identificação e quantificação dos fluxos de massa e energia nas diversas etapas deste processo (CNTL, 2008).

### **5.2.2 Realização do diagnóstico ambiental e de processo**

Após o levantamento do fluxograma do processo produtivo da empresa, o Ecotime executa levantamentos quantitativos de entrada e saída de matérias-primas, água, energia e outros insumos, como também verifica a situação ambiental da empresa, estocagem, armazenamento e acondicionamento de produtos, matérias-primas e insumos.

### **5.2.3 Seleção do foco de avaliação**

Com todas estas informações acima são analisadas, considerando os regulamentos legais, a quantidade de resíduos gerados, a toxicidade dos resíduos, e os custos envolvidos (CNTL, 2008).

### **5.3 Etapa 3**

Na ETAPA 3 é elaborado o balanço material e são estabelecidos indicadores, identificadas as causas da geração de resíduos e feita a identificação das opções de produção mais limpa. Cada fase desta etapa é detalhada a seguir.

#### **5.3.1 Análise quantitativa de entradas e saídas e estabelecimento de indicadores**

Os itens avaliados são os mesmos da atividade de Realização do Diagnóstico Ambiental e de Processo, o que possibilita a comparação qualitativa entre os dados existentes antes da implementação do Programa de Produção mais Limpa e aqueles levantados pelo Programa (CNTL, 2008).

#### **5.3.2 Identificação das causas da geração de resíduos**

Aqui, são encontrados os vários pontos que proporcionam a geração de resíduos, como por exemplo, a falta de treinamento dos operadores de como relacionar com os equipamentos, matéria prima e produto. Os parceiros comerciais também interferem no acúmulo do resíduos.

#### **5.3.3 Identificação das opções de Produção mais Limpa**

São utilizadas várias estratégias visando a Produção mais Limpa e a minimização de resíduos, conforme demonstra o a Figura 10.

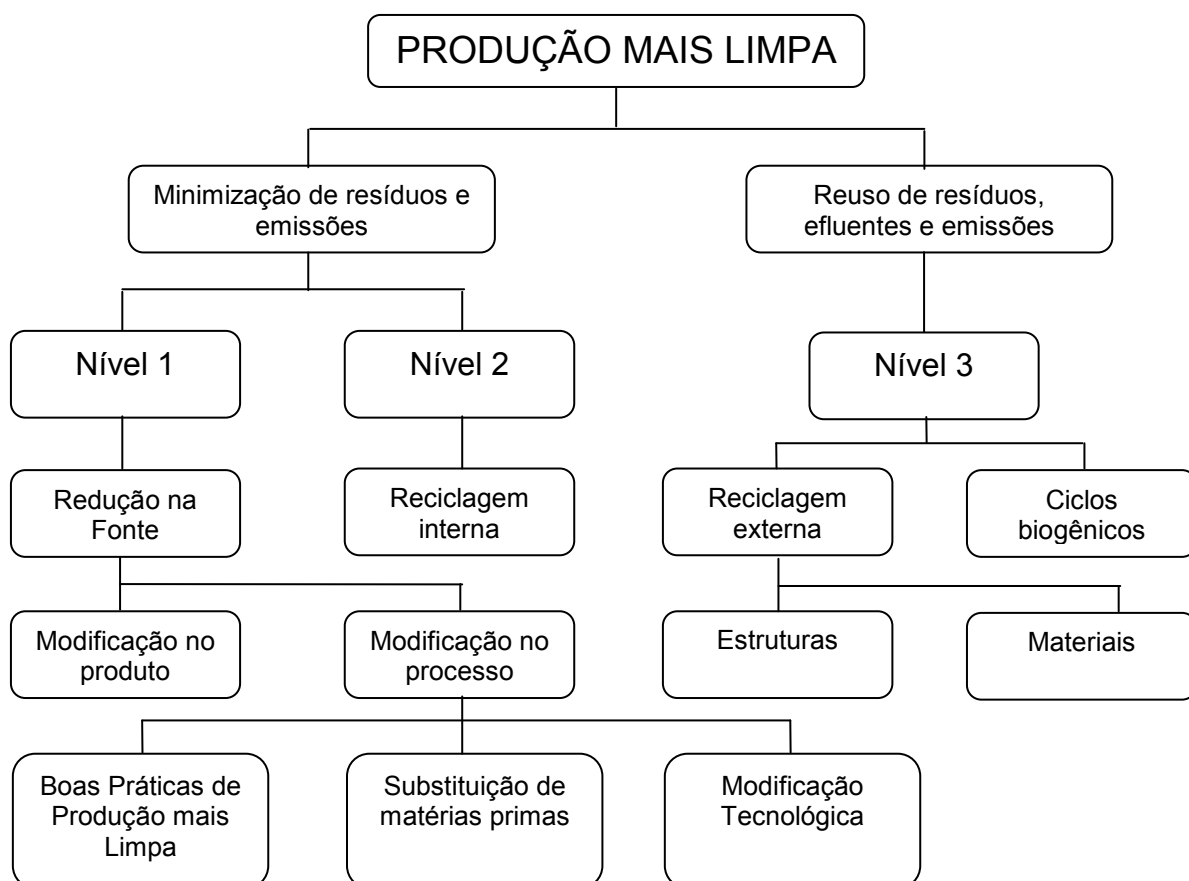


Figura 10: Fluxograma da geração de opções de Produção mais Limpa

Fonte: CNTL, 2008.

A prioridade da produção mais Limpa está no topo (nível 1) do fluxograma: eliminar ou minimizar resíduos, efluentes e emissões no processo produtivo nos pontos em que são gerados. A reciclagem interna, que possibilita o uso como matérias auxiliares e insumos no próprio processo da indústria, aparece no nível 2. A reciclagem externa e ciclos biogênicos, fazendo uma reintegração ao ciclo econômico, como papel, aparas, vidros e materiais de compostagem, estes resíduos não podem ser reintegrados à produção.

#### 5.4 Etapa 4

A ETAPA 4 constitui-se da avaliação técnica, econômica e ambiental e da seleção de oportunidades viáveis.

Araújo (2004), relata que os fatores ambientais serão prioritários e os aspectos econômicos tornar-se-ão consequência.

## **5.5 Etapa 5**

Nesta última etapa, deve-se considerar que o monitoramento já tenha dado início junto à implantação, com a participação do Ecotime e todos do setor envolvido. Após todas estas etapas podemos dizer que o programa está implantado, embora necessitando de um plano de monitoramento com planejamento, preparação, implementação, análise e relatório de dados, para que se possa fazer comparações do antes e o depois.

O tempo para implantar o programa Produção mais Limpa varia em função dos dados de controle do processo disponíveis, do número de funcionários e da situação ambiental da empresa. O período pode variar de 3 a 18 meses, sendo em média de 12 meses (CNTL, 2008).

## **5.6 Finalizações**

O programa PmaisL iniciou-se no Brasil através do CNTL do Rio Grande do Sul, em 1995. No decorrer dos anos, foi implantado uma série de manuais ou guias para cada tipo de indústria e setor. Em 14 de dezembro de 2007 a FIESP em parceria com CETESB lançou o Guia de Produção Mais Limpa do Setor de Papel e Celulose, que visa proporcionar às indústrias a adesão ao programa PmaisL. Apesar de muitas indústrias que já contam o sistema com ISO 14000 serem integrada do programa PmaisL, o guia possibilitará as empresas com pequenos recursos financeiros participarem do programa.

## 6. PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO SETOR PAPELEIRO

Empresas do setor de celulose e papel têm grande impacto ambiental. Elas exigem investimentos em estações de tratamento de efluentes, modernizações tecnológicas menos poluentes, controle de emissões aéreas e outros. Desta forma podemos dizer que o setor trabalha com investimentos relacionados ao meio ambiente de uma forma contínua, melhor dizendo, as empresas de celulose têm muita afinidade com tratamentos de final de tubo. (IBPS, 2008).

Para Araújo, (2004) a empresa que não permite grandes investimentos em gestão ambiental pode começar fazendo adaptações em seus sistemas produtivos no sentido de se tornar coerente com a legislação mais exigente que se configura na atualidade ou, por exemplo, certificar seu produto para garantir um mercado específico.

Para Celso Foelkel, a indústria tem a ganhar com a modernização e tecnologias de equipamentos, pois com o aperfeiçoamento destes tende a gerar menos resíduos e desperdícios, sendo assim consumindo menos recursos naturais. Portanto as empresas melhoram sua economia e desempenho financeiro ao se modernizarem. Além disso, obtêm-se, colaboradores mais motivados e meio ambiente protegido (IBPS, 2008).

Nos dias de hoje deve-se atentar a prevenção, seja ela social, econômica ou ambiental, verifica-se que as indústrias papeleiras iniciam uma busca contra o tempo as novas tecnologias industria e os programas de gestão ambiental, umas avançadas em suas gestões outras procurando se adaptar para sua própria sobrevivência. O relato de que as empresas de celulose têm muita afinidade com tratamentos de final de tubo, não impede aderir a novos programas que podem ser úteis para sua garantia no mercado como também para auxílio a normas da ISO.

A certificação por uma norma de gestão (ISO 9000, ISO 14000) não implica, necessariamente, em um bom desempenho e sim para verificar e atestar o sistema de gestão ambiental comenta Araújo (2004).

Celso Foelkel comenta que para ter efeito a PmaisL em relação aos impactos da indústria de celulose deve utilizar-se de tecnologias menos agressivas ao meio ambiente, através de investimentos em desenvolvimento de pesquisas para tecnologias de produção mais limpas e contínuos trabalhos de conscientização e sensibilização ambiental, em todos os níveis de colaboradores, trabalhadores terceirizados, acionistas e proprietários das empresas (IBPS, 2008).



Grandes indústrias com ISO 14000 utilizam o PmaisL como apoio de seu sistema. Outras indústrias que nem mesmo tem um programa de meio ambiente sustentável, buscam forma de trabalho para não agredir o meio ambiente e ter uma qualidade em seu produto. Percebe-se que uns programas são fáceis de implantar sem altos custos de investimentos e que em curto ou longo prazo seu capital é recuperado dentro do processo produtivo e até mesmo pela conquista de outros mercados.

O custo de implementação do PmaisL depende de uma série de fatores, incluindo o número de funcionários, a complexidade do processo produtivo, a situação ambiental da empresa, etc. (CNTL, 2008).

Um Documento do Banco Mundial, denominado Pollution Prevention and Abatement Handbook de 1998, afirma que a redução de 20-30% da poluição pode ser alcançada, sem investimento de capital e que outros 20% podem ser atingidos com investimentos recuperados em questão de meses (FURTADO, 2008b)

Deve-se ressaltar que maior é o custo da multa e a recuperação do ecossistema no caso de um acidente ambiental do que o investimento para implantar recursos ambientais. Em 2003, a mídia publicou o acidente de maior impacto ambiental, relacionado a milhões de litros de uma possível mistura tóxica ou, supondo-se ser de uma indústria de celulose em Cataguases, na Zona da Mata mineira. Passado os anos, a empresa ainda calcula as perdas irre recuperáveis, pois o vazamento afastou muito dos seus clientes. O fato chamou novamente a atenção de empresários e órgãos fiscalizadores para uma questão primordial: a necessária e urgente busca de uma adequada gestão ambiental na indústria papeleira.

Celso Foelkel refere-se a três tipos de procedimentos que uma indústria de celulose deve tomar em conformidade com a legislação ambiental (IBPS, 2008).

- Investir em sistemas de controle e tratamento da poluição
- Implantação de sistemas de gerenciamento ambiental. Uma apreciável parte da produção global do setor de papel e celulose no Brasil é feita por empresas certificadas pela norma ISO 14001 e pelo selo florestal do FSC.
- Incentivar a adoção de técnicas de produção mais limpa e de eco eficiência, que de uma forma simplificada significa produzir mais com a utilização de menos recursos naturais, ou seja, com menor impacto ambiental, em todas suas formas de expressão.

## 7. CONCLUSÃO

Cada empresa tem o critério da escolha do Sistema de Gestão Ambiental a ser implantado. Porém independente disso deve ter o comprometimento com gerenciamento ambiental adequado e com o desenvolvimento sustentável, além de colocar frente os clientes e sociedade, e se beneficie dos programas a ser implantados através de maior eficiência econômica.

A transformação da madeira em polpa de celulose e posteriormente no papel é uma tecnologia difundida no mundo todo. Porém cada empresa tem sua interferência que vão desde produção da muda da árvore até a drenagem e secagem da celulose. Cada etapa tem suas inovações de processos produtivos e tecnológicos voltados atualmente para a legislação ambiental.

A Produção mais Limpa (PmaisL) trabalha em estratégia ambiental, preventiva junto ao processo, para aumentar a eficiência global e reduzir riscos para a saúde humana e o meio ambiente, trazendo um ambiente de trabalho mais agradável e motivador aos colaboradores e sociedade.

Hoje, as empresas não estão somente trabalhando nos limites da conformidade legal para gerar a maior lucratividade para acionistas ou proprietários, pois as empresas avançadas já consideram a sociedade no ponto de vista da Responsabilidade Sócio-Ambiental (RSA), através do desenvolvimento sustentável, cidadania e direitos humanos e relacionamento positivo com as partes interessadas.

A celulose e papel são de extrema importância para a humanidade, desde a transmissão da história e das culturas, até um desenho de uma criança nos dias atuais. Podem-se verificar neste trabalho vários aspectos sociais, econômicos e ambientais extremamente relevantes da indústria de celulose e papel que são poucos conhecidos pela opinião pública, como também o programa da Produção mais Limpa. Neste trabalho teve o intuito de mostrar sua existência e função dentro de uma empresa, podendo ser mais aprofundado em pesquisas de campo para saber sua eficácia no setor papelero.

## REFERÊNCIAS

ARACRUZ, **Maior produtora.** Disponível em: <[www.aracruz.com.br/show\\_arz.do?act=stcNews&menu=true&id=12&lastRoot=8&lang=1](http://www.aracruz.com.br/show_arz.do?act=stcNews&menu=true&id=12&lastRoot=8&lang=1)> Acesso em 18 out. 2008a.

ARACRUZ, **Suspensão temporária de investimentos.** Disponível em: <[www.aracruz.com.br/show\\_press.do?act=news&id=1000793&lang=1](http://www.aracruz.com.br/show_press.do?act=news&id=1000793&lang=1)>, Acesso em 29 out. 2008b.

ARAÚJO, M. C. C. C.. **Mapeamento da qualidade ambiental nas organizações Privadas de Santa Catarina ISO 14000 e produção mais limpa.** 2004, 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL (BRACELPA), **Criação do Papel.** Disponível em: <[www.bracelpa.org.br/bra/saibamais/historia/index.html](http://www.bracelpa.org.br/bra/saibamais/historia/index.html)> Acesso em 03 abr. 2008b.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL (BRACELPA), **Setor de Celulose e Papel** Disponível em: <[www.bracelpa.org.br/bra/estatisticas/pdf/booklet/outubro2008.pdf](http://www.bracelpa.org.br/bra/estatisticas/pdf/booklet/outubro2008.pdf)> - Acesso em 18 out. 2008a.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL (BRACELPA), **Vida do eucalipto.** Disponível em: <[www.bracelpa.org.br/bra/saibamais/vida/index.html](http://www.bracelpa.org.br/bra/saibamais/vida/index.html)> Acesso em 03 abr. 2008c.

CARVALHO, F. **Influência do processo de polpação nas propriedades do papel.** Monografia Pós-graduação Celulose e Papel Viçosa/MG. Universidade Federal de Viçosa, 2003.

CELULOSEONLINE, **Auto-Suficientes em Geração de Energia Elétrica.** Disponível em: <[www.celuloseonline.com.br/pagina/pagina.asp?iditem=19209](http://www.celuloseonline.com.br/pagina/pagina.asp?iditem=19209)> Acesso em 19 abr. 2008b.

CELULOSEONLINE, **Crise afeta empresas de celulose e papel.** Disponível em: <[www.celuloseonline.com.br/pagina/pagina.asp?IDItem=21266&IDNoticia=17811](http://www.celuloseonline.com.br/pagina/pagina.asp?IDItem=21266&IDNoticia=17811)>, Acesso em 29 out. 2008a.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS (CNTL) – SENAI/RS, **Implementação de Programas de Produção mais Limpa**. Disponível em: <srvprod.sistemafiergs.org.br/portal/page/portal/sfiergs\_senai\_uos/senairs\_uo697/proximos\_cursos/implementa%E7%E3o%20PmaisL.pdf> Acesso em 18 out. 2008.

COLODETTE, J. L. **Tecnologia e química na produção da celulose**. Curso de Pós-Graduação Lato Senso em Tecnologia de Celulose e Papel Viçosa/MG. Universidade Federal de Viçosa, 2005.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL, **Guia Produção mais Limpa**. CEBDS, 2008. 60 p. Disponível em <www.pmaisl.com.br/publicacoes/guia-da-pmaisl.pdf> Acesso em 30 out. 2008.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP) , **Papel e Celulose**: Guia Técnico Ambiental da Indústria de Papel e Celulose - Série P+L. Disponível em: <www.fiesp.com.br/ambiente/produtos\_servicos/downloads/p+l\_papel\_e\_celulose.pdf > Acesso em 23 mai. 2008a.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP), **Premiação FIESP Reúso da água**. Disponível em: <www.fiesp.com.br/ambiente/produtos\_servicos/downloads/premio\_lwarcel> Acesso em 27 mai. 2008b.

FURTADO, J. S. **Ações de Responsabilidade Sócio-Ambiental**: importantes, porém distintas em seus propósitos e métodos. Disponível em: <www2.teclim.ufba.br/jsfurtado/frame.asp?id=ecodesign> Acesso em 23 mai. 2008a.

FURTADO, J. S. **Produção Limpa**: importantes, porém distintas em seus propósitos e métodos. Disponível em: <www2.teclim.ufba.br/jsfurtado/frame.asp?id=ecodesign>. Acesso em 23 mai. 2008b.

GOMIDE, J. L.. **Tecnologia e química na produção da celulose**. Curso de Pós-Graduação Lato Senso em Tecnologia de Celulose e Papel Viçosa/MG. Universidade Federal de Viçosa, 2005.

HILGEMBER, E. M; BACHA, C. J. C. **A Indústria Brasileira de Celulose de Mercado e as Pressões Ambientais**, Estadão Economia, São Paulo, V. 33, N.1, P. 143-180, jan. – mar. 2003. Disponível em: <www.estecon.fea.usp.br/index.php/estecon/article/viewArticle/432> - Acesso em 05 abr. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E DIREITO AMBIENTAL (IBPS), **A produção de celulose e a adequada gestão ambiental - Celso Foelkel.** Disponível em: <[www.ibps.com.br/index.asp?idnoticia=1591](http://www.ibps.com.br/index.asp?idnoticia=1591)> acesso em 21 mai. 2008.

KLABIN, **Maior produtora.** Disponível em: <[www.klabin.com.br/pt-br/nossosNegocios/default.aspx](http://www.klabin.com.br/pt-br/nossosNegocios/default.aspx)> Acesso em 18 out. 2008.

LWARCEL, disponível em: <[www.lwarcel.com.br/site/content/lwarcel/default.asp](http://www.lwarcel.com.br/site/content/lwarcel/default.asp)>. Acessado em 17 mar. 2008.

MORAIS, R., **Certificação FSC da Lwarcel.** Disponível em: <[www.abtcp.com.br/Pagina.aspx?IdSecao=137,138,6170](http://www.abtcp.com.br/Pagina.aspx?IdSecao=137,138,6170)> Acesso em 17 abr. 2008.

PHILIPP, P. **Celulose e Papel – Tecnologia de fabricação da pasta celulósica.** São Paulo: ITP, 1988.

REZENDE, J. L. P; JACOVINE, L. A. G; LEITE, H. G; TRINDADE, C. **Qualidade na colheita semimecanizada,** Scientia Forestalis. Minas Gerais, n. 57, p. 14, jun. 2000. Disponível em: <[www.celuloseonline.com.br/imagembank/Docs/DocBank/dc/dc001.pdf](http://www.celuloseonline.com.br/imagembank/Docs/DocBank/dc/dc001.pdf)>. Acesso em 18 out. 2008.

VCP, **Votorantim Celulose e Papel a maior produtora.** Disponível em: <[www.votorantim.com.br/PTB/Areas\\_de\\_Negocio/Votorantim\\_Celulose\\_e\\_Papel/](http://www.votorantim.com.br/PTB/Areas_de_Negocio/Votorantim_Celulose_e_Papel/)> Acesso em 18 out. 2008.

VITERBO JÚNIOR, Ê. **Sistema integrado de gestão ambiental: como implementar a ISO 14000 a partir da ISO 9000, dentro de um ambiente de CQT.** São Paulo: Ed. Aquariana, 1998.