

# -As pressões ambientais e as alterações na demanda e oferta mundial de celulose

Emerson Martins Hilgemberg<sup>1</sup>  
Carlos José Caetano Bacha<sup>2</sup>

---

**Resumo:** este trabalho trata das alterações no comércio mundial de celulose influenciadas pelas exigências ambientais dos mercados consumidores. Num primeiro momento (seção 2), trata-se do surgimento do mercado ambiental e das exigências deste mercado, estabelecidas por meio de esquemas de certificação ambiental. Em seguida (seção 3), trata-se da especificidade deste mercado para o caso da celulose, enfocando-se, basicamente, a crescente competição que os produtores de fibras virgens enfrentam por conta da valorização das fibras recicladas como um produto ambientalmente mais correto. A seção 4, por sua vez, trata do processo produtivo da celulose e das modificações que este sofreu por conta das pressões ambientais. O artigo termina por constatar o surgimento de uma nova *best practice* no mercado mundial de celulose, de tal sorte que todos os competidores deste mercado deverão se adequar a ela, sob o risco de serem forçados a abandonar este mercado.

**Palavras-chave:** indústria brasileira de celulose; impactos ambientais; comércio internacional

**JEL classification:** F 10; Q 23

## 1. Introdução

Este artigo analisa as alterações que ocorreram, nas últimas décadas, nas condições de demanda e oferta mundial de celulose. Essas alterações explicam, em parte, a evolução e a estrutura da indústria brasileira de celulose.

Inicialmente, avalia-se o surgimento de mercados demandantes de produtos ambientalmente corretos (o mercado ambiental) e sua extensão para o caso

---

<sup>1</sup> Professor do Departamento de Economia da UNICENTRO/PR e mestrando na ESALQ/USP (emerson@carpa.ciagri.usp.br)

<sup>2</sup> Professor Associado do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da ESALQ/USP (cjbacha@carpa.ciagri.usp.br)

da celulose. A seguir, avalia-se como o processo de produção de celulose pode ser alterado de modo a contemplar essas pressões ambientais.

## **2. O surgimento do mercado ambiental**

De acordo com Micheli (2000), a globalização é uma nova etapa do desenvolvimento econômico e político das sociedades nacionais e locais e o “mercado ambiental” é um dos vetores mais importantes desta nova etapa. A característica essencial deste “mercado ambiental” é sua força para integrar as diferentes sociedades nacionais a um mesmo processo, guiado ou regulado pelos mesmos valores e com a participação de atores globais.

O surgimento deste mercado se deu em três etapas principais, conforme mostra o quadro 1 (Micheli, 2000).

Os anos 70 marcam o início da mobilização de agentes econômicos e políticos a partir da crescente percepção de uma disfuncionalidade na relação economia-ambiente. Supunha-se, na época, que se poderia eliminar e remediar as “exceções ambientais” com os instrumentos tecnológicos e administrativos do processo de industrialização. O debate nestes anos estabelecia uma oposição de resultados entre crescimento econômico e cuidado ambiental. Qualquer mescla de ambos implicava um conflito: maior qualidade ambiental implicava num menor crescimento econômico e vice-versa e a única alternativa que se levantava frente a crise ambiental provinha da nascente aplicação do princípio “quem contamina paga”, adotado como paradigma de política ambiental pela Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (1972).

Nesta década os países industrializados se dotaram de instrumentos com visão estratégica: os EUA criaram a Agência de Proteção Ambiental (EPA) como primeiro intento de uma política compreensiva frente à crise ambiental e, na Europa Ocidental, começavam a surgir as primeiras manifestações de uma política supranacional.

Nesta primeira fase da criação do mercado ambiental nas economias industrializadas, a ação empresarial adotou basicamente duas vias: a inversão em equipamentos para reduzir as emissões no final do processo (*end of pipe*) e a transferência das plantas contaminadoras dos países industrializados para as nações de menor desenvolvimento que não apresentavam restrições ambientais e tinham salários notoriamente inferiores. A atuação das empresas era reativa e ocupava um papel secundário na construção do mercado ambiental.

Quadro 1 – Três etapas na formação do mercado ambiental global

Década	Idéias dominantes	Conflitos	Institucionalidade internacional	Governos	Empresa
-Setenta	Determinismo tecnológico; Limites ao crescimento	Crescimento econômico frente ao cuidado com o ambiente		Organismos de proteção ambiental; Geração de normas	"Quem contamina paga"; Internacionalização por motivos ambientais
Oitenta	A crise ambiental é global	Contaminação transfronteiriça; Ecologia política frente a modernização ambiental	Relatório Brundtland; Força moral; Ciência ambiental como ator político;	Políticas públicas ante a crise ambiental	Reconversão tecnológico-organizacional
Noventa	Sustentabilidade; Globalização e competitividade; O ambiente como fator econômico	Ambiente contra livre mercado;	Consolidação dos novos atores ambientais globais (Banco Mundial, ONG, ISO)	Países em desenvolvimento se integram a políticas ambientais	Reconversão ambiental e competitividade

FONTE: Adaptado de MICHELI (2000)

Nos anos 80, a crise ambiental se torna mundial e a tendência aberta na década passada, que propunha uma trajetória baseada em adaptações tecnológicas e na continuidade da expansão comercial e nos investimentos produtivos, enfrentou grandes questionamentos por parte de diversos atores políticos e sociais. Os anos 80 também foram os anos em que se desenvolveu a militância ecológica. Nascida nos EUA com organizações sociais como *Os Amigos da Terra* no final dos anos 60, a corrente crítica se implantou também na Europa, onde alcançou manifestações significativas com os partidos verdes. Em 1984 a ONU criou a Comissão para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Comissão Brundtland) que apresentou, em 1987, um relatório que propunha o *desenvolvimento sustentável* à comunidade

internacional<sup>3</sup>. Em consonância com este Relatório, o Banco Mundial anunciou em 1987 que o ambiente e o princípio do desenvolvimento sustentável se constituíam em campos de financiamento fundamentais.

É importante salientar que, nesta mesma década, ganharam destaque temas como a perda da biodiversidade, o fenômeno do aquecimento global, a chuva ácida, a destruição da camada de ozônio, o problema da destinação do lixo tóxico, a contaminação radioativa e os acidentes com risco ambiental. Isto tudo culminou na visão atual de que os problemas ambientais possuem três elementos independentes: caráter global, intertemporalidade e dimensão extra-econômica (Corazza, 1996).

Segundo a autora,

O caráter global dos problemas ambientais é devido ao fato de que as complexas inter-relações e sinergias ecossistêmicas fazem com que grande parte dos danos ambientais se difundam globalmente, dispersando seus efeitos para além das fronteiras administrativas e sócio-econômicas. Uma vez que o [*sic*] problemas ambientais têm caráter cumulativo, seus efeitos podem ser irreversíveis e não completamente conhecidos. Cumulatividade, irreversibilidade e incerteza são elementos que tornam os problemas relevantes para as gerações futuras, daí sua propriedade intertemporal. Finalmente, a dimensão extra-econômica dos problemas ambientais pode ser compreendida pelo fato de que os danos provocados sobre o meio ambiente podem não ser completamente, e certamente não são, inscritos dentro do conjunto de preocupações normais da atividade econômica dos agentes ( Corazza, 1996, p. 32-3)

Finalmente, nos anos 90, o mercado ambiental já havia estabelecido suas regras e instituições que assinalam os limites, os condicionamentos e as tendências da ação econômica e política ao redor da crise ambiental. Estas instituições são de dois tipos:

- a. as claramente integradas à economia política internacional: organismos financeiros, governos e ONG's que, em conjunto, constituem os pilares de um ordenamento internacional do mercado ambiental, de tal sorte que suas decisões e ações têm um caráter global e impõem limites a outros atores no mercado ambiental; e,

---

<sup>3</sup> O Relatório Brundtland ilustra a passagem do marco conceitual no qual o desenvolvimento e sustentabilidade ambiental eram vistos como metas conflitantes para a idéia de complementaridade entre as duas instâncias. O discurso sobre “moratória” do crescimento dá lugar à proposta de desenvolvimento sustentável, segundo a qual a satisfação das necessidades das gerações presentes não deve prejudicar a possibilidade de que as futuras gerações satisfaçam as suas próprias necessidades (Corazza, 1996).

- b. as normas e valores pertencentes ao âmbito da reconversão da empresa: a modernização ambiental que atua como força formal e informal indicando uma trajetória para a transformação tecnológica e organizacional da empresa.

O reflexo disto no comércio internacional é que hoje, embora a Organização Mundial do Comércio<sup>4</sup> (OMC) considere que cabe a cada país a prerrogativa de escolher o processo produtivo e o nível de degradação ambiental aceitável em seu território, a noção de que os problemas ambientais têm um caráter global, levou ao estabelecimento de acordos que tratam de processos e métodos de produção, tais como o Protocolo de Montreal, sobre substâncias prejudiciais à camada de ozônio e a Convenção da Basiléia<sup>5</sup>, que prevê restrições à importação de países não signatários, contrariando a regra da OMC que não permite discriminações (Silva & Bravo, 1994).

Não obstante, é importante lembrar que, no âmbito da Organização Mundial do Comércio (OMC), ao mesmo tempo que há o princípio fundamental da não-discriminação – expresso nas cláusulas da nação mais favorecida (artigo I) – existe, também, no seu artigo III, a regra do tratamento nacional, a qual estabelece que, após entrar em um mercado, o produto importado deve receber um tratamento equitativo em relação ao produto nacional, não podendo estar sujeito a impostos ou qualquer outra restrição que não seja também imposta, em igual teor, ao produto nacional (Rêgo, 1996).

Além disso, o artigo XX, que trata das exceções gerais, estabelece as circunstâncias que podem levar um país, ou países, a abandonar temporariamente seus compromissos multilaterais. Uma delas é a proteção da saúde e da vida das pessoas e dos animais ou a preservação dos vegetais. A questão polêmica, contudo, é

---

<sup>4</sup> A OMC entrou em funcionamento em 1º de janeiro de 1995, substituindo o Gatt. Este último foi assinado por 23 países, entre eles o Brasil, durante a Rodada Genebra, em 1947. O Acordo deveria ser provisório e vigir apenas até a criação da Organização Internacional do Comércio (OIT). No entanto, esta última terminou não sendo criada em razão da recusa do Congresso norte-americano em ratificar o Acordo. Desta forma, o Gatt permaneceu, até 1995, apenas como um acordo multilateral de caráter provisório e sem base institucional. A OMC, ao contrário, é uma organização permanente, com personalidade jurídica própria e com o mesmo *status* do Banco Mundial e FMI, e que tem como missão administrar o sistema multilateral de comércio resultante da Rodada Uruguai. (Rêgo, 1996).

<sup>5</sup> A Convenção da Basiléia trata da importação e exportação de resíduos tóxicos. Por intermédio dela, cada país se compromete a assegurar que a geração de resíduos tóxicos e outros resíduos seja reduzida a um mínimo, levando-se em consideração aspectos sociais, tecnológicos e econômicos. A Convenção também tem como meta, dentre outras coisas, reduzir a um mínimo a movimentação transfronteira de resíduos, tóxicos ou não, e proíbe a sua exportação, particularmente para países em desenvolvimento (<http://www.unep.ch/basel>).

se a proteção ao meio ambiente, contemplada no artigo XX, deve ou não estar restrita às fronteiras do país que impõe as restrições ambientais, ou se deve ou não considerar processos e métodos produtivos que tenham efeitos perversos sobre o meio ambiente em outro país (Castilho, 1994).

Por outro lado, uma outra forma de contornar o problema ambiental, e que vem se transformando na tendência predominante, é o estabelecimento de mecanismos “voluntários” de aceitação de determinados padrões.

De acordo com Silva & Bravo (1994, p. 17):

As políticas ambientais mais recentes dos países desenvolvidos têm enfatizado o papel da informação, visando influenciar as decisões de compra dos consumidores para estimular as empresas a atuarem de forma ambientalmente segura. [...] Utiliza-se o selo ecológico para informar ao público que em determinada categoria de produtos alguns são mais saudáveis ao meio ambiente que outros. Trata-se de um instrumento que permite às empresas demonstrarem a qualidade ambiental dos produtos e diferenciá-los no mercado, representando, portanto, uma vantagem competitiva. Para os consumidores, o selo é um instrumento que possibilita a redução do impacto ambiental através do consumo de produtos menos prejudiciais ao meio ambiente.

Note-se, contudo, que o selo ecológico atesta muito mais que a simples “conformidade” de um produto. Um “certificado de conformidade” é dado a determinado produto que atende a requisitos mínimos estabelecidos por alguma norma e atestados por um laboratório credenciado, no que diz respeito unicamente ao uso do produto. A “certificação ambiental”, por outro lado, tem caráter mais amplo e o “selo verde” pode ser visto com o grau mais alto de conformidade. Ele atesta que o produto e seu processo de fabricação não impactam – ou o fazem minimamente – o meio ambiente em relação a outros produtos similares disponíveis no mercado (Nahuz, 1995).

O Quadro 2 mostra os diversos “selos verdes” existentes, evidenciando a vanguarda alemã na questão ambiental.

Todos os *labels* têm como característica serem obtidos por intermédio de um processo voluntário (não-mandatário), aplicado segundo critérios bastante específicos. Cabe, no entanto, uma qualificação quanto à questão de não-obrigatoriedade de certificação, pois em vários países, principalmente os europeus, onde a legislação de meio ambiente é mais rigorosa, a certificação é condição *sine qua non* para a entrada de certos produtos no mercado.

### Quadro 2 – Programas de Rotulagem Ambiental

Programa	Data de início
German Blue Angel	1978
Swedish Society for Nature Conservation	1987
Canadian Environmental Choice	1989
Japanese Ecomark	1989
Nordic White Swan	1989
Australia/New Zealand Green Spot	1990
US Green Seal	1990
Brand Paper (UK) Eco-Check	1992
Taiwan eco-label	1992
Norme Français Environnement	1992
Dutch Eco-Label	1992
EU Eco-Label	1993
Austrian Eco-Label	1994

Fonte: Webb (1994)

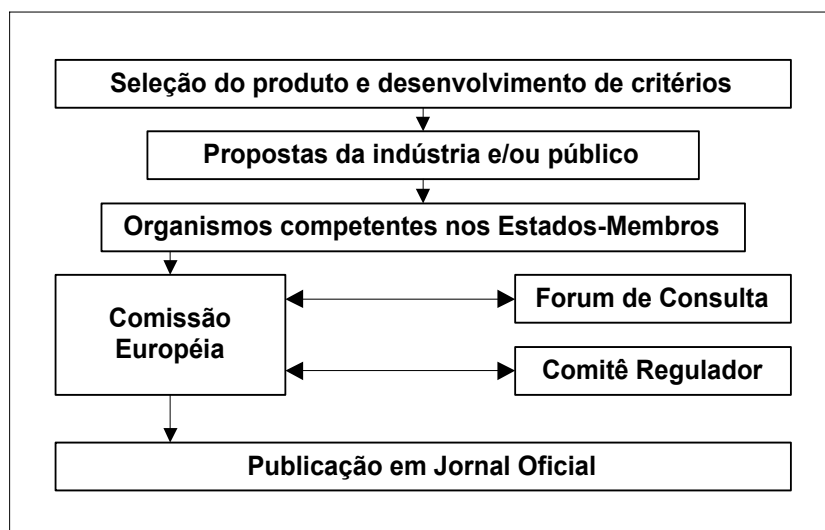
Justamente por isto, o *label* da União Européia (UE) é o que tem recebido maior atenção. Embora cada um dos países membros possa continuar utilizando seu próprio selo ambiental de forma paralela ao da UE, a harmonização das legislações sobre meio ambiente deverá resultar em exigências ainda mais restritivas que as praticadas isoladamente pelos países da região, pois o Tratado de Maastricht eliminou a exigência de unanimidade em qualquer questão ambiental (Silva & Bravo, 1994).

O Eco-label europeu é operacionalizado conforme a Figura 2.

É importante também notar que os critérios ecológicos são definidos com base no conceito “do berço ao túmulo”. Desta forma, para que se verifique o impacto ambiental de um grupo de produtos, todo o processo produtivo é analisado, desde a extração da matéria-prima até a disposição do produto após o uso.

A decisão sobre se determinado produto deve ou não receber o *Eco-label* da UE é feito pelo organismo competente de cada país onde o produto é fabricado, ou através do qual o produto seja importado e, embora os critérios de atribuição sejam definidos por grupo de produtos, o selo é atribuído a produtos individuais e não a grupos de produtos, companhias ou organizações.

**Figura 2 – Procedimento de seleção de produtos e desenvolvimento de critérios para o *Eco-label* da União Européia**



FONTE: Webb (1994)

Se determinado produto é aprovado, o interessado precisa assinar um contrato para o uso do *Eco-label* durante um período de tempo específico (três anos), no qual o solicitante deve pagar cerca de 0,15% das vendas anuais para ter direito de usar o Selo.

### 3. O mercado ambiental para a celulose

No âmbito do mercado mundial de celulose, como de resto, diante da forma com que problemas ambientais são caracterizados atualmente, a intervenção do governo, por intermédio de políticas públicas passou a ser justificada. De acordo com Koch (1980, p. 436), algumas das razões para a intervenção são a necessidade de conservar um recurso natural que pode ou não ser de propriedade pública, a existência de externalidades econômicas significativas associadas com a atividade das firmas em um mercado ou quando a conduta de mercado das firmas causa indignação pública.



Assim, nos países desenvolvidos, as modificações no comportamento dos consumidores foram acompanhadas por uma legislação cada vez mais rígida em relação ao meio ambiente.

Desse modo, as pressões dos consumidores<sup>6</sup> acabaram por afetar toda a cadeia produtiva e a proteção ambiental acabou por adquirir uma nova dimensão, transformando-se num fator de competição estratégica entre empresas e até entre países (Roxo, 1999).

Ademais, deve-se levar em consideração que os grandes mercados mundiais de celulose concentram-se na União Européia. A região importou, em média, no período 1988 a 1998, algo em torno de 43% do total importado no mundo. Além disso, nesses países há maior preocupação, por parte dos consumidores, com as questões ambientais.

Como a legislação mais restritiva se aplicava também aos produtos importados, havia, por um lado, a preocupação dos exportadores de que estas leis se tornassem, na verdade, barreiras não-tarifárias e, por outro, a crença dos ambientalistas que a utilização de instrumentos de política comercial com fins ambientais seria um mecanismo poderoso de indução à adoção de políticas ambientalmente saudáveis em termos internacionais (Castilho, 1994).

Do ponto de vista dos exportadores de celulose, no entanto, levantavam-se as seguintes questões (Roxo, 1999):

- i. como julgar a qualidade ambiental de um produto?
- ii. que critérios utilizar?
- iii. quem toma a decisão?
- iv. como evitar distorções comerciais criadas por decisões tendenciosas?

Especificamente quanto à celulose, os critérios básicos utilizados para julgar sua qualidade ambiental dizem respeito à utilização sustentável das florestas, ao conteúdo de fibras recicladas, ao uso de cloro no branqueamento, aos padrões de emissões químicas e biológicas e à presença final de compostos orgânicos halogenados (AOX).

A este respeito, Fonseca (1995, p. 12) afirma que

... a grande – e nem sempre declarada – motivação ambientalista, especialmente dos governos de países europeus, é a escassez crescente de fonte de água no velho continente. É a partir deste fato que a pressão contra as empresas de papel e celulose, grandes consumidoras (e

---

<sup>6</sup> De acordo com Nahuz (1995, p. 15), “os movimentos ambientais reúnem hoje no mundo mais de 50 milhões de afiliados. Como exemplo, apenas aqueles mais conhecidos, como o Greenpeace, o WWF – World Wide Fund for Nature e o FOE – Friends of the Earth, reúnem cerca de 11 milhões de membros e movimentam entre si um orçamento de aproximadamente US\$ 400 milhões.”

poluidoras) de água, aumenta consideravelmente acelerando o processo de busca de tecnologias livres de compostos e rejeitos tóxicos.

Frente a isto, o *Eco-label* encoraja embalagens “ecologicamente amigáveis” para todos os produtos comercializados dentro da UE, de sorte que, para receber o *label*, os produtores devem usar material reciclado e material reciclável nas embalagens.

A preferência dada à fibra reciclada pelo *Eco-label* deriva da premissa de que a utilização deste tipo de fibra é a melhor maneira de minimizar os impactos ambientais dos produtos de papel. Segundo Castilho (1994, p. 71),

... a tendência a um maior reaproveitamento dos materiais aparece como decorrência dos problemas de disposição do lixo, abrangendo tanto os bens utilizados, como os vasilhames e embalagens. A indústria de papel e celulose, assim, é duplamente afetada, tanto pelo lado dos produtos finais, que são muitas vezes utilizados como embalagem, quanto pelo lado da matéria prima, uma vez que as fibras virgens podem ser substituídas pelas recicladas. Existe, entretanto, um limite técnico em termos de qualidade do papel, para o uso de fibras recicladas – e sua reutilização exige crescentes porções de substâncias químicas.”

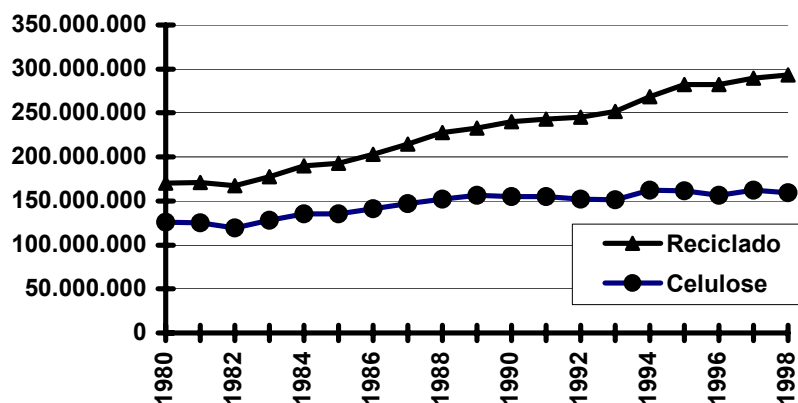
Todas as categorias de papel (imprensa, imprimir & escrever, embalagem e cartões) constituem-se em matérias-primas para reciclagem. Apenas os papéis sanitários, devido à contaminação a que são submetidos, e os papéis especiais, em função dos processamentos industriais a que são sujeitos, não podem ser reaproveitados (Macedo & Valença, 1995).

Os objetivos de longo prazo da UE são alcançar cerca de 90% de recuperação (coleta) de papéis de embalagem, 60% de reciclagem de cada material de embalagem e o envio somente do resíduo do processo de coleta e seleção para aterros.

Desta forma, à medida que os organismos responsáveis pela certificação e os consumidores passam ver na reciclagem um processo ambientalmente sadio, a crescente demanda por fibras secundárias tende a reduzir o mercado para a fibra virgem.

A diferença entre a evolução da produção de fibras recicladas e a de celulose, mostrada no gráfico 1, ilustra este fato.

**Gráfico 1 - Produção de celulose e fibras recicladas (em ton.) no mundo. 1980 - 1998**



FONTE: <http://www.fao.org>

Nos principais mercados para a celulose brasileira, o impacto desta tendência de uma maior utilização da fibra secundária sobre o mercado de celulose de fibras virgens é significativo. A fim de avaliá-lo, pode-se fazer uso de dois critérios, que são os mais utilizados para medir os efeitos da reciclagem: a taxa de recuperação (TR) e a taxa de utilização (TU). A TR mede a relação entre a massa de papel coletado e a massa de papel consumido, considerando-se como tal o consumo aparente de papel. A TU, por sua vez, mede a relação entre a massa de aparas utilizada pelas empresas recicladoras e a massa de papel produzida<sup>7</sup> (Macedo & Valença, 1995).

<sup>7</sup> Normalmente, o critério da taxa de utilização tende a ser mais usado que o da taxa de recuperação, pois, de acordo com Macedo & Valença (1995, p. 7), “alguns especialistas argumentam que boa parte do papel de imprimir e escrever consumido em todo o mundo se realiza sob a forma de livros e documentos, que tendem a ser retidos pelos consumidores por longo tempo, razão pela qual o simples cálculo da taxa de recuperação, [...] não conseguiria medir esse efeito de defasagem entre a data de consumo do papel e de sua possível reciclagem.”

Seguindo a tendência mundial, mostrada no gráfico 1, todos os principais compradores da celulose brasileira vêm apresentando um consumo crescente de fibras recicladas. Mais que isso, conforme demonstra a Tabela 1, o consumo de papel reciclado vem crescendo a taxas maiores que o consumo de celulose.

Todos os países considerados apresentam uma sólida tendência de aumento nas taxas de utilização (TU) de fibras secundárias. Com exceção dos EUA e de Bélgica-Luxemburgo, todos os países apresentam, em 1998, taxas de utilização acima de 50%, com destaque para a Coréia do Sul e Reino Unido, que chegam a mais de 70%.

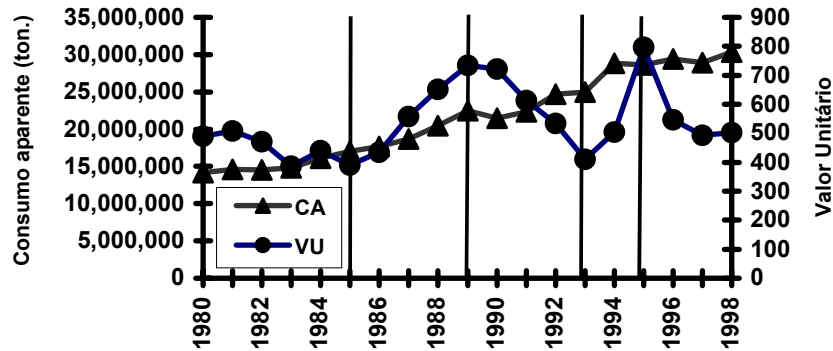
No caso de Bélgica-Luxemburgo, Reino Unido e Alemanha, ao contrário dos outros países, observa-se até mesmo uma queda no consumo aparente de celulose nos anos recentes.

De igual modo, também é importante mencionar a dissociação existente entre o preço da celulose e a demanda por fibras recicladas, conforme mostra o gráfico 2. Nota-se que não há uma relação definida para essas duas variáveis, pois, caso houvesse apenas um processo de substituição causado pelas variações no preço da celulose, deveria ser esperado que o aumento do preço da celulose implicasse num aumento do consumo de fibras recicladas. No entanto, isto não se mantém ao longo de todo o período analisado neste gráfico. Nos subperíodos de 1980 a 1985, 1989 a 1993 e 1995 a 1998, há redução do preço da celulose e aumento no consumo de fibras recicladas.





**Gráfico 2 - Consumo aparente de fibras recicladas (CA) e valor unitário (VU) em US\$/ ton. da celulose na União Européia. 1980 - 1998**



FONTE: <http://www.fao.org>

NOTA: o valor unitário, em US\$ corrente, das importações da UE foi tomado como *proxy* do preço da celulose neste mercado.

Tal fato apenas reforça o que foi dito anteriormente, pois caso não houvesse uma tendência mais sólida de substituição da celulose por fibras recicladas, dever-se-ia observar um comportamento cíclico no consumo aparente de fibras secundárias que acompanharia o comportamento cíclico do preço da celulose.

#### 4. As pressões ambientais incidentes sobre o processo de produção da celulose

Para que se torne possível compreender a natureza e importância das pressões ambientais para a indústria de celulose e como ela pode adaptar-se a tais pressões, faz-se necessário descrever, ainda que de modo sumário, o processo de fabricação da celulose. Este processo envolve quatro etapas principais: etapa florestal, preparação da madeira, obtenção de celulose e secagem e acabamento, conforme mostra a Figura 1.

O tipo de celulose produzido é consequência da espécie de matéria-prima vegetal utilizada. A celulose de fibra longa, mais resistente ao rasgo e à tração, é

obtida a partir de espécies de madeira conhecidas como *softwood*, a celulose de fibra curta é obtida a partir de espécies de madeira dura, ou *hardwood*.

A celulose de fibra longa é constituída por fibras de comprimento médio superior a 2,5 mm. e a celulose de fibra curta por fibras de tamanho inferior a 2,5 mm.

O grande número de fibras por grama, característica da celulose feita a partir de espécies de madeira dura, contribui para um alto grau de opacidade do papel, bem como para seu volume e rigidez. Além disso, este tipo de celulose proporciona papéis com elevado grau de maciez e grande capacidade de absorção (ARACRUZ, 2000).

O processo de produção de celulose inicia com o recebimento das toras de madeira pela fábrica. Elas são primeiramente descascadas e levadas até picadores, para serem transformadas em cavacos que são, posteriormente, transportados até os digestores, onde se inicia o cozimento ou polpação.

A polpação objetiva amolecer a madeira, tornando possível o desfibramento e a deslignificação, que consiste em separar a lignina – responsável pela cor e resistência da madeira – das fibras de madeira. Estas fibras são, na realidade, a celulose industrial.

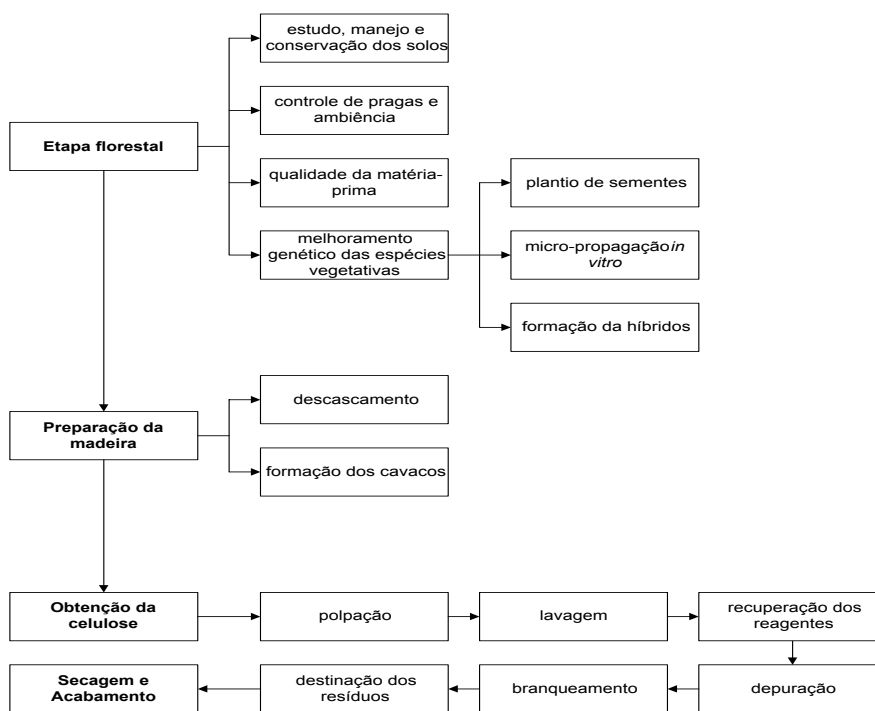
O processo de desfibramento (polpação) pode ser químico ou mecânico. No processo mecânico a trituração da madeira proporciona um rendimento bastante elevado, pois o aproveitamento chega a algo em torno de 90 a 95% da madeira. No entanto, a madeira triturada produz uma polpa com alto teor de lignina e a maciez e resistência do papel são afetadas. Por conta disso, a pasta mecânica é conhecida por apresentar alto rendimento e baixa performance (Corazza, 1996).

No processo químico, utiliza-se um digestor (vaso de pressão no qual os cavacos e o chamado “licor branco forte” são introduzidos continuamente pela parte superior) para a polpação. “O tempo total de cozimento da madeira é de 120 minutos, e realiza-se do topo até o centro do digestor. Do centro até a parte inferior, realiza-se uma operação de lavagem, a fim de se retirar a solução residual – o licor preto fraco (licor branco forte usado no cozimento mais lignina dissociada da madeira), que será utilizado como combustível na caldeira de recuperação” (ARACRUZ, 2000).

Este primeiro processo de lavagem objetiva retirar as impurezas solúveis da celulose. Em seguida, a celulose é retirada do digestor, sendo submetida a outro processo de lavagem nos difusores para ser, em seguida, depurada. O processo de depuração consiste em submeter as fibras liberadas no cozimento (celulose industrial) a um processo de peneiramento com a finalidade de se retirar as impurezas sólidas (ARACRUZ, 2000).



Figura 1 - O processo de produção da celulose



FONTE: Adaptado de Silva (1995) e Corazza (1996)

O material residual da queima do licor preto fraco passa por uma série de reações químicas a fim de transformá-lo novamente em licor branco forte, empregado novamente no processo de cozimento dos cavacos de madeira.

Após o peneiramento, a celulose é submetida a um processo de branqueamento, que consiste em tratar a celulose com determinados reagentes químicos visando melhorar sua alvura, limpeza e pureza química. Quanto mais eficiente for o processo de deslignificação, menor será a necessidade de reagentes no branqueamento. Há assim, um *trade off* entre estas duas fases.

O branqueamento é o processo químico que separa a lignina das fibras e pode ser feito por dois métodos principais: método ácido ou sulfito e método alcalino ou *kraft*, que é o mais utilizado no Brasil.

No caso do processo *standard* a seqüência utilizada para o branqueamento é iniciada com gás cloro (ou cloro elementar). A presença do cloro e de substâncias orgânicas, entre as quais a lignina, representa a maior parte no efluente de branqueamento e contribui para a formação dos compostos organoclorados, por intermédio da adsorção destas substâncias ao cloro. A grande dificuldade do processo *standard* é que a presença destes organoclorados, de cloretos e o baixo teor de sólidos no efluente o tornam impróprio para o envio ao ciclo de recuperação, tornando necessário, então, o tratamento dos efluentes líquidos no final do circuito produtivo (Corazza, 1996).

Após o branqueamento, a celulose é enviada para a secagem. O objetivo é retirar a água da celulose até que ela atinja o ponto de equilíbrio com a umidade relativa do ambiente. Na parte final da máquina secadora fica a cortadeira, que reduz a folha contínua a um formato determinado (ARACRUZ, 2000). As etapas deste processo mais sujeitas às pressões ambientais são a etapa florestal, o branqueamento e a destinação dos resíduos.

No caso brasileiro, a matéria-prima da celulose provém de florestas inteiramente plantadas. Já nos países escandinavos e no Canadá, ela é obtida de florestas nativas de propriedade estatal, o que torna os fabricantes destes países mais sujeitos à pressão de grupos ambientais contrários ao desmatamento, pois as espécies nativas são de crescimento lento.

Por outro lado, no caso das florestas plantadas, as pressões dirigem-se principalmente à perda da biodiversidade (tanto da flora quanto da fauna), causada pela monocultura, a exaustão do solo, a invasão de pragas e a contaminação dos recursos hídricos, causada pelos pesticidas (Corazza, 1996).

A etapa de polpação não apresenta problemas ao meio-ambiente, uma vez que os reagentes são recuperados e empregados novamente no ciclo produtivo. É a etapa de branqueamento da celulose que tem aparecido com mais freqüência nas discussões a respeito da preservação do meio ambiente.

Neste particular, o branqueamento com cloro elementar tem sido alvo de pressões crescentes.

De acordo com Corazza (1996, p. 96),

A campanha contra o uso do cloro no branqueamento da celulose começou em meados dos anos 80 quando traços de dioxina (organoclorado) foram descobertos em produtos como embalagens de leite, papel higiênico, filtros de café, toalhas de cozinha, fraldas descartáveis, etc. Na Suécia, a mídia e o grupo ambientalista *Greenpeace* responderam lançando ataque ao uso de cloro para o branqueamento da celulose. A campanha se difundiu amplamente, espalhando-se por toda a Europa.

No tocante ao tratamento de poluentes e destinação dos resíduos os maiores problemas dizem respeito à poluição hídrica e atmosférica. Segundo Higashi (1993, p. 12),

O mais grave é o primeiro caso [rejeitos líquidos], porque uma infinidade de pedaços de fibras de madeira não aproveitados no processo produtivo são escoados nos rios. A decomposição desses rejeitos constituídos de fragmentos de fibras, lignina e hemicelulose, utilizam oxigênio da água, reduzindo a possibilidade de sobrevivência da fauna e flora aquática. [...] No caso da produção de pastas químicas, também é lançada, junto com os rejeitos líquidos, parte dos reagentes químicos utilizados no processo de polpação, branqueamento, [...] que não foram aproveitados. A poluição química é a mais prejudicial para a fauna e flora aquática e para os indivíduos que se servem dessas águas. O pior reagente químico é o cloro e os compostos organo-clorados que podem provocar o câncer.”

Os parâmetros comumente utilizados para avaliar a carga de poluentes no efluente são: (1) a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), que indica a quantidade de oxigênio necessária para a biodecomposição da matéria orgânica presente nas águas; (2) a Demanda Química por Oxigênio (DQO), que permite a mensuração rápida de material redutor, orgânico e inorgânico, presente no efluente; (3) o Total de Sólidos em Suspensão (TSS) que é o resíduo obtido na evaporação de uma determinada amostra do efluente a uma determinada temperatura; e, mais recentemente (4) os *Adsorbable Organic Halides* (AOX), que serve para designar a presença do cloro e de substâncias orgânicas responsáveis pela formação dos organoclorados, por intermédio da adsorção dessas substâncias ao cloro (Corazza, 1996).

No caso da poluição do ar, o problema são as emissões particuladas, particularmente as de compostos reduzidos de enxofre, causadores do mal cheiro característico nas proximidades das fábricas. No entanto, a emissão destes gases, no nível atualmente observado, não é considerada nociva ao meio ambiente, constituindo-se num problema de bem-estar e não de saúde pública (Corazza, 1996).

Não obstante, convém salientar que a fibra reciclada, embora seja preferida pelos países europeus também apresenta problemas de tratamento de poluentes e destinação dos resíduos. Os efluentes do processo de destintagem (*deinking*) são completamente diferentes dos efluentes da produção de papel e celulose. Eles requerem o controle de dejetos plásticos e uma configuração específica para o tratamento de efluentes que leve em conta a natureza da DBO no ambiente. Além disso, o aumento da demanda por fibras recicladas significa, de outro lado, o aumento do uso de papel reciclado de baixa qualidade como matéria-prima, pois o limite de reciclagem varia de 5 a 10 vezes, dependendo do tipo de papel reciclado e de seu uso final.

Por outro lado, pode-se dizer que, dentre todas as preocupações com o ambiente na fase industrial de produção da celulose, a principal é a questão da utilização de cloro elementar no branqueamento, devido ao problema da presença de dioxina no efluente.

Segundo Corazza (1996, p. 99),

Não seria exagero dizer que o desenho das demandas ambientais em torno da questão da dioxina fez com que a redução e mesmo a eliminação completa do uso de cloro se tornasse uma das maiores preocupações ambiental-mercado-lógicas da indústria de papel e celulose nos anos 90. Este fato fez com que o foco da mudança tecnológica no estágio de branqueamento fosse a redução de organoclorados, tanto na polpa celulósica quanto nos efluentes líquidos.”

Ainda segundo a autora, as alternativas disponíveis para a redução de organoclorados consistem em (1) trazer menos lignina para a etapa de branqueamento, (2) substituir o cloro na fase de branqueamento, e (3) destruir as substâncias cloradas tão logo elas sejam formadas. As duas primeiras opções consistem no emprego de tecnologias conhecidas como processo-integradas e a última em tecnologia de final de circuito (*end-of-pipe*). As opções para a substituição do uso de cloro elementar, por sua vez, envolvem duas possibilidades: (1) pré-branqueamento com oxigênio, e (2) substituição do cloro elementar por dióxido de cloro (Corazza, 1996, p. 100).

O pré-branqueamento com oxigênio permite a remoção de cerca de 50% da lignina, possibilitando uma grande redução da carga de efluentes. A outra

possibilidade é a utilização de dióxido de cloro, em substituição ao gás cloro, na primeira etapa do branqueamento da celulose dando origem ao processo conhecido como ECF (*Elemental Chlorine Free*). Há ainda outra possibilidade tecnológica que é o branqueamento com peróxido de hidrogênio, originando o processo conhecido como TCF (*Totally Chlorine Free*).

Na segunda metade da década de 80, a deslignificação por oxigênio e o branqueamento por dióxido de cloro tiveram um impacto significativo sobre a indústria na Europa em contraste com a situação na América do Norte. No início da década de 90 a principal discussão na Europa Ocidental era a eliminação do branqueamento com cloro. O novo foco era o branqueamento TCF, eliminando-se o dióxido de cloro. No entanto, em 1996, a produção TCF teve uma parada brusca. Em seguida ao pico no final de 1995, os preços da celulose despencaram e a situação do mercado na Europa não admitia mais os preços mais altos da celulose TCF, de forma que o prêmio em relação à celulose ECF foi caindo até não mais existir (Beal, 1997).

Desta forma, conforme demonstra a Tabela 2, a falta de disposição do mercado consumidor em pagar mais pela celulose TCF, de um lado, e as pressões ambientais, de outro, contribuíram para a consolidação do processo ECF como a tendência predominante na produção de celulose no mundo. Some-se a isto, a recente decisão da Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos EUA que reconheceu a deslignificação com 100% de substituição do cloro por dióxido de cloro como a BAT (*Best Technology Available*) para as indústrias já existentes.

A Escandinávia, por sua vez, continua na vanguarda, no que diz respeito às tecnologias ambientalmente amigáveis e a região é a única que não utiliza mais o cloro elementar no branqueamento da celulose. Embora, como se verá adiante, algumas companhias de outras regiões argumentem que os investimentos em celulose TCF trazem um custo injustificado e desnecessário, provocando uma queda na competitividade, é importante considerar que uma legislação mais rigorosa pode ser o incentivo para o desenvolvimento ou aplicação de soluções técnicas para a eliminação da poluição (Wyman, 1995).

Sob este ponto de vista, a indústria escandinava cria para si vantagens competitivas, pois a tecnologia é ao mesmo tempo um insumo e um produto do exercício de capacidades tecnológicas (Canuto, 1993).

Por outro lado, os ambientalistas ainda consideram o branqueamento ECF um processo agressivo ao meio-ambiente e o *Greenpeace* considera que apenas “metade do caminho” foi percorrido em direção a um método de produção ambientalmente adequado.

**Tabela 2 – Evolução da produção de celulose (em milhões de ton.), segundo o processo de produção empregado. 1990 – 1998**

Ano	Escandinávia			Estados Unidos			Canadá			Resto do mundo *			Mundo		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
1990	2,3	0,1	6,5	0,5	0,0	26,8	0,7	0,0	10,3	0,0	0,0	19,2	3,5	0,1	62,7
1991	4,0	0,3	4,7	1,6	0,01	25,6	1,3	0,0	9,7	1,4	0,1	18,2	8,2	0,4	58,2
1992	6,6	0,6	2,0	2,8	0,01	24,4	2,6	0,04	8,4	2,9	0,6	17,0	15,0	1,2	51,8
1993	7,7	1,3	1,1	4,0	0,2	23,0	3,9	0,05	7,0	4,4	1,1	15,7	20,0	2,6	46,8
1994	8,5	2,2	0,0	6,0	0,2	21,0	5,5	0,05	5,5	5,8	1,6	14,3	25,8	4,1	40,8
1995	8,3	2,8	0,0	9,1	0,3	17,9	7,3	0,04	4,2	6,4	1,6	14,7	31,2	4,7	36,8
1996	7,6	2,6	0,0	10,4	0,2	16,6	8,1	0,04	4,0	7,9	1,7	14,4	34,0	4,5	35,0
1997	8,3	3,1	0,0	13,3	0,2	13,8	8,7	0,04	3,4	7,7	1,8	17,2	38,0	5,1	34,4
1998	7,9	2,9	0,0	15,5	0,2	11,5	9,1	0,01	2,8	9,7	1,7	17,2	42,2	4,8	31,5

\* Inclui Europa Ocidental, Chile, Brasil, Sudeste da Ásia, África, Austrália, Nova Zelândia e Japão.  
(1) ECF; (2) TCF; (3) outros

Fonte: Alliance for Environmental Technology, "Trends in World Bleached Chemical Pulp Production: 1990 – 1998" (1998)

O *Greenpeace* afirma que a indústria de papel e celulose é o segundo maior consumidor de cloro e a maior fonte de descargas tóxicas de organoclorados nas águas – cerca de 2 milhões de ton./ano. Estas descargas seriam causadas pela utilização de gás cloro, dióxido de cloro ou hipoclorito de sódio. Além disso, as indústrias de celulose também lançam organoclorados no ar e diretamente na terra, por intermédio do lodo produzido nas fábricas.

O grupo argumenta que o branqueamento livre de cloro é o interesse de longo prazo da indústria e a eliminação do cloro significa mudar processos, não fechar fábricas ou eliminar empregos. A conversão requer um investimento de capital, mas uma fábrica poderia recuperar este custo em poucos anos através da redução de gastos em produtos químicos, energia, tratamento de água e disposição de lodo.

O *Greenpeace* ressalta ainda que a eliminação do cloro e seus subprodutos altamente corrosivos também permite que uma indústria opere com um "*closed-loop system*", economizando água e produtos químicos.

Finalmente, o *Greenpeace* argumenta que a utilização de dióxido de cloro ainda resulta na produção e lançamento de grandes quantidades de organoclorados,

embora menos que quando se utiliza o cloro elementar. A redução seria de ordem de 80%, mas, mesmo que todas as empresas produtoras de celulose do mundo convertessem para branqueamento com dióxido de cloro e fossem equipadas com aparelhos de controle da poluição no estado-da-arte, continuariam lançando, no mínimo, 140.000 ton./ano de organoclorados nas águas, além de lançamentos adicionais no ar, solo e nos produtos por ela fabricados.

De outro lado, a posição favorável ao processo ECF pode ser encontrada num documento, disponível no *site* da International Paper<sup>8</sup>, e que contesta a visão dos ambientalistas, particularmente a do *Greenpeace* e dá uma idéia dos argumentos da indústria na escolha do processo ECF.

Para a International Paper, é impossível detectar dioxina tanto no processo ECF quanto no processo TCF, de sorte que o processo TCF não é o único método de branqueamento que protege o meio-ambiente. Segundo ela, não é possível detectar dioxinas no processo ECF, mesmo quando se utilizam aparelhos capazes de detectá-la em partes por quintilhão.

Além disso, as empresas de papel e celulose não são as maiores fontes de dioxina. Fontes como incineradores municipais e hospitalares, caminhões a diesel, automóveis produzem muito mais dioxina que o conjunto de todas as empresas de papel e celulose nos EUA.

A adoção do processo TCF iria requerer o corte de mais árvores, uma vez que este processo requer de 5 a 11% a mais de fibras para produzir a mesma quantidade de polpa ECF. Ademais, o processo TCF aumentaria a poluição do ar e o uso de energia, pois ele gera 12% a mais de emissões de dióxido de carbono e aumenta em 10% o consumo de combustível fóssil.

Assim, como em termos ambientais, a celulose ECF seria igual à TCF, a conversão para branqueamento totalmente livre de cloro significaria um investimento desnecessário e a quantia envolvida faria com que as empresas menos eficientes fossem fechadas, custando muitos empregos.

## **5. Conclusões**

Deste modo, o trabalho analisou como o surgimento do mercado ambiental influenciou as condições básicas da demanda internacional de celulose. Observou-se que os consumidores passaram a valorizar a fibra reciclada como substituto para a fibra virgem e a modificar seus métodos de compra, os quais passaram a incorporar a exigência de determinados certificados ambientais. Tais certificados, por sua vez, são determinados pela política pública dos países compradores e estabelecem os

---

<sup>8</sup> [http://www.internationalpaper.com/our\\_world/ecf\\_frame.html](http://www.internationalpaper.com/our_world/ecf_frame.html)

critérios formais de *performance* que as empresas brasileiras produtoras de celulose devem alcançar.

Para a celulose, os parâmetros básicos que julgam sua qualidade ambiental estão ligados à utilização sustentável das florestas, ao conteúdo de fibras recicladas, ao uso de cloro no branqueamento, aos padrões de emissões químicas e biológicas e à presença final de compostos halogenados (AOX).

Finalmente, de acordo com todas as considerações feitas neste trabalho, nota-se, então, que as mudanças de atitudes dos consumidores em relação às práticas ambientais das empresas, o estabelecimento de esquemas de certificação, a tendência a uma maior utilização de fibras recicladas e a crescente restrição ao uso do cloro elementar no processo de branqueamento da celulose, acabam por estabelecer uma nova *best practice* no mercado internacional deste produto, definindo um novo padrão internacional de concorrência que atua de forma a pressionar todos os competidores no sentido de incorporar o progresso técnico, por intermédio de inovações – radicais ou incrementais – , sob o risco de não serem capazes de manter sua participação no mercado.

#### THE ENVIRONMENTAL PRESSURES AND THE WORLD PULP TRADE CHANGES

*Abstract: this work discusses the changes in the world pulp trade influenced by the environmental demands of the consuming markets. Firstly, in section 2, the appearance of the environmental market and its demands, established by means of outlines of environmental certification, are characterized. Soon after (section 3), the specificity of this market for the case of the pulp is focused and the growing competition that the producing of virgin fibers face due to the valorization of the fibers recycled as a product environmentally more correct is treated. The section 4 is about the productive process of the pulp and its modifications due to the environmental pressures. The article ends up verifying the appearance of a new best practice in the world market of pulp that forces all the competitors of this market to adapt their own practices to him, under the risk of abandon this market.*

*Keywords: brazilian pulp industry; environmental impacts; international trade*



**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ALLIANCE FOR ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY (AET). Trends in World Bleached Chemical Pulp Production: 1990 – 1998. [http://www.aet.org/science/aet\\_trends\\_1999.html](http://www.aet.org/science/aet_trends_1999.html) (20 de dezembro de 1999)
- Annual Review. **Pulp & Paper**, vários números
- BEAL, Michael. Clearing up the bleach market. **Pulp and Paper International**, p.37-39, Oct. 1997.
- CANUTO, O. Aprendizado tecnológico na industrialização tardia. **Economia e Sociedade**, n. 2, p. 171 – 189, ago./1993
- CASTILHO, M R. **Barreiras não-tarifárias: o caso da imposição de restrições ambientais sobre as exportações brasileiras de papel e celulose**. Rio de Janeiro, 1994. 106 p. Dissertação (M.S.) – UFRJ
- CORAZZA, R. I. **Inovação tecnológica e demandas ambientais: notas sobre o caso da indústria brasileira de papel e celulose**. Campinas, 1996. 151 p. Dissertação (M.S.) – Unicamp
- FAO. Faostat, <http://www.apps.fao.org> (06 de novembro de 1999)
- FONSECA, M. G. D. A indústria de papel e celulose no Brasil: um estudo sobre competitividade e meio ambiente. **Informações Econômicas**, v. 25, n. 10, p. 11 – 32, out/1995
- GREENPEACE. **Pulp and paper**. <http://www.greenpeace.org/~toxics/reports/gopher-reports/chlora3.txt> (05 de março de 2000)
- HIGASHI, H. Y. **Estratégias tecnológicas das empresas líderes na indústria brasileira de papel**. Campinas, 1993. 196 p. Dissertação (M.S.) – IE/UNICAMP
- INTERNATIONAL PAPER. **The ECF vs. TCF pulp bleaching debate: pulp facts, pulp fiction** [http://www.internationalpaper.com/our\\_world/ecf\\_frame.html](http://www.internationalpaper.com/our_world/ecf_frame.html) (03 de março de 2000)
- KOCH, J. V. **Industrial organization and prices**. 2.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1980, 504p.
- MACEDO, A. R. P.; VALENÇA, A. C. V. Reciclagem de papel. **BNDES Setorial**, n. 2, p.5 – 22, Dez. 1995.
- MICHELI, Jordy. Fin de siglo: construcción del mercado ambiental global. **Comercio exterior**, v. 50, n. 3, p. 187-195, mar. 2000
- NAHUZ, M. A. R. Certificação ambiental de produtos. **O papel**. p. 15 – 22, abr./1995.
- RÊGO, Elba C. L. Do Gatt à OMC: o que mudou, como funciona e para onde caminha o sistema multilateral de comércio. **Revista do BNDES**, v. 3, n. 6, p. 3-22, Dez. 1996.

- ROXO, Carlos Alberto. **Certificação florestal como instrumento de mercado – Desenvolvimentos recentes e desafios futuros.** /Apresentado à 40ª Sessão do Comitê Consultivo de Produtos de Madeira e Papel, São Paulo, 1999/
- SILVA, Ricardo ; BRAVO, Maria A. M. Comércio exterior e meio ambiente. **Revista do BNDES**, v. 1, n. 1, p. 113-128, Jun. 1994.
- SILVA, W. M. **Tendências no mercado mundial de celulose: a regulação ambiental e o desenvolvimento tecnológico.** Rio de Janeiro, 1995. 136 p. Dissertação (M.S.) – UFRRJ
- WEBB, Leslie. Eco-labels stuck on search for common standards. **Pulp and Paper International**, p.39-43, Nov. 1994.
- WYMAN, Vic. Mills look to clean up and to boost profits. **Pulp and Paper International**, p.42-43, Mar. 1995.