



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

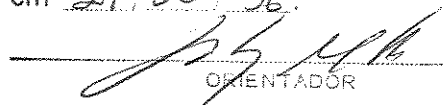
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

ROSANA ICASSATTI CORAZZA

**INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E DEMANDAS AMBIENTAIS:
NOTAS SOBRE O CASO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA
DE PAPEL E CELULOSE**

Este exemplar corresponde à
redação final da tese defendida
por Rosana Icassatti Corazza
e aprovada pela Comissão Julgadora
em 27/05/96.


ORIENTADOR

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Orientador: Prof. Doutor Sergio L. M. Salles-Filho - IG / UNICAMP

CAMPINAS - SÃO PAULO

MAIO - 1996

C81i

28133/BC



UNICAMP

UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

ROSANA ICASSATTI CORAZZA

**INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E DEMANDAS AMBIENTAIS:
NOTAS SOBRE O CASO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA
DE PAPEL E CELULOSE**

**Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências
como requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Política Científica e Tecnológica.**

Orientador: Prof. Doutor Sergio L. M. Salles-Filho - IG / UNICAMP

CAMPINAS - SÃO PAULO

MAIO - 1996



9610493

001 - BC
 002 - T/UNICAMP
 003 - C81i
 004 - 28133
 005 - 667/96
 006 - 0 0 0 x
 007 - R\$ 14,00
 008 - 25/01/96
 009 - CPO.CM/00090372-6

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA I.G. - UNICAMP

Corazza, Rosana Icassatti
 C81i Inovação tecnológica e demandas ambientais: notas sobre o caso da indústria brasileira de papel e celulose / Rosana Icassatti Corazza - Campinas, SP: [s.n.], 1995.

Orientador: Sergio Luiz Monteiro Salles-Filho
 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Inovação Tecnológica. 2. Meio Ambiente. 3. Indústria de Celulose - Aspectos Ambientais. 4. Papel - Indústria - Aspectos Ambientais. I. Salles-Filho, Sergio Luiz Monteiro. II. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. III. Título.



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

AUTOR: Rosana Icassatti Corazza

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:

**Inovação Tecnológica e Demandas Ambientais: notas sobre o caso da indústria
brasileira de papel e celulose**

ORIENTADOR:

Prof. Doutor Sergio Luiz Monteiro Salles-Filho

Aprovada em: ____/____/____

PRESIDENTE: Sergio Luiz Monteiro Salles-Filho

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Sergio Luiz Monteiro Salles-Filho - Orientador

Prof. Dr. Newton Muller Pereira

Prof. Dr. Ademar Ribeiro Romeiro

Campinas, 27 de maio de 1996.

Para Paulo Sérgio

AGRADECIMENTOS

Gostaria de lembrar, neste momento, de meus pais, José Antonio e Rosita Alcione, pelo valor que me ensinaram a dar à educação e pelo seu amor incondicional.

À Fernanda, minha irmã batalhadora, que foi minha companheira durante um bom tempo em Campinas e que compartilhou comigo muitos bons e “não tão bons” momentos.

Aos meus queridos irmãos, Eric e Danilla, pessoas saudáveis e sensíveis, que amam e curtem a vida e a natureza.

À Dorotéia e ao Hilário, pelo estímulo “acadêmico” que me deram ao longo dos últimos anos e pelo afeto com que me acolheram em sua família.

À D. Zulina, pelo carinho, amizade e incentivo que sempre demonstra.

À Ana Paula, pela solidariedade e pela atenção com que me ouviu nas ainda que poucas vezes em que conversamos sobre “temas ambientais”, nos últimos tempos.

À Ana Paula e ao José Eduardo, que cruzaram meu caminho graças à vida universitária e, para minha alegria, tornaram-se tão queridos amigos.

Ao Sergio, pelo seu interesse por este trabalho, pela disposição com que me atendeu ao longo de todo o percurso e, acima de tudo, pela confiança nesta orientanda.

Aos Professores Newton M. Pereira e Ademar Romeiro, que participaram de meu exame de qualificação e cujas contribuições foram valiosas para a elaboração do trabalho.

Espero que este trabalho possa fazer jus ao empenho da Professora Léa Velho, que se empenhou para que nós, mestrandos, desenvolvêssemos certas habilidades para a elaboração da dissertação. A ela, meu muito obrigada.

Sou grata também à Aracruz Celulose S.A., nas pessoas do Eng. Alberto Carvalho de Oliveira Filho, gerente de processo e meio ambiente, do Eng. Nuno Cunha e Silva, gerente corporativo de meio ambiente e do Eng. Auro, sub-gerente da área florestal. Todos eles foram muito atenciosos e prestativos no atendimento às minhas solicitações.

Não tenho palavras para dizer ao Paulo o quanto ele foi importante ao longo dessa trajetória. Tão envolvente é a sua companhia e tão especiais são cada um dos momentos a seu lado, que seria muito pouco dizer-lhe simplesmente obrigada.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
RÉSUMÉ	v
QUADROS	vi
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO I - ATUALIDADE E DIMENSÕES DA QUESTÃO AMBIENTAL	5
I.1. ALGUNS FUNDAMENTOS DO DEBATE AMBIENTAL	6
i. OS ECONOMISTAS CLÁSSICOS INGLESES: NOTAS SOBRE O DEBATE SOBRE ESCASSEZ	7
ii. O “MOVIMENTO CONSERVACIONISTA” NORTE-AMERICANO	10
I.2. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL ATUAL	15
i. DAS VISÕES DOS BIÓLOGOS AMERICANOS ANOS 60 À CONTROVÉRSIA SOBRE OS LIMITES DO CRESCIMENTO NOS ANOS 70	16
ii. ANOS 80: O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	29
CAPÍTULO II - A INCORPORAÇÃO DAS DEMANDAS AMBIENTAIS NO PROCESSO DECISÓRIO DOS AGENTES ECONÔMICOS: PRINCIPAIS ENFOQUES TEÓRICOS	38
II.1 - ABORDAGEM NEOCLÁSSICA: O PROBLEMA AMBIENTAL COMO UMA EXTERNALIDADE	41
II.1.1. FALHAS DE MERCADO: OBSTÁCULOS AOS OBJETIVOS ECONÔMICO-AMBIENTAIS	49
i. FALHA NO ESTABELECIMENTO DE DIREITOS DE PROPRIEDADE	49
ii. FALHA NO SISTEMA DE PREÇOS	52
II.1.2. INSTRUMENTOS DE CONTROLE AMBIENTAL PARA O ALCANCE DOS OBJETIVOS ECONÔMICOS	54
i. ESTABELECIMENTO DE DIREITOS DE PROPRIEDADE	56
ii. INSTRUMENTOS TRIBUTÁRIOS: TAXAS E SUBSÍDIOS	57
iii. CERTIFICADOS COMERCIALIZÁVEIS: UM INSTRUMENTO NÃO TRIBUTÁRIO	59
II.2 IMPACTOS SOBRE AS ESTRATÉGIAS INDUSTRIAIS	60
II.2.1. RELAÇÕES ENTRE PROBLEMÁTICA AMBIENTAL E INOVAÇÃO E CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA	61
II.2.2. NOÇÕES EVOLUCIONISTAS EMPREGADAS NO TRATAMENTO DAS MUDANÇAS TECNOLÓGICAS RELACIONADAS À QUESTÃO AMBIENTAL	64
II.2.3. ESTRATÉGIAS INDUSTRIAIS E PROBLEMÁTICA AMBIENTAL: UMA ANÁLISE PRELIMINAR	68

CAPÍTULO III - DEMANDAS AMBIENTAIS E ESTRATÉGIAS DE INOVAÇÃO E CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE PAPEL E CELULOSE	77
III.1. DEMANDAS AMBIENTAIS: ASPECTOS CONCEITUAIS	78
III.2. VETORES DE DEMANDAS AMBIENTAIS NO SETOR DE PAPEL E CELULOSE	80
III.2.1. VETORES DE DEMANDAS AMBIENTAIS RELACIONADOS À QUESTÃO FLORESTAL	82
III.2.2. VETORES DE DEMANDAS AMBIENTAIS RELACIONADOS À ETAPA INDUSTRIAL	90
i. POLPAÇÃO	91
ii. RECUPERAÇÃO DOS REAGENTES	93
iii. BRANQUEAMENTO	94
iv. TRATAMENTO DE POLUENTES E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS	105
III.3. DEMANDAS AMBIENTAIS POTENCIAIS PARA O SETOR DE PAPEL E CELULOSE	114
III.3.1. ALGUNS PROCESSOS ALTERNATIVOS EM DESENVOLVIMENTO	115
III.3.2. ALGUMAS TENDÊNCIAS DE DESENVOLVIMENTO DE VETORES DE DEMANDAS AMBIENTAIS	119
i. ABORDAGEM MANDATÓRIA	120
ii. ABORDAGEM NÃO-MANDATÓRIA	123
RESUMO E CONCLUSÕES	127
BIBLIOGRAFIA	144



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

**INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E DEMANDAS AMBIENTAIS:
NOTAS SOBRE O CASO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE PAPEL E CELULOSE**

RESUMO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Rosana Icassatti Corazza

Este trabalho contribui para a compreensão de como a problemática ambiental é incorporada nas estratégias de inovação e capacitação tecnológica, através do estudo da indústria brasileira de papel e celulose. Neste sentido, discute-se a maneira pela qual as questões relacionadas à proteção do meio ambiente têm sido levadas à esfera de percepção dos agentes econômicos (noção de "vetores de demandas ambientais"). Em primeiro lugar, resgata-se o debate sobre os aspectos econômicos relacionados às questões ambientais, recuperando elementos que demonstram a atualidade do tema. A seguir, é apresentada a interpretação teórica convencional sobre a incorporação da problemática ambiental pelos agentes econômicos. A Economia Neoclássica do Meio Ambiente compreende essa incorporação como um processo fundamentalmente reativo, que busca a conformidade com relação aos instrumentos de controle ambiental. Dentro desta perspectiva, a inovação e a capacitação tecnológica aparecem como um resultado desejável da aplicação desses instrumentos. Alçado pelos novos vetores de demandas ambientais à ordem do dia na agenda de decisões das grandes corporações, as questões ambientais tornam-se tema corrente nas estratégias industriais. O argumento desenvolvido por este trabalho é o de que a questão ambiental passa a ser incorporada nas estratégias dos agentes econômicos não apenas como uma variável de internalização coercitiva dos custos derivados da exploração do meio ambiente, mas como um elemento de construção de vantagens competitivas, uma oportunidade de aproveitamento de capacitações para a ampliação da participação em mercados já estabelecidos ou mesmo para a segmentação ou o desenvolvimento de novos mercados. No estudo desta questão dentro da indústria de papel e celulose, são apresentadas algumas das principais fontes de impacto ambiental das atividades da indústria, analisadas as demandas ambientais que a ela se colocam atualmente e identificadas algumas tendências de desenvolvimento de vetores de demandas ambientais.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA

CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

**TECHNOLOGIC INNOVATION AND ENVIRONMENTAL DEMANDS:
NOTES ON THE CASE OF THE BRAZILIAN PULP AND PAPER INDUSTRY**

ABSTRACT

MASTER OF SCIENCE DISSERTATION

Rosana Icassatti Corazza

This work contributes to the comprehension of how environmental issues are incorporated by innovative and technological capability strategies, by means of a study of the pulp and paper Brazilian industry. In this sense, we discuss the perception by the economic agents about environmental issues (notion of "environmental demands vectors"). Firstly, we set the context of the debate about the economic aspects related to the environmental issues and retrieve features that attests to the relevance of the theme nowadays. Secondly, we expose briefly the form by which conventional theoretical view explains the incorporation of environmental issues into economic agents' strategies. Environmental Neoclassic Economics conceive that incorporation as a reactive process that aims at the compliance with the environmental control instruments. This conception states that innovation and technological capability are desirable results of the application of these instruments. The proposition developed in this work is that environmental issues take place as a factor incorporated by economic agents' strategies not only as a variable to the coercive internalization of the costs arisen out of the environmental exploitation, but also as a matter of construction of competitive advantages, an opportunity to take advantage of capabilities for the enhancement in market-share or even for the segmentation or the development of new markets. Finally, the study in the pulp and paper industry presents some of the main sources of environmental impacts generated by the activities of this industry, analyzes the environmental demands faced by it and identifies some tendencies of development of environmental demands.



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA

CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

**INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET DEMANDES ENVIRONNEMENTALES:
REMARQUES SUR LE CAS DE L'INDUSTRIE BRÉSILIENNE DE PÂTE ET PAPIER**

RÉSUMÉ

DISSERTATION DE MASTER EN SCIENCE

Rosana Icassatti Corazza

Ce travail contribue à la compréhension de la manière pour laquelle les problèmes de l'environnement sont incorporés dans les stratégies d'innovation et de capacité technologique, par l'étude de l'industrie brésilienne de pâte et papier. Dans ce sens, on discute la façon selon laquelle agents économiques s'aperçoivent des questions relatives à la protection de l'environnement (notion de "vecteurs de demandes environnementales"). En premier lieu, on présente le contexte du débat sur les aspects économiques rapportés aux problèmes de l'environnement et les éléments qui montrent l'importance du thème aujourd'hui. Après, on expose l'approche théorique conventionnel de l'incorporation des problèmes de l'environnement dans les stratégies des agents économiques. L'Economie Neoclassique de l'Environnement conçoit cet incorporation comme un processus reactive qui cherche à se conformer aux instruments de contrôle de l'environnement. Cette conception établit que que l'innovation et la capacité technologique sont les résultats désirables de l'application de ces instruments. La proposition développée dans ce travail c'est que les problèmes de l'environnement prennent lieu comme un facteur incorporé dans les stratégies des agents économiques non seulement comme une variable d'internalisation coercitive des coûts de l'exploitation de l'environnement, mais aussi comme une matière de construction des avantages compétitives, une opportunité de profiter des capacités par l'augmentation de la participation dans le marché ou même par la segmentation ou développement des nouvelles niches dans le marché. L'étude dans l'industrie de pâte et papier présente quelques sources importantes des impacts environnementaux originés des activités de cette industrie, analyse les demandes environnementales pour elle envisagées et identifie quelques tendances de développement de demandes environnementales.

QUADROS

QUADRO 1.1 - AS CORRENTES IDEOLÓGICAS DO AMBIENTALISMO	12
QUADRO 1.2 - PROGRAMAS DE ROTULAGEM AMBIENTAL	36
QUADRO 3.1 - PRESSÕES AMBIENTAIS SOBRE O SETOR DE PAPEL E CELULOSE CLASSIFICADAS DE ACORDO COM OS TEMAS DO DEBATE SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	81
QUADRO 3.2 - CONTEÚDO DE FIBRA RECICLADA EXIGIDO PELOS PRINCIPAIS PROGRAMAS DE ROTULAGEM AMBIENTAL POR TIPO DE PAPEL	85
QUADRO 3.3 - COMPARAÇÃO ENTRE OS CUSTOS DE PRODUÇÃO DE MADEIRA POR TONELADA DE CELULOSE BRANQUEADA	87
QUADRO 3.4 - NOTAÇÃO DOS PRINCIPAIS ESTÁGIOS DE BRANQUEAMENTO	96
QUADRO 3.5 - LIMITES PROPOSTOS PARA DESCARGAS DE AOX	98
QUADRO 3.6 - LIMITES DE EMISSÃO DE AOX NOS PRINCIPAIS PROGRAMAS DE ROTULAGEM AMBIENTAL	99
QUADRO 3.7 - SEQUÊNCIAS DE BRANQUEAMENTO DA POLPA <i>KRAFT</i>	102
QUADRO 3.8 - PRINCIPAIS POLUENTES ATMOSFÉRICOS POR FONTES DE EMISSÃO	105
QUADRO 3.9 - LIMITES INTERNACIONAIS DE CARGA POLUENTE PARA EFLUENTES INDUSTRIAIS PARA PAPEL E CELULOSE	108
QUADRO 3.10 - TECNOLOGIAS PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	110
QUADRO 3.11 - EFICIÊNCIA DAS DIFERENTES TECNOLOGIAS UTILIZADAS PARA A REDUÇÃO DA CARGA POLUENTE DOS EFLUENTES DE PLANTAS DE CELULOSE	112

INTRODUÇÃO

O debate ambiental vem ganhando amplo destaque. A mídia tem reservado um grande espaço à discussão de questões relacionadas ao meio ambiente e as agendas decisórias públicas e privadas passam a incorporar progressivamente essa temática.

Do ponto de vista das políticas públicas, o tratamento convencional da economia neoclássica do meio ambiente atribui aos instrumentos econômicos de controle ambiental o papel de forçar os causadores da degradação à “internalização” dos custos envolvidos na reparação dos danos ambientais. Nesta perspectiva, a inovação e a capacitação tecnológica resultaria da aplicação dos referidos instrumentos. Subjaz à formulação neoclássica a idéia de que a incorporação das questões relacionadas à preservação do meio ambiente no processo decisório dos agentes econômicos é um processo fundamentalmente reativo, que busca a conformidade (*compliance*) com relação aos instrumentos de controle ambiental.

Não desconhecendo que a discussão sobre estratégias de firmas em geral possa ser desenvolvida no campo da sociologia, ressalta-se que no caso das estratégias de capacitação e inovação em particular, o campo econômico é atualmente mais fértil, especialmente pelas contribuições de enfoque evolucionista, a partir das quais pretende-se discutir o objeto deste trabalho. Portanto, da perspectiva da análise aqui proposta, importa conhecer a tradição e a evolução do tratamento econômico a respeito destas estratégias.

É fato que a proteção do meio ambiente foi, durante um longo período, imposta às empresas apenas através de ordenamentos regulamentares (diretos) ou fiscais (indiretos), os quais eram percebidos como restrições. Se por um lado tais medidas coercitivas têm se multiplicado e se tornado cada vez mais rigorosas, por outro, muitas vezes as firmas têm se antecipado a elas, considerado-as não como uma restrição, mas como uma oportunidade.

O argumento a ser desenvolvido ao longo da dissertação é o de que a interpretação dos impactos dos problemas ambientais sobre as estratégias inovativas e de capacitação não pode se ater a uma análise de custos, mas deve obrigatoriamente incorporar o fato de que a variável ambiental passa a se constituir em mais um elemento do processo concorrencial. Em outras palavras, defende-se aqui que a compreensão da mediação entre os problemas

ambientais e as estratégias empresariais passa necessariamente pelo estudo das mudanças no ambiente concorrencial no qual as empresas atuam. Estas mudanças originam-se não apenas da institucionalização de novas práticas regulatórias, mas também da antecipação dessas novas práticas, ou mesmo pela ação voluntária das empresas para o aproveitamento de oportunidades tecnológicas para a construção de vantagens competitivas.

O objetivo desta dissertação é analisar **como a problemática ambiental repercute sobre as estratégias decisórias da indústria de papel e celulose, particularmente no que tange aos processos de inovação e capacitação tecnológica.**

A opção pela indústria de papel e celulose é justificada por três razões: em primeiro lugar, por ser considerada uma indústria de grande impacto ambiental; em segundo lugar, pelo fato de ter sido recentemente objeto de amplo escrutínio ambientalista; em terceiro lugar, por ter promovido uma série de inovações e capacitações tecnológicas para a melhoria de seu desempenho ambiental, principalmente a partir de meados dos anos 80.

Esta dissertação está organizada em três capítulos. O primeiro tem como objetivo contextualizar a discussão proposta pelo trabalho, demonstrando a recorrência do debate sobre as questões ambientais ao longo dos últimos dois séculos, bem como as evidências de sua atualidade. Com esse propósito, o capítulo é dividido em dois itens. O primeiro apresenta os conceitos de recursos naturais e escassez a partir das formulações dos economistas clássicos ingleses e das idéias do movimento conservacionista norte-americano. No segundo item, mostra-se como as idéias Malthusianas são retomadas nos anos 60 e 70, por biólogos americanos e pelos teóricos dos “limites do crescimento”. Finalmente, o conteúdo temático do debate ambientalista, seus novos *loci* e a nova apreensão da natureza dos problemas ambientais são elementos que indicam a atualidade da questão ambiental.

O argumento que ganha evidência durante os anos 80 é o de que a lógica da ação econômica não pode mais ignorar os problemas ambientais. Este fato problematiza o tipo de interpretação dada pelas Ciências Econômicas à incorporação da questão ambiental pelos agentes econômicos. Este é o tópico central do segundo capítulo.

Para desenvolver tal análise, o segundo capítulo é composto por dois itens. O primeiro apresenta, em grandes linhas, os principais aspectos da abordagem neoclássica sobre meio ambiente, que parte da percepção dos problemas ambientais como “falhas de mercado” e

recomenda instrumentos de controle ambiental para a superação das mesmas. Ademais, procura-se ressaltar que a Economia Neoclássica do Meio Ambiente interpreta a incorporação da problemática ambiental pelos agentes econômicos como resposta às restrições colocadas pelos instrumentos econômicos coercitivos formulados sob sua égide.

O segundo item é dedicado ao exame das formulações sobre os impactos da problemática ambiental sobre as estratégias industriais a partir de um enfoque alternativo, crítico da abordagem neoclássica, que tem como fundamentos teóricos as proposições evolucionistas. Em primeiro lugar, discute-se as relações entre a problemática ambiental e o processo de inovação e capacitação tecnológica, contrapondo as idéias neoclássicas às evolucionistas. A seguir, são introduzidas algumas noções evolucionistas empregadas no tratamento das mudanças tecnológicas relacionadas à questão ambiental. Finalmente, é apresentada uma análise preliminar (uma vez que se trata de um corpo teórico em construção) das relações entre as estratégias industriais e a problemática ambiental.

O capítulo final desta dissertação é dedicado ao exame do setor de papel e celulose. Para a execução deste capítulo, o estudo dos aspectos técnicos da produção foi baseado principalmente em material publicado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). As mudanças tecnológicas pelas quais essa indústria tem passado, desde meados dos anos 80 até 1995, foram identificadas a partir das mais diversas fontes, como periódicos do setor, relatórios de pesquisas, artigos em publicações acadêmicas, dissertações de mestrado, material de imprensa em geral e estudos preparados por consultorias para o setor.

Além disso, foram realizadas uma série de visitas monitoradas aos segmentos florestal, industrial e de tratamento de resíduos da Aracruz Celulose S.A., além de entrevistas com os gerentes das áreas de meio ambiente (industrial), corporativa e florestal. As visitas proporcionaram o conhecimento *in loco* de algumas das tecnologias recentemente desenvolvidas ou difundidas para a melhoria do desempenho ambiental do setor. As entrevistas revelaram pontos importantes para a elucidação de aspectos relacionados à motivação para a inovação e capacitação tecnológica, bem como o “sentido” das mudanças em curso e a identificação das principais áreas de atuação consideradas estratégicas para a decisão (como o *marketing*, o manejo florestal e a P&D florestal e industrial).

A escolha da Aracruz Celulose tem um caráter essencialmente ilustrativo. Sendo a maior exportadora brasileira de celulose e a líder mundial em fibra curta de eucalipto, a empresa tem sido amplamente questionada, tanto por entidades ambientalistas quanto pelos seus próprios clientes, a respeito dos impactos ambientais de suas atividades. Além disso, tem promovido mudanças tecnológicas no sentido do atendimento de demandas ambientais, engajando-se ativamente em programas de certificação e auditoria ambientais. É conveniente ressaltar, contudo, que as conclusões advindas da análise desse caso particular não podem ser extrapoladas para o conjunto da indústria brasileira de papel e celulose, dado que a situação de grande exportadora da Aracruz a torna alvo de demandas particulares, as quais não estão colocadas para o conjunto da indústria.

Finalmente, é elaborado um resumo que recupera os principais nexos desenvolvidos ao longo da dissertação e são apresentadas as conclusões do trabalho. Argumenta-se, a partir da análise do setor de papel e celulose, que a incorporação da questão ambiental nas estratégias de inovação e capacitação tecnológica dos agentes econômicos torna-se um **um elemento de construção de vantagens competitivas**. Defende-se que, no caso da indústria brasileira, grande exportadora, essa incorporação se apresenta ao mesmo tempo como restrição e oportunidade.

CAPÍTULO I - ATUALIDADE E DIMENSÕES DA QUESTÃO AMBIENTAL

Os estudos e discussões sobre as relações entre meio ambiente e desenvolvimento econômico são recorrentes ao longo deste século e vêm ganhando atualmente nuances e fóruns que tornam o tema objeto de crescente interesse por parte das Ciências Econômicas, como também matéria importante de tomada de decisão, na forma de políticas ambientais, de ciência e tecnologia e de investimentos.¹

Este capítulo introdutório e de caráter histórico-conceitual trata as visões Malthusianas e Neo-Malthusianas dos conceitos de recursos naturais e de escassez, os quais constituem os fundamentos do debate ambiental atual.² Para tanto, o capítulo está dividido em dois itens, sendo o primeiro dedicado ao exame de dois momentos fundamentais do debate: o delineamento da discussão sobre escassez, representada pelas obras dos economistas clássicos ingleses e o surgimento de uma preocupação pragmática e política, representada pela eclosão do Movimento Conservacionista Norte-Americano. O segundo item aborda a discussão das relações entre população e recursos naturais que foi retomada pelos biólogos americanos do pós-II Guerra, os quais enfatizavam os impactos do crescimento populacional e do uso inadequado da tecnologia sobre o meio ambiente e influenciaram a discussão sobre os limites do crescimento, que teve lugar nos anos 70. Finalmente, são apresentadas as questões envolvidas no debate atual, conforme se apresentam na literatura recente.

¹Deve-se deixar claro desde logo que não se pretende buscar aqui a compreensão da evolução histórica e filosófica das relações Homem-Natureza, mas apenas resgatar momentos onde a literatura estudada aponta a origem de determinados conceitos que fundamentam o debate ambiental recente.

²ROSENBERG, 1979.

1.1. ALGUNS FUNDAMENTOS DO DEBATE AMBIENTAL

É possível dizer que a onda ambientalista deste final de século teve origem no final dos anos sessenta. Contudo, o interesse pela questão ambiental não é uma novidade e pode ser considerado como um renascimento do interesse público e acadêmico pelos problemas que decorrem da exploração e utilização dos recursos naturais.³

Embora tenha sido apenas no período compreendido entre os séculos XVI e XIX que as atitudes humanas com relação ao Mundo Natural sofreram modificações, produzindo, além de um intenso interesse por esse mundo, inquietações quanto ao papel reservado aos seres humanos dentro dele, a preocupação com a natureza não é tema recente. THOMAS (1987) sustenta que surge neste período a relação conflituosa entre ocupação e preservação, dilema senão inexistente até então, pelo menos pouco discutido. Até então era dominante a concepção bíblica da relação Homem-Natureza, segundo a qual os desígnios reservados ao Homem pelo Criador compreendiam as tarefas de povoar a Terra e dominá-la. O autor sustenta que o predomínio do Homem sobre o mundo natural é uma pré-condição da própria história humana. Neste sentido, argumenta que o extraordinário crescimento demográfico e a urbanização acelerada que marcaram o período da Revolução Industrial puderam ser sustentadas em grande parte pelo desenvolvimento tecnológico e pelas mudanças sociais ocorridas.

A questão do crescimento demográfico e seus impactos sobre a disponibilidade de recursos foi, a propósito, o principal aspecto que chamou a atenção dos economistas clássicos ingleses para o “Mundo Natural”.⁴

³REES (1990:1).

⁴Para uma análise comparada entre as idéias de Malthus, Ricardo e Mill, ver BARNETT & MORSE (1973).

i. OS ECONOMISTAS CLÁSSICOS INGLESES: NOTAS SOBRE O DEBATE SOBRE ESCASSEZ

A preocupação com a escassez de Recursos Naturais no final do século XIX, como já foi dito acima, não constituía novidade no período, como testemunha o clássico ensaio de Malthus, escrito em 1798, *Principle of Population*. Neste ensaio, Malthus argumentava haver uma lei imutável e universal que governa as relações entre o crescimento populacional e a oferta de alimentos. De acordo com tal lei, dada a finitude dos recursos para a expansão da oferta de alimentos, a qual seguiria uma função aritmética, e a tendência ao crescimento exponencial da população, surgiria um desequilíbrio inexorável cujos desdobramentos inevitáveis seriam a propagação da fome e de doenças. O aumento da mortalidade, resultado desses desdobramentos, provocaria a redução da população e restauraria o balanço entre população e recursos naturais.

Malthus estava preocupado com o comportamento da produção de bens agrícolas, que não poderia ser ampliada a partir de uma dotação finita de terra, uma vez que a relação entre os “fatores” capital e trabalho era tida como constante. Seu “princípio” tornou-se ainda mais alarmante quando posteriormente aplicado aos recursos minerais, visto que as reservas efetivamente declinam com a produção cumulativa, sem que exista a possibilidade de renová-los, pelo menos num horizonte de tempo previsível. Para Malthus, economista e pastor anglicano pertencente à classe dos proprietários de terras da Grã-Bretanha, a catástrofe poderia ser evitada unicamente se se recorresse ao controle da natalidade e se fosse negada qualquer assistência às populações pobres. Não seria demais dizer que o “*Principle*” tornou-se ponto de partida não apenas para desenvolvimentos teóricos posteriores no campo da Economia, mas também para o estabelecimento de políticas, como a Lei dos Pobres e as deportações em massa na Grã-Bretanha à época.

A noção de escassez que subjaz à tese de Malthus é de natureza física, ou seja, está referida à dotação limitada do recurso **terra**. Fator básico para a produção de alimentos em uma Inglaterra cuja classe proletária crescia rapidamente - e para a qual era necessária uma produção “em massa” de alimentos - a terra se constituía num limite ao crescimento não apenas populacional, mas ao próprio processo de desenvolvimento industrial, através de seus

efeitos sobre a renda.⁵ É compreensível que um observador, escrevendo em uma época marcada por uma grande expansão industrial se preocupasse com a alimentação das bocas que se multiplicavam e que ocupavam cada vez mais as cidades, enquanto os alimentos continuavam a ser produzidos no campo. Ainda mais compreensível se este observador vivesse em uma ilha, como a Grã-Bretanha, cujos limites se impõem aos olhos como um horizonte muito próximo. Mesmo assim, para estabelecer seus “princípios”, Malthus recorreu às mais diversas fontes estatísticas sobre dados populacionais ao redor do mundo, em uma aplicação pioneira do método dedutivo, em voga nas pesquisas das ciências naturais, à análise econômica, levando PEPPER (1986) a chamar a atenção para a perspectiva global que o autor sugere em sua teoria.

A tese de Malthus foi contestada mais tarde por Marx, pelo fato de não considerar nem a estrutura de classes sociais, nem as possibilidades colocadas pelo desenvolvimento tecnológico no campo.⁶ A esse respeito, REES (1990) pondera que talvez devido ao período em que escreveu, Malthus tenha negligenciado o papel do avanço tecnológico no aumento da produtividade. Segundo a autora, Engels, quarenta anos mais tarde, questiona o desequilíbrio população-recursos defendido por Malthus, enfatizando a produtividade do trabalho e a habilidade do Homem em utilizar a ciência e a tecnologia para contemplar suas necessidades como dois fatores que contrarrestavam a tendência identificada por aquele autor.⁷ A tese de Engels tem se provado correta pelo menos até a atualidade, uma vez que as mudanças tecnológicas têm evitado a exaustão dos recursos mesmo em um contexto de crescimento populacional e de aumento de consumo *per capita* expressivos.

O trabalho de Malthus serviu como base para as investigações de David Ricardo, que incorporou o “Princípio da População” para explicar o comportamento da renda. Para Ricardo, o nexó lógico que vincula a população à renda passa pelo pressuposto de que os recursos (novamente terra) são não apenas limitados em termos quantitativos mas também, e o

⁵ Assunto estudado pelo próprio Malthus em seu livro *An Inquiry into the Nature and Progress of Rent*, de 1815.

⁶ Marx atribui um caráter “panfletário e sensacionalista” ao *Principle of Population*, e acusa Malthus de plágio em seu *A Miséria da Filosofia*.

⁷ REES (1990:32).

que é mais importante, são diferenciados em termos qualitativos, seja por níveis diferentes de fertilidade do solo, seja pela proximidade com os mercados consumidores.

O pressuposto da heterogeneidade dos recursos distingue profundamente o trabalho de Ricardo do de Malthus, uma vez que para o primeiro a preocupação não incide sobre a finitude das terras agricultáveis, mas sim sobre a diminuição persistente dos rendimentos advindos de sua exploração agrícola.

Assim, Ricardo sustenta que as terras mais férteis e melhor localizadas seriam as primeiras a serem ocupadas e cultivadas. À medida em que crescesse a demanda por alimentos, terras menos férteis e de pior localização seriam progressivamente alocadas para a produção. Como resultado, os custos dessa ocupação iriam se tornando cada vez maiores, seja por causa da necessidade de se ampliar os insumos para aumentar a fertilidade do solo, seja devido ao acréscimo dos custos de transporte dos alimentos para os mercados consumidores. Em outras palavras, a produtividade cairia como consequência do crescimento das necessidades de *input* de trabalho e capital para cada unidade adicional de *output*.

Depreende-se, a partir da “Lei dos Rendimentos Decrescentes” apresentada por Ricardo, uma espécie de “exaustão econômica” do recurso. Em outros termos, antes da ocorrência da exaustão absoluta em termos físicos, deve ocorrer, segundo Ricardo, a diminuição do produto físico marginal e dos rendimentos por unidade de trabalho (ou capital) empregada ao longo de todo o período de extração ou exploração do recurso. Logo, os custos da exploração dos recursos devem crescer em termos reais e relativamente à quantidade de *inputs* de fatores requerida para a manutenção de um certo *output* (quantidade extraída).

O objetivo deste sub-item foi apresentar, em linhas gerais, a concepção de escassez, seja ela descrita em termos de limites físicos e absolutos, como proposta por Malthus, seja em termos de limites econômicos e relativos, como sugerida por Ricardo.⁸ Mais que isso, o propósito desta descrição sumária no corpo deste capítulo é apresentar o conceito que,

⁸A concepção de escassez é reconhecida por John Stuart Mill, que estudou detidamente a obra de Malthus e Ricardo. Não obstante este reconhecimento, Mill refuta a idéia de que os limites físicos sejam atingidos, pela crença na capacidade da criatividade humana para sua superação. Ao rejeitar de tal forma a possibilidade do alcance dos limites, Stuart Mill introduz vagamente a idéia de “progresso”.

discutido no âmbito acadêmico no século XIX, veio a constituir, segundo BARNETT & MORSE (1973), o “coração” das discussões que deram, nas décadas de 60 e 70 do século XX, origem ao debate atual sobre o ambientalismo.

O tratamento teórico da escassez pelos economistas clássicos ingleses representa a origem do debate sobre esse tema na academia. O debate atual, como será visto ainda neste capítulo, é tributário dessas interpretações teóricas. Porém, o surgimento do tema dos recursos naturais como preocupação pragmática e política, é anterior ao debate atual, e pode ser representado pela eclosão do Movimento Conservacionista Norte-Americano, objeto de estudo do próximo sub-item.

ii. O “MOVIMENTO CONSERVACIONISTA” NORTE-AMERICANO

Próximo à virada do século, entre 1890 e 1920, a discussão sobre recursos naturais ganhou um novo fórum de debate, nos Estados Unidos, denominado “Movimento Conservacionista”, ao qual o nome de Theodore Roosevelt é associado.

Como não poderia deixar de ser, neste período em que a conquista do ambiente através da ciência e da tecnologia caminhava a passos largos, a compreensão da natureza era profundamente afetada pelas descobertas científicas. Neste sentido, a teoria sobre a evolução das espécies de Darwin, que sustentava que o Homem constitui elemento pertinente, junto com as demais espécies, de um complexo sistema, estimulou, na opinião de McCORMICK (1992), um estímulo para a associação, já no final do século XIX, do termo “equilíbrio da natureza” à idéia de um equilíbrio “delicado e íntimo”, altamente sensível à interferência humana e que poderia ser rompido facilmente.

Paralelamente, ainda na linha de argumentação do mesmo autor, a crise econômica que teve lugar no final do século deu suporte à idéia de que o desenvolvimento industrial, fonte de poder econômico e político, tornava-se então elemento de destruição de valores morais, da ordem social, da saúde, do ambiente e beleza naturais.

Dois movimentos formulavam interpretações diferenciadas da relação Homem-Mundo Natural: o conservacionista e o preservacionista.

O movimento conservacionista tem em George Perkins Marsh um de seus precursores.⁹ De acordo com McCORMICK, Marsh sugeria que “... a preservação das áreas virgens tinha justificativas tanto ‘econômicas’ quanto ‘poéticas’.”¹⁰ O movimento conservacionista foi um movimento político e social que procurou conciliar a idéia da exploração econômica dos recursos naturais com a sua proteção, em uma perspectiva que priorizava a utilização proveitosa, mas racional, da natureza.¹¹

Nesse mesmo período, o preservacionismo tem como precursor John Muir.¹² Esse movimento pregava a proteção ou preservação total do meio natural, ou seja, excluía as possibilidades de qualquer exploração econômica, salvo a de lazer.

A disjuntiva entre preservacionismo e conservacionismo é colocada, portanto, como a manifestação de duas interpretações extremas da relação Homem - Mundo Natural: enquanto o preservacionistas defendiam a proteção incondicional da natureza, os conservacionistas sugeriam a proteção da natureza condicionada à sua utilização racional e econômica.

A comparação entre os movimentos preservacionista e conservacionista norte-americanos pode ser pensada a partir da tipologia das “ideologias ambientalistas” construída por O’RIORDAN (1977). Este autor constrói uma tipologia das “ideologias ambientalistas”,

⁹A leitura das obras consultadas permite dizer que existe uma ampla aceitação de George Perkins Marsh, um dos fundadores da Smithsonian Institution e autor do livro *Man and Nature*, que se tornou um clássico da literatura ambientalista e que foi publicado originalmente em 1864, como um importante precursor do Conservacionismo norte-americano. (BARNETT & MORSE, 1973; HERFINDAHL, 1985; ACOT, 1990 e McCORMICK, 1992).

¹⁰McCORMICK (1992:30).

¹¹Se o distanciamento do público marcou o início do movimento conservacionista, dois eventos no final da primeira década do século XX contribuiriam para levá-lo a uma maior penetração popular: a Conferência de Governadores sobre a Conservação em 1908 e, no ano seguinte, o Congresso Conservacionista Norte-Americano. McCORMICK (1992) sustenta que a publicidade que envolveu o evento foi responsável pela transformação do conservacionismo em um debate público, enquanto que o mais importante resultado do Congresso Conservacionista Norte-Americano foi o reconhecimento, por parte dos delegados do Canadá, EUA e México, do interesse internacional pela questão da conservação dos recursos.

¹²De origem escocesa, este naturalista amador mudou-se em 1868 para o Parque Nacional de Yosemite (Califórnia, USA), em cuja criação teve influência decisiva. Auxiliou ainda na fundação do *Sierra Club*, em 1892, instituição que veio a se tornar um ponto de encontro, aglutinação e referência para os preservacionistas. A mesma instituição contratou Ehrlich mais tarde, no final da década de 60, para escrever o livro *The Population Bomb*.

dividindo-as em dois grupos: as “ecocêntricas” e as “tecnocêntricas”. Enquanto as ideologias ecocêntricas baseiam-se, *grosso modo*, na indispensabilidade da natureza e na auto-suficiência de pequenas comunidades, as tecnocêntricas fundamentam-se na racionalidade, objetividade e eficiência na administração profissional dos recursos (v. Quadro 1.1).

QUADRO 1.1 - AS CORRENTES IDEOLÓGICAS DO AMBIENTALISMO

	Tecnocentristas	Ecocentristas
Conservadores	moralidade do crescimento • otimistas tecnológicos • otimistas administrativos • otimistas políticos	moralidade dos limites • ética do barco salva-vidas • planejadores ecológicos • protecionistas ambientais
Liberal	reformistas escrupulosos • sociais-democratas • balanço material • economistas do meio ambiente • ideólogos da “espaçonave terra”	ativistas ecológicos radicais • educadores ambientais • braços acadêmicos dos “lobistas” ambientais • cidadãos engajados à causa ambientalista

Fonte: O’RIORDAN (1977).

Dessa maneira, adotando a classificação de O’RIORDAN (1977), é possível dizer que o perfil dos preservacionistas corresponde ao tipo “ecocentrista”, enquanto que o dos conservacionistas se aproxima do tipo “tecnocentrista”.

Uma das personalidades centrais do movimento conservacionista foi Gifford Pinchot, que havia estudado manejo florestal na França e na Alemanha e que considerava a lógica do movimento preservacionista de difícil compreensão e pregava três princípios básicos para o manejo dos recursos: o desenvolvimento do uso dos recursos pela geração presente, a prevenção do desperdício desses recursos e seu uso democrático.

Pinchot ilustra com propriedade a figura do “tecnocentrismo”: “Os defensores iniciais [do conservacionismo] eram pragmáticos, expansionistas, e muito convencidos de suas próprias habilidades: eles acreditavam honestamente que eram competentes para alocar os recursos sem nenhuma interferência política”.¹³

Os conservacionistas eram profissionais de áreas como manejo florestal, hidrologia e geologia, o que na opinião de McCORMICK (1992) contribuiu para que suas preocupações estivessem menos voltadas para a opinião pública do que para o planejamento racional do uso dos recursos e sua exploração eficiente. Vale dizer, o Conservacionismo norte-americano, longe de um movimento popular em suas origens, foi inicialmente um movimento técnico e político. Sua meta técnica era o uso eficiente dos recursos e sua preocupação política era distributiva, uma vez que propunha o acesso democrático aos mesmos.

A idéia de conservação da natureza foi, de acordo com BARNETT & MORSE (1973), parte de uma revolução mais ampla no pensamento ocidental: o surgimento de uma filosofia social contra a doutrina do *laissez-faire*. Por esta razão, o conservacionismo norte-americano é colocado pelos autores, ao lado do Marxismo, como uma parte da revolução das idéias do período.

Um dos méritos do movimento está relacionado à ampliação do conceito de “recursos naturais”. Tendo rejeitado o conceito clássico que reduzia a natureza ao “fator terra”, o movimento defendia principalmente a conservação dos recursos florestais e os hídricos, envolvendo também os diversos tipos de recursos minerais.¹⁴

Embora a concepção de natureza da doutrina conservacionista fosse além do fator terra, ela se restringia à idéia de “riqueza natural da Nação”. Pode-se considerar que isto se deveu às preocupações pragmáticas dos conservacionistas com os efeitos econômicos e sociais da escassez de recursos naturais, que representam perdas para a “Nação”. Os efeitos econômicos envolvem as repercussões da escassez sobre a estrutura econômica e organizacional da Nação, com conseqüências sobre a produtividade, os custos e o nível de renda *per capita* do país. O principal efeito sobre a estrutura econômica e organizacional da

¹³O’RIORDAN (1977:6-7).

¹⁴BARNETT & MORSE (1973:74).

Nação seria o fortalecimento da tendência à concentração do capital na forma de monopólios, eficientes na mobilização dos recursos escassos e de exploração progressivamente mais difícil e custosa. Esse fato tem especial relevância em um período em que o monopólio se difundia rapidamente. O efeito social da tendência à concentração de capital seria uma ampliação das heterogeneidades sociais no que diz respeito à distribuição da propriedade e da renda. Além disso, de acordo com o movimento conservacionista, outros efeitos sociais perversos, como a perda de valores morais e a destruição de belezas naturais, estão associados à expulsão do homem do campo e ao crescimento dos centros urbanos.¹⁵

Os monopólios eram responsabilizados pelos conservacionistas pela rápida exploração dos recursos naturais que, devido ao conseqüente barateamento de seus preços, estaria incentivando o desperdício. Assim, os monopólios contribuíam, na visão dos conservacionistas, para o agravamento da escassez dos recursos naturais.

A visão anti-monopolista do movimento conservacionista foi criticada por HOTELLING (1931), em um artigo seminal do campo da Economia dos Recursos Naturais. Neste artigo, o autor esclarece que a exploração dos recursos minerais por monopólios, em contraste com a crença conservacionista, tem o duplo efeito de retardar a exaustão das reservas e de estabelecer preços mais elevados do consumidor, em comparação a uma situação de “concorrência perfeita”. a análise de HOTELLING está baseada no suposto da eficiência econômica.¹⁶

No entanto, os conservacionistas não estavam interessados em problemas de eficiência econômica, mas sim com a revisão ética do *laissez-faire* e do modo de utilização das reservas físicas dos recursos, como demonstram suas preocupações com os efeitos econômicos e sociais da escassez. A correção destes efeitos seria feita através do controle direto estatal da produção, inclusive com a determinação do tipo de tecnologia a ser empregado na extração.

Em síntese, as análises de cunho teórico-acadêmico desenvolvidas no campo das Ciências Econômicas, representadas pelas contribuições dos economistas clássicos ingleses, e a preocupação conservacionista de natureza mais empírica e política surgida na passagem do

¹⁵BARNETT & MORSE (1973:82-86).

¹⁶No segundo capítulo, o tratamento econômico do meio ambiente será visto em maior detalhe.

século XIX para o atual, constituem duas evidências da recorrência do tema ambiental ao longo dos últimos duzentos anos.

Duas observações merecem ser ressaltadas. A primeira delas concerne à conceituação de Recursos Naturais. Como foi visto, os economistas clássicos preocupavam-se com a **terra**, sendo que a atenção dada a este recurso se ligava à utilização agrícola. Os conservacionistas, por seu turno, voltaram-se para os recursos minerais, florestais e hídricos. Outra observação diz respeito ao tema da escassez, que aparece com a necessidade, derivada do crescimento populacional, de uma exploração mais intensiva dos recursos naturais, com a conseqüente redução dos estoques físicos, ou da **quantidade** desses recursos.

No próximo item, a importância assumida pela **qualidade** do ambiente natural será abordada como um dos principais aspectos da problemática ambiental atual.

1.2. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL ATUAL

No presente item, tanto a conceituação dos recursos naturais como da escassez serão retomados. Coloca-se então a seguinte questão: quais são as características do debate ambiental atual? Chama a atenção, em primeiro lugar, a emergência de novos temas: desde logo salta aos olhos o surgimento de questões relacionadas à **qualidade** do ambiente natural, que desponta com a preocupação com os “efeitos colaterais” do desenvolvimento tecnológico do pós-II Guerra, entre outros, os riscos relacionados à utilização da energia nuclear, de detergentes e de pesticidas. Enfim, ganha espaço a temática da poluição.

A questão da qualidade, como foi visto, havia sido tratada pela noção de escassez Ricardiana enquanto heterogeneidade qualitativa inerente aos recursos naturais, dada concretamente pelos diferentes graus de fertilidade da terra. O conceito de qualidade presente no discurso atual sobre questões relacionadas ao ambiente natural está referida às alterações derivadas da ação do homem sobre esse ambiente.

O objetivo do presente item consiste em apontar algumas vertentes de interpretação recente da questão ambiental. Para tanto, procura-se resgatar, a partir do final dos anos 60 e início dos 70, o progresso das idéias sugeridas pelos biólogos americanos, as propostas de crescimento zero do primeiro Relatório Meadows (1972) e a noção de desenvolvimento sustentável, presente no Relatório Brundtland (1987).

No tratamento do debate atual, chama-se a atenção para a natureza dos problemas ambientais que ganham destaque principalmente ao longo dos anos 80 e para o fato destes problemas se refletirem nas decisões de políticas de desenvolvimento, nas relações internacionais e, ainda, nas formulações estratégicas das grandes corporações industriais. Em termos conceituais, ainda será destacado o papel que o desenvolvimento científico e tecnológico assume dentro do conceito de desenvolvimento sustentável e em que medida este conceito contribui para a qualificação e relativização do conceito de escassez.

I. DAS VISÕES DOS BIÓLOGOS AMERICANOS ANOS 60 À CONTROVÉRSIA SOBRE OS LIMITES DO CRESCIMENTO NOS ANOS 70

No primeiro item deste capítulo foi visto que as obras dos economistas clássicos ingleses auxiliam a compreensão das raízes teóricas do tema da escassez e que o movimento conservacionista americano mostrava-se particularmente preocupado com a “exploração sustentável” das “riquezas naturais da Nação”.¹⁷ Neste item serão abordadas referências teóricas mais recentes para o embasamento das discussões que proliferaram a partir dos anos 70. Os trabalhos consultados são consensuais quando afirmam que a retomada da questão das relações entre população e recursos naturais marca o renascimento do ambientalismo no final dos anos 60 e início dos 70.¹⁸

¹⁷ A expressão “exploração sustentável” está entre aspas nesta passagem para que não seja confundida com a noção de sustentabilidade apresentada pelo relatório Brundtland. Contudo, é interessante notar que o Movimento Conservacionista já vinculava a eficiência administrativa na utilização dos recursos à sua conservação, preocupando-se com a distribuição dos frutos da exploração daqueles recursos entre os indivíduos da geração presente e com a possibilidade de sua exploração pelas futuras gerações. BARNETT & MORSE (1973:246-48).

¹⁸ PEPPER (1986), REES (1990), McCORMICK (1992).

McCORMICK (1992) ressalta o papel que os biólogos americanos desempenharam no levantamento de importantes temas que seriam discutidos posteriormente, no debate sobre os limites do crescimento, durante os anos 70. Destacam-se entre estes biólogos, autores como Rachel Carson (que se tornou escritora depois de lecionar na Universidade de John Hopkins), Garrett Hardin (da Universidade da Califórnia), Paul Ehrlich (da Universidade de Stanford) e Barry Commoner (da Universidade de Washington, St. Louis).

O livro *Silent Spring*, publicado por Carson em 1962, advertia sobre a interferência dos pesticidas sintéticos no solo, na água, na vida selvagem, bem como seus efeitos para a própria vida humana. O livro de Carson detalhou as consequências negativas da má utilização dos pesticidas químicos, contribuiu para aumentar a consciência pública quanto às implicações das atividades econômicas sobre o meio ambiente e gerou muita controvérsia. A obra foi atacada pelo Departamento de Agricultura Norte-Americano e por várias empresas da indústria química. Além disso, influenciou um relatório de avaliação da indústria de pesticidas feito pelo Governo dos Estados Unidos e a proibição ou restrição do uso de doze substâncias tóxicas, dentre as quais o DDT. MCCORMICK (1992) explica o sucesso de *Silent Spring* pela combinação de seu moralismo, da controvérsia que causou e do efeito que produziu, levando a questão dos pesticidas dos círculos acadêmicos e das publicações técnicas para a esfera pública.

Por sua vez, artigo *The Tragedy of the Commons* de Garrett Hardin, frequentemente citado em trabalhos relacionados à problemática ambiental, foi publicado na revista *Science* em dezembro de 1968. Neste artigo, Hardin retoma o problema da superpopulação. De acordo com PEPPER (1986), Hardin define a questão populacional como um problema global. Em *Living Within Limits: ecology, economics, and population taboos*, Hardin critica o que chama de *growthmania* (mania de crescimento, seja econômico, seja populacional).¹⁹ Embora argumente que o problema da superpopulação é global, ele advoga que não há como tratá-lo globalmente. A regra é nunca globalizar um conceito ou problema se existe a possibilidade de tratá-lo localmente. Ele também faz uma crítica à educação acadêmica dos economistas durante o século XX, por estarem ausentes dos textos convencionais de

¹⁹Garrett Hardin, *Living Within Limits: Ecology, Economics, and Population Taboos*. New York: Oxford University Press, 1993.

economia os conceitos de deseconomias de escala, capacidade suporte, escassez/limite dos recursos, sistemas ecológicos e valores humanos.

Em seu artigo de 1968, Hardin tratou do problema da degradação das áreas de uso comum, cuja destruição era fruto de sua abertura ao uso de todos. Para ilustrar o mecanismo que leva à destruição as áreas de uso comum, o autor lança mão da alegoria dos criadores de gado. Inicialmente, a partilha de uma determinada área por muitos criadores permite um balanço equilibrado entre oferta e demanda de capim: a razão entre o forrageio e o crescimento do capim é constante e igual a um, de maneira que o sistema se mantém em equilíbrio. A seguir, um criador percebe que, acrescentando um animal ao pasto, pode aumentar seus lucros às custas dos demais. E mais: observa que se ele não o fizer, outros poderiam fazê-lo, sendo neste caso seu o “prejuízo”. Acrescentar um animal torna-se, então, a única alternativa razoável. Impelidos, contudo, pelo mesmo raciocínio, todos os outros criadores também introduzirão um animal a mais. Uma vez que o pasto não tem capacidade de produção de capim suficiente para atender a uma demanda tão grande, o resultado é que a área é levada à destruição e os criadores à ruína.

A conclusão é que a “ruína é o destino para o qual todos os homens caminham, cada um em defesa de seus próprios interesses numa sociedade que acredita na liberdade das áreas comuns. A liberdade numa área comum traz a ruína de todos”.²⁰ Segundo o autor, a crença dominante de que toda ação tomada por indivíduos na busca de seu próprio bem-estar contribui para o bem-estar de toda a sociedade é um legado de Adam Smith. Preocupado com o problema da liberdade de escolhas individuais na determinação do tamanho das famílias, Hardin sustenta que se a humanidade quisesse fazer algum progresso no sentido de lidar com o problema populacional, seria necessário “exorcizar o espírito de Smith do campo da demografia”.²¹ Falando ainda sobre o crescimento populacional, Hardin acredita que esta é uma questão que pertence à classe dos problemas para os quais afirma não existir solução técnica, restando assim a alternativa de soluções “morais” ou “éticas”, sobretudo coercitivas.²²

²⁰HARDIN (1968:162).

²¹*Ibidem*.

Hardin também trata da poluição como um caso semelhante ao das áreas comuns, com a diferença que, desta vez, não se trata de retirar alguma coisa, mas sim, de colocar algo na natureza, como lixo, resíduos químicos ou radioativos. Se no caso das áreas comuns, a solução dada por Hardin é a privatização, no caso da poluição (que é, em sua opinião, um problema derivado do crescimento populacional) a solução estaria na “mudança de valores ou idéias de moralidade” através da utilização de leis coercitivas ou ainda de instrumentos de taxação.

PEPPER (1986) ressalta os traços Malthusianos, ou melhor “Neo-Malthusianos”, do pensamento de Hardin, analisando uma outra alegoria do autor - esta de 1974 - onde dez homens são colocados em um barco salva-vidas, com suprimentos para apenas dez pessoas. Nesta situação, partilhar os suprimentos com outros náufragos, ainda que seja pelo salvamento de apenas mais um homem, significaria condenar todos a morrer de fome. A alegoria procura demonstrar, a partir de um caso limítrofe, como o conceito de “capacidade suporte” impossibilita o exercício da partilha de recursos.²³ A mensagem é clara: é “evidente” que o problema é que há muita gente. É uma questão, antes de tudo, de um pragmatismo arrazoado - e não de egoísmo - a decisão pela não partilha dos recursos. Este tipo de argumento foi, segundo PEPPER, muito forte nos debates contra a ajuda humanitária a países do Terceiro Mundo. O autor reforça sua análise citando uma frase do próprio Hardin, onde ele afirma que “qualquer nação que toma para si o direito de produzir mais bebês também deve assumir a responsabilidade de cuidar deles”.²⁴

²²“É um erro pensar que é possível controlar a reprodução da humanidade pelo apelo à consciência. ... O argumento é direto e darwiniano. A população varia. Confrontadas com apelos para reduzir a natalidade, algumas pessoas responderão indubitavelmente mais do que outras. Aquelas que tiverem mais filhos produzirão uma parcela maior da próxima geração com relação àquela mais ‘conscientes’. A diferença se acentuará, geração após geração”. HARDIN (1968:162).

²³“Capacidade Suporte” é uma medida da disponibilidade de recursos naturais renováveis de uso comum. Conceito emprestado da agricultura, a chamada *carrying capacity* é baseada na hipótese de que o uso do recurso deveria ser limitado pelo nível no qual a produtividade do recurso é sustentável ao longo do tempo, não engendrando nenhuma mudança significativa no meio ambiente. Segundo REES (1985), o conceito tem sido usado (Mc Harg e Odum), por exemplo, na tentativa de estabelecer limites para assentamentos humanos em determinadas regiões. A autora ressalta que em quaisquer aplicações, é difícil estabelecer um conceito simples, único e absoluto para *carrying capacity* e que as estimativas são dependentes do objetivo da análise, da maneira específica na qual os recursos são utilizados e dos padrões de vida assumidos como necessários para o usuário.

²⁴PEPPER (1986:20).

PEPPER salienta ainda a importância do pensamento de Hardin sobre o de Ehrlich, tendo este último autor influenciado o debate público sobre o tema população e meio ambiente. O argumento de Ehrlich de que o crescimento populacional origina toda crise ambiental foi emprestado da obra de Hardin e ensejou a proposição do “Crescimento Populacional Zero”. Segundo PEPPER, para Ehrlich já era tarde demais (no início dos 70) para que medidas restritivas voluntárias pudessem ser tomadas, e sua proposição de política era o uso de métodos coercitivos para deter o crescimento populacional desenfreado.²⁵

Retomando o tema do crescimento populacional, Ehrlich revela-se, como Hardin, um Neo-Malthusiano. Defendia que nenhuma mudança comportamental ou tecnológica poderia salvar a humanidade de uma catástrofe ecológica, a não ser que sérias medidas de controle populacional fossem tomadas. Segundo McCORMICK (1992), seu livro, *The Population Bomb*, tornou-se um dos mais vendidos sobre o tema em todos os tempos.

No final dos anos 60, Ehrlich trava um debate com Commoner a respeito da deterioração ambiental. Este último autor era contrário à idéia do controle do crescimento populacional através de formas coercitivas, como era a sugestão de Ehrlich, não apenas porque acreditava que o avanço do processo de industrialização induziria a uma redução das taxas de natalidade, mas principalmente porque atribuía os problemas ambientais mais graves ao uso de tecnologias ‘defeituosas’, cujos efeitos indesejados abrangeriam, entre outros, o crescimento maciço do uso de materiais sintéticos, de produtos descartáveis, de detergentes e de pesticidas.

Commoner defendeu a idéia de que alguns dos riscos ambientais mais perigosos são invisíveis, chamando a atenção para a poluição atmosférica e hídrica, para a contaminação dos alimentos e para a radiação nuclear, introduzindo desta maneira a temática da poluição no debate ambiental em seu livro *The Closing Circle*, publicado em 1971. Nesta obra, o autor refutava a tese de que o crescimento populacional seria o fator preponderante na degradação ambiental, argumentando que esta continuaria a se manifestar ainda que o crescimento fosse controlado. A razão não estava tampouco no aumento da atividade econômica em si, ou no fato de que a crescente população passava a consumir progressivamente mais, mas em *como*

²⁵*Ibidem*.

esse crescimento havia sido alcançado, sob a influência de um conjunto particular de tecnologias. Assim, a maioria dos problemas graves de poluição, segundo Commoner, se não fossem datadas dos anos do pós-guerra, pelo menos haviam piorado muito a partir de então.

No debate entre os dois autores, Ehrlich denunciava o caráter limitado da abordagem de Commoner, argumentando que este reduzia a crise ambiental ao problema da poluição. McCORMICK (1992), contudo, comenta que a avaliação de Ehrlich era ela própria restrita, na medida em que abordava a problemática ambiental somente a partir da perspectiva isolada da questão populacional.

Entrevistado por Nicholas Pole em 1973 para a revista *The Ecologist*, Ehrlich admitia ter “mudado o tom” de seu discurso após os debates, estudos de novos dados e reflexões. Esclarecia que a grande ênfase que reservara à questão populacional em seu livro de 1968 era devida ao fato de este ter lhe parecido o problema mais negligenciado naquele momento, e que a obra também explorava em grandes detalhes outros aspectos da deterioração ambiental, como o DDT. Na entrevista, ele também lamentava o debate com Commoner, dizendo-se de acordo com o biólogo da Universidade de Washington na visão dos “erros tecnológicos”. Na sua visão de 1973, que se mostra um tanto mais moderada, existiriam muitos fatores determinantes da deterioração ambiental e Commoner teria sido hábil em chamar a atenção para um especialmente importante: o mau uso da tecnologia, causando impactos negativos sobre o meio ambiente, como os problemas do uso de fertilizantes químicos, da poluição e da contaminação nuclear. Dizia que seria enganoso superestimar um dos fatores, como o erro tecnológico ou o consumismo. Apesar disso, ele próprio continuava hiper-dimensionando os aspectos relacionados à questão populacional, apenas mudando sua esperança de controle das taxas de natalidade, antes voltada para a taxação, para o movimento de liberação das mulheres.²⁶

HOLDEN (1972), que estudou o debate entre os dois acadêmicos americanos, ressalta que na visão dos cientistas naturais e sociais da época ambos estavam radicalizando seus argumentos. De fato, de um lado Ehrlich se revelava um verdadeiro “Jeremias” (um dos profetas que escreveram o Apocalipse), com sua alarmante visão catastrofista; e de outro,

²⁶POLE (1972:23).

Commoner subtraindo de sua abordagem quaisquer traços de preocupação com a problemática populacional *vis-à-vis* a “escassez” dos recursos.

A discussão da questão ambiental nos anos setenta assume contornos de um debate polarizado entre as posições pessimistas, de autores como Hardin e Ehrlich, e otimistas, como Maddox. A crença amplamente difundida desde o final dos anos 60 de que havia um desequilíbrio entre a disponibilidade de recursos essenciais para o desenvolvimento e sua crescente demanda futura se chocava com a idéia de que o desenvolvimento tecnológico proveria instrumentos para a superação dos limites.²⁷ A posição pessimista pode ser visualizada através uma série de livros publicados na época. REES (1990) cita três deles: Forrester, 1970; Goldsmith et alii, 1972; e Meadows et alii, 1972. PEPPER (1986), por seu turno, refere-se também ao *Small is Beautiful*, ao *Blueprint for Survival* e ao relatório Meadows.

Esta última obra pode ser considerada um marco do pensamento Neo-Malthusiano no final do século XX, uma vez que explora as duas variáveis-chave da tese de Malthus sobre a escassez: o crescimento populacional e os limites dos recursos. Além disso, o relatório Meadows serviu de base para as sugestões de política do conhecido “Clube de Roma”, pregador da proposta de crescimento zero.

As publicações citadas acima (particularmente “*Limits to Growth*”), preconizavam que a escassez de recursos seria, na melhor das hipóteses, a maior barreira ao desenvolvimento econômico sustentado principalmente para as economias do Terceiro Mundo e, na pior delas, prediziam que a completa exaustão de estoques causaria o colapso total da sociedade logo no início do século XXI.

Sem dúvida, o final dos 60 e início dos 70 foi um período de intensa reflexão sobre as relações entre meio ambiente e crescimento econômico. Em 1968, o economista italiano Aurélio Peccei reuniu em Roma um grupo de cientistas, industriais, economistas, educadores e

²⁷ “À medida que o número de novos Jeremias proliferava, o mesmo ocorria com as hostes de seus críticos. ... havia duas posições analiticamente distintas no que diz respeito à natureza do problema ambiental: pessimismo e otimismo. Por esta definição os ambientalistas eram pessimistas e os críticos do movimento, otimistas. Os dois lados diferiam quanto às projeções sobre recursos naturais, alimentos, poluição e população; a crítica mais comum aos ambientalistas era de que eram alarmistas, uma visão contida numa análise freqüentemente citada de “*Limits to Growth*”: ‘*The Computer That Printed Out WOLF*’.” McCORMICK (1992:91).

políticos para estudar os fundamentos da crise pela qual passava a civilização. De acordo com a avaliação do grupo, o problema possuía diversas manifestações, como a expansão urbana, a perda de fé nas instituições, a rejeição dos valores tradicionais, a deterioração econômica e os danos ambientais. Estes aspectos eram identificados como componentes que interagiam de maneira muito complexa para serem tratados isoladamente.

A partir desta compreensão inicial, o Clube convidou Jay W. Forrester, pesquisador do MIT pioneiro na aplicação do computador, para que desenvolvesse um modelo de dinâmica de sistemas para a compreensão integrada do problema. Em meados de julho o modelo World I, que identificava os componentes específicos do problema e sugeria uma metodologia para sua análise, já havia sido montado por Forrester. Logo a seguir, Forrester desenvolveu mais um modelo, até que por fim organizou uma equipe de cientistas do MIT liderada por Dennis Meadows, para fazer uma nova versão do modelo: o World III.²⁸

Neste modelo, a equipe de Forrester-Meadows identificou cinco determinantes limitadores do crescimento: população, produção agrícola, recursos naturais, produção industrial e poluição.

A partir da aplicação do World III, os pesquisadores do MIT chegaram às conclusões de que:

- 1º) Mantidas as tendências verificadas das cinco variáveis acima, os limites do crescimento seriam atingidos em 100 anos. A partir daí, previam uma queda súbita e incontrolável na população e na capacidade industrial.
- 2º) Havia a possibilidade de se evitar a catástrofe e atingir um estado de equilíbrio econômico-ecológico através do planejamento.
- 3º) Esta possibilidade deveria obrigatoriamente ser colocada em prática imediatamente.

A idéia que dá o tom em *Limits to Growth*, mais uma vez, é o crescimento exponencial, desta vez tanto o populacional quanto o econômico. Os crescimentos demográfico e econômico seriam os responsáveis pela pressão sobre os recursos naturais,

²⁸McCORMICK (1992:87).

sobre a oferta de alimentos e sobre a qualidade do meio ambiente. Os resultados dessas pressões seriam a exaustão dos recursos naturais, a fome, e o crescimento dos efeitos deletérios da poluição sobre a qualidade ambiental.

Quanto às possibilidades de “superação” dos limites, o grupo do MIT chamava a atenção para a insuficiência e ineficácia do avanço tecnológico para se evitar a tragédia. Segundo o Relatório Meadows, como ficou conhecido o livro *Limits to Growth*, “o otimismo tecnológico é a reação mais comum e perigosa às nossas descobertas a partir do modelo do mundo. A tecnologia pode amenizar os sintomas de um problema sem afetar as causas subjacentes (...) [e] pode, desse modo, desviar a atenção do problema mais fundamental - o problema do crescimento num sistema finito”.²⁹

McCORMICK traça um paralelo interessante entre as posições de Hardin e do Relatório Meadows sobre a questão da tecnologia: tanto um como outro não acreditavam que ela pudesse oferecer soluções para o problema do impacto do crescimento populacional sobre a disponibilidade de recursos. O que diferia entre as idéias de um e outro eram as ações para o enfrentamento do problema: enquanto para Hardin a solução era a coerção do comportamento humano através de leis (idéia, aliás, compartilhada por Ehrlich), o Grupo de Meadows percebia os problemas como globais e acreditava, juntamente com o Clube de Roma, que tal problema não poderia ser solucionado sem que se dedicassem esforços no sentido da melhoria da situação do Terceiro Mundo. A partir da obra recente de Hardin, pode-se complementar esta análise de McCormick pela observação de que a posição de Hardin é diametralmente oposta: ele sustenta que os problemas devem ser trabalhados, tanto quanto possível, em nível local.

A chama do debate é alimentada pela deflagração da crise do petróleo em 1973, que ilustrava a gravidade da situação pela elevação dos preços do recurso. Ainda que, como reconhecem REES (1990) e FISCHER (1990), a crise tenha sido provocada, na realidade, pelo sucesso da articulação da OPEP em uma operação de corte da oferta de petróleo - e não pelo motivo da escassez -, pode-se dizer que este é o momento histórico que marca passagem

²⁹MEADOWS (1972:159).

da preocupação com a escassez de recursos do plano das idéias e da academia para o de política global.³⁰

John Maddox, editor da revista britânica *Nature*, foi outro personagem do debate do início dos anos 70 e foi considerado por McCormick como “porta-estandarte dos críticos do apocalipse”.³¹ Em seu livro de 1972, *The Dommsey Syndrome*, o autor dirige uma ácida crítica a Ehrlich e a outros “profetas do apocalipse” por observar que suas profecias são “pseudo-científicas [e que] seu erro mais comum é supor que vai se suceder sempre o pior ... [e ainda pelo fato de que] ignoram os meios de que se podem valer as instituições sociais e as aspirações humanas para solucionar os problemas mais desalentadores”.³² PEPPER (1986), baseando-se em O’Riordan, classifica Maddox como um “otimista tecnológico”, devido à oposição do autor ao *Limits to Growth*.

As interpretações de HERRERA (1974) e O’RIORDAN (1976) também constituíram respostas às avaliações pessimistas de Meadows e do Clube de Roma.³³ REES (1990) restringe os otimistas àqueles defensores da idéia de que o “mercado”, as mudanças tecnológicas e as mudanças sociais interagiriam no sentido da superação dos limites. Alguns estudos referentes a esta matéria serão objeto de análise no capítulo II.

PEPPER (1986) e McCORMICK (1992) citam os estudos críticos ao *Limits to Growth* elaborados por Sandbach e O’Riordan. Enquanto o primeiro apontava, entre outras coisas, para o fato da obra subestimar os efeitos do progresso tecnológico na “superação”

³⁰Este fato é ilustrado pela percepção por parte dos países do “mundo desenvolvido”, os quais haviam aumentado ao longo da década anterior sua dependência com relação à importação de minerais essenciais vindos do “mundo menos desenvolvido”, da ameaça representada pela possibilidade do crescimento do poder econômico e político dos países produtores através do controle da oferta daqueles minerais. REES (1985:30).

³¹McCORMICK (1992:94).

³²MADDOX (1974:7).

³³McCORMICK (1992) indica a equipe de Sussex como autora da crítica mais abrangente ao *Limits to Growth*, a qual se referia principalmente à fraqueza metodológica dos modelos World e atribuía seu maior êxito ao fato de trazer novamente a questão população-recursos para o debate público. Além do mais, o grupo de Sussex acusava a equipe do MIT de um relativo desprezo pela Economia e pela Sociologia. McCORMICK (1992:92). A própria equipe de Sussex, da qual participavam Christopher Freeman e Keith Pavitt, propôs também sua interpretação do problema dos limites, que ficou conhecida na obra *Global 2.000*. Embora PEPPER (1986:23) compare *Global 2.000* ao *Limits to Growth*, tanto em tom quanto em “achados”, na primeira obra os autores enfatizavam muito mais os limites políticos e sociais do crescimento *vis-à-vis* os limites físicos. Chamavam a atenção para o conteúdo do crescimento e para a questão distributiva, e ainda ponderavam que o grupo do MIT subestimara as potencialidades do progresso técnico e das mudanças políticas e sociais. McCORMICK (1992:93).

dos limites ao crescimento, O’Riordan a acusava de pré-determinação cataclísmica e de falta de rigor científico. Além disso, Pepper enfatiza a crítica de Golub & Townsend, que se referem ao Clube de Roma como representante de industriais na defesa de instituições internacionais exercendo controle sobre questões nacionais, impondo restrições às ações locais.³⁴

O equívoco fundamental comum a todas as análises catastrofistas, revelado pelo trabalho de Herrera, consiste na concepção de recursos minerais como estoques fixos e imutáveis.³⁵ De fato, é interessante notar a recorrência com que o tema dos recursos naturais é retomado sem que se sublinhe o caráter predominantemente histórico do próprio conceito, o fato de que aquilo que é compreendido como um recurso natural realmente varia de acordo com o contexto histórico e com as condições tecnológicas de sua exploração. Integrante do grupo latino-americano - o grupo de Bariloche - que se mobilizou para fazer uma crítica ao *Limits to Growth*, HERRERA demonstra que: em primeiro lugar, a catástrofe prevista por modelos como o *Limits to Growth* já era realidade para uma grande parte da humanidade, notadamente para a maior parte dos habitantes dos países subdesenvolvidos; em segundo lugar, não existe uma solução única para os problemas colocados por aqueles modelos, porque as mudanças organizacionais da sociedade e progresso científico e tecnológico tornam possíveis graus de liberdade muito maiores para lidar com tais problemas.³⁶ Ainda no mesmo trabalho, o autor ressalta que as soluções colocadas por estes modelos guardam uma estreita vinculação com o contexto sócio-econômico e político de seus proponentes: não seria por acaso que entre os principais problemas identificados, o crescimento explosivo populacional e a contaminação ambiental advinda de padrões insustentáveis de consumo, o primeiro merecesse um controle prioritário e voltado principalmente para os povos do mundo subdesenvolvido, enquanto que o segundo, mais concernente com a vida nos países desenvolvidos, ficasse apenas com um tratamento complementar.³⁷

O contexto sócio-econômico e político ao qual Herrera faz referência é também invocado por O’Riordan, que adjetiva o discurso catastrofista de “arrogante e elitista”.³⁸ Ele

³⁴PEPPER (1986:24).

³⁵HERRERA (1974:29).

³⁶*Idem.* p. 13.

³⁷*Idem.* p. 12.

³⁸O’RIORDAN (1977:8).

analisa as “soluções éticas” propostas por Hardin, por exemplo, como um subterfúgio para sustentar ações que são moralmente injustificáveis, como é no caso dos auxílios humanitários às nações do Terceiro Mundo, com relação aos quais Hardin coloca-se explicitamente contra. Com relação aos trabalhos sobre a capacidade suporte dos ecossistemas, produzidos por Ehrlich, O’Riordan comenta que se trata de estudos que “em mãos erradas, torna-se justificação ‘apolítica’ para frear a imigração, restringir o crescimento populacional e reduzir o desenvolvimento urbano”.³⁹

Indagando sobre o futuro do ambientalismo, O’RIORDAN ponderava, em 1977, que a polarização entre tecnocentrismo e ecocentrismo continuaria a dividir o debate, embora houvesse cada vez mais uma mistura entre os campos liberal e conservador.⁴⁰ Os “tecnocentristas conservadores” são definidos como facção que “acredita no poder da inteligência humana e sua orientação para a auto-preservação para superar todos os limites para a perpetuação do crescimento econômico e o alcance de ampla felicidade humana”.⁴¹ Neste grupo poderia ser enquadrado Maddox e Simon. Também conservadora, a “asa” ecocentrista do debate tenderia a congregar os defensores ambientalistas do *status quo*, como são o caso de Hardin, Ehrlich e Meadows.

Os liberais se distinguem entre si, por seu turno, na perspectiva do autor, pelos seguintes aspectos. O campo tecnocentrista se divide entre os sociais democratas e os economistas do meio ambiente. Enquanto os primeiros acreditam no controle estatal do empreendimento produtivo e na administração pública das necessidades sociais, os últimos consideram a elaboração de um sistema apropriado de preços o suficiente para alocar adequadamente os recursos. Por sua vez, o campo ecocentrista é formado por ativistas ecológicos que buscam profundas mudanças de valores, atitudes e comportamento tanto de indivíduos quanto instituições sociais. Tais mudanças deveriam ser fruto do esclarecimento, e não de revolução ou caos.⁴²

³⁹*Idem*, p. 9.

⁴⁰V. Quadro I, pág. 13.

⁴¹O’RIORDAN (1977:11).

⁴²*Idem*, p. 12.

A grande variedade de perfis dos debatedores da questão ambiental ao longo dos anos 70 reflete em grande parte suas diferentes formações, o que ilustra o fato de que profissionais das mais diversas áreas passam a participar ativamente das discussões. Isto confirma a idéia de que houve ao longo desta década uma considerável ampliação dos *loci* do debate ambientalista. Dentro desta ampliação, foi de grande importância o papel assumido pelas Nações Unidas, organismo que promoveu, em 1972, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, também conhecida como Conferência de Estocolmo. Nesta Conferência, o debate atinge o circuito governamental multilateral, através da criação do PNUMA - Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas (UNEP - *United Nations Environmental Programme*).

Por esta ocasião, a discussão sobre meio ambiente e desenvolvimento no âmbito das Nações Unidas era vista com muita desconfiança pelos países do Terceiro Mundo, que temiam que as salvaguardas e restrições ambientais formuladas pelas nações industrializadas viessem a se tornar obstáculo a seus próprios processos de industrialização.⁴³ Em grande parte devido à posição dos países do Terceiro Mundo, a Assembléia Geral da reunião preparatória para o encontro de Estocolmo aprovou uma resolução a qual estabelecia que o plano de ação da Conferência deveria reconhecer que “nenhuma política ambiental deveria afetar de modo adverso as possibilidades de desenvolvimento presentes e futuras dos países em desenvolvimento”.⁴⁴

A visão de que meio ambiente e desenvolvimento não eram conceitos necessariamente incompatíveis e que, além disso, as preocupações ambientais deveriam ser parte do processo de busca do desenvolvimento econômico foi estabelecida no contexto da Conferência de Estocolmo. Ignacy Sachs, membro do principal grupo de apoio às reuniões preparatórias para a Conferência, cunhou o termo ecodesenvolvimento, fundamentando teoricamente esta nova visão.⁴⁵

⁴³Por parte dos países do Terceiro Mundo, os “debates sobre a teoria do apocalipse, os limites do crescimento, a explosão populacional e a conservação da natureza e dos recursos naturais”, observa um relatório da UNEP (*apud* McCORMICK, 1992:100), “eram em grande parte encarados como acadêmicos e sem grande interesse para aqueles (países) confrontados com as realidades diárias da pobreza, fome, doença e

⁴⁴sobrevivência”
McCORMICK (1992:100).

⁴⁵ALMEIDA (1994:3) ressalta que Sachs emprega os conceitos de ecodesenvolvimento e desenvolvimento sustentável como sinônimos.

No próximo item, serão abordados alguns dos desdobramentos na década de oitenta do debate até aqui delineado. Parece plausível supor que tais desdobramentos tenderão a sustentar posturas menos radicais que as posições defendidas durante os anos setenta e a se caracterizar por uma “composição” daquelas características tipificadas por O’Riordan.⁴⁶

ii. ANOS 80: O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pela ONU, preparou *Our Common Future* ou Relatório Brundtland, como também ficou conhecido pelo fato de ter sido a comissão presidida pela Primeira Ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland, dando um novo tom às relações entre ambiente e desenvolvimento. A tônica do documento é dada pela premissa de que é fundamental a persecução de objetivos de desenvolvimento através de meios compatíveis com a preservação do meio ambiente. O debate dominante sobre as relações entre desenvolvimento e meio ambiente, que até o momento era liderado pela visão catastrofista propositora da suspensão do crescimento, passa a contar com novos interlocutores, cujos argumentos baseiam-se na defesa do desenvolvimento.⁴⁷

Não seria demais sugerir que as interpretações e as propostas de conduta política defendidas pelo Relatório Brundtland nos anos 80 ilustram a passagem do marco conceitual no qual desenvolvimento e sustentabilidade ambiental eram apreendidos como metas conflitantes, posição prevalecente no debate dos anos 70, para a idéia de complementaridade entre as duas instâncias.

⁴⁶ Segundo SANDBACH (1978), em meados da década de 70 já era possível notar o declínio da penetração das posições pessimistas, o que poderia ser notado pela queda do número de associados das organizações ambientalistas, pela análise do conteúdo dos textos publicados, dos relatórios científicos e por dados relacionados à opinião pública SANDBACH (1978:495). Segundo o mesmo autor, esse declínio se processava ao mesmo tempo em que a posição otimista da corrente dominante da Economia ganhava influência tanto junto à opinião pública quanto junto aos *policy-makers*. As posições dos economistas será objeto do segundo capítulo desta dissertação.

⁴⁷ “Este relatório ... não é uma previsão de decadência, pobreza e dificuldades ambientais cada vez maiores num mundo cada vez mais poluído e com recursos cada vez menores. Vemos, ao contrário, a possibilidade de uma nova era de crescimento econômico, que tem que se apoiar em práticas que conservem e expandam a base de recursos ambientais. E acreditamos que o crescimento é absolutamente essencial para mitigar a grande pobreza que se vem intensificando na maior parte do mundo em desenvolvimento.” CMMAD (1987:1).

De maneira semelhante ao Relatório Brundtland, o documento *Nuestra Propia Agenda*, elaborado pela Comissão para o Desenvolvimento e Meio Ambiente da América Latina e Caribe, sustenta que a deterioração ambiental não se constitui efeito inevitável do progresso humano, mas sim uma característica de “certos modelos de crescimento econômico que são intrinsecamente insustentáveis em termos ecológicos, assim como desiguais e injustos em termos sociais”.⁴⁸

Com efeito, no final da década de 80 o discurso sobre a “moratória” do crescimento presente no relatório Meadows dá lugar à proposta de **desenvolvimento sustentável**, segundo o qual a satisfação das necessidades das gerações presentes não deve prejudicar a possibilidade de que as futuras gerações satisfaçam as suas próprias necessidades. O Relatório Brundtland propõe, portanto, não apenas a distribuição dos frutos da exploração do meio ambiente entre as gerações presentes, mas também defende a justiça diacrônica, ou entre gerações, como meta privilegiada do desenvolvimento.

Seria um engano supor, entretanto, que a questão populacional caísse abandonada. Pelo contrário, a Comissão reconhece o crescimento populacional como uma das áreas importantes e, em certa medida, até mesmo um óbice ao desenvolvimento sustentável, alertando para os possíveis efeitos perversos que altas taxas de crescimento populacional, conforme as projeções da própria ONU, poderiam ter sobre as já empobrecidas populações do Terceiro Mundo. Este reconhecimento não implica na proposição de medidas coercitivas de controle da natalidade. Prevalece, outrossim, a idéia de que as políticas populacionais dos governos locais deveriam priorizar o acesso das populações à educação, dando “às pessoas os meios ... necessários para que decidam sobre o tamanho de suas famílias ...”⁴⁹ Já o *Nuestra Propia Agenda* não considera o crescimento populacional como um problema para o qual a América Latina e Caribe devam dedicar atenção especial. Em sua avaliação, a concentração da população em espaços restritos é a questão de maior relevância nesta área, uma vez que a região é considerada suficientemente rica em recursos para suportar uma população ainda muito maior.

⁴⁸CDMAALC (1990:21).

⁴⁹CMMAD (1987:13).

A posição moderada da Comissão quanto à questão populacional não pode, contudo, ser extrapolada para o contexto mais amplo do debate atual, haja vista a posição de muitos autores que discorrem sobre o tema no presente momento. Lester Brown, do World Watch Institute, por exemplo, atribui a deterioração da qualidade de vida que hoje é fato para cerca de um sexto da humanidade à combinação entre a explosão demográfica, o aumento da degradação ambiental e à escalada das dívidas externas dos países em desenvolvimento.⁵⁰

Um aspecto importante do debate ambiental dos anos 80, o qual é conveniente que se destaque, está relacionado ao papel desempenhado pelo desenvolvimento tecnológico para alterar o conceito de recursos naturais, ilustrando o quanto este é um conceito dinâmico. Com o desenvolvimento da moderna biotecnologia, por exemplo, o material genético tem sido amplamente valorizado devido a sua aplicabilidade no melhoramento de espécies de valor econômico, no desenvolvimento de novas drogas e de matérias-primas para a indústria.

O Relatório Brundtland estima a contribuição anual do material genético de espécies selvagens para a economia mundial na ordem de bilhões de dólares, razão suficiente para a defesa do argumento de que não somente as espécies, mas também os ecossistemas que lhes dão suporte sejam considerados recursos para o desenvolvimento.⁵¹ Também o documento *Nuestra Propia Agenda* reconhece como um dos principais problemas ambientais da América Latina e Caribe a perda de recursos genéticos, de ecossistemas e de suas funções ecológicas de suporte à vida e à sustentabilidade, bem como sua sub-utilização e a sobre-exploração de espécies e ecossistemas.⁵²

A análise dos dois documentos permite a identificação de grandes temas ambientais atuais, que se distinguem particularmente pela sua característica “trans-fronteira”, ou global, e ainda pelo envolvimento de amplos setores da sociedade na discussão, de modo que é possível afirmar que a considerável ampliação da temática e a conquista de novos fóruns tornam o debate do final dos anos 80 e princípio dos anos 90 qualitativamente distinto do panorama que prevalecia no início dos anos 70.

⁵⁰BROWN (1992:227).

⁵¹CMMAD (1987:15).

⁵²CDMAALC (1990:31).

Sobre a ampliação da temática, é conveniente enfatizar que, dos temas que ganham grande destaque nos anos 80, merecem especial atenção 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. Além disso, ganham importância as considerações sobre a valoração de “ativos ambientais”. São cada vez mais investigados os valores paisagísticos, a disponibilidade de água potável, de ar puro e de silêncio.

Embora já fosse temática discutida nos anos 70, o caráter sistêmico (ou ecossistêmico) dos problemas ambientais foi consolidado nos anos 80, deslocando definitivamente o *core* do debate ambientalista do âmbito dos “recursos”, até então predominante, para o campo “ambiental”. Isso tem a ver diretamente com a natureza dos problemas ambientais, conforme essa natureza é apreendida na atualidade.⁵³

Nesta perspectiva, é possível definir resumidamente a natureza dos problemas atinentes ao meio ambiente na atualidade através de três elementos interdependentes: seu caráter global; sua propriedade intertemporal; sua característica extra-econômica. 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 os problemas ambientais têm caráter cumulativo, seus efeitos podem ser irreversíveis e não completamente conhecidos. Cumulatividade, irreversibilidade e incerteza são elementos que tornam os problemas ambientais 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

⁵³ROMEIRO & SALLES (1995:18) advertem que a problemática ambiental na atualidade tem sido objeto de grande heterogeneidade de definições, envolvendo desde opções filosóficas de transformação radical do modo de vida das sociedades modernas até a elaboração de instrumentos mais práticos de definição de medidas de poluição e depleção ótimas, o que reflete a indefinição sobre como tratar a questão ambiental. Ressalta-se ainda que os problemas ambientais são considerados por GODARD (1993:158-161) objeto de construção científica e social, o que significa dizer que a percepção desses problemas não se faz diretamente, mas através de um processo onde eles são interpretados a partir de um conjunto de conhecimentos acumulados anteriormente, passando ainda por uma série de mediações e re-elaborações por especialistas, administradores e mesmo pela mídia.

completamente, e certamente não são, inscritos dentro do conjunto de preocupações normais da atividade econômica dos agentes.⁵⁴

Quanto à conquista de novos fóruns, é relevante o papel desempenhado pela II Conferência Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como “Cúpula da Terra”, realizada no Rio de Janeiro no ano de 1992. A Conferência reuniu 114 chefes de Estado e representantes civis de 3.200 Organizações Não Governamentais, com o intuito de discutir os temas atuais vinculados à questão Meio Ambiente-Desenvolvimento. A ampla divulgação do evento colocou na ordem do dia os problemas que já vinham sendo discutidos em determinados círculos, como nas instituições de pesquisa, na academia, nos meios políticos e nas próprias organizações não governamentais, de modo que a difusão da informação torna-se um elemento importante para que o debate ambientalista seja, mais do que nunca, um debate público.

As principais discussões que tiveram lugar na Conferência, por exemplo, resultaram em Convenções que ganharam bastante espaço na imprensa, como aquelas que tratam dos assuntos das mudanças climáticas e da biodiversidade. Quase da mesma maneira com que são discutidos em círculos mais restritos, temas como a chuva ácida, o efeito estufa, a deterioração da camada de ozônio, a poluição das águas internacionais, a deposição e comercialização de resíduos tóxicos e os acidentes de amplo impacto ambiental, são colocados ao público de maneira muito freqüente.

A mídia representa um papel determinante não apenas na transmissão das informações estritamente sobre os assuntos em questão, mas também no estabelecimento e consolidação de um novo conjunto de valores, concernentes ao próprio padrão de consumo das populações. É, portanto, peça fundamental no *marketing* de produtos “ambientalmente corretos” e no estabelecimento de um novo perfil da demanda, em termos gerais.

Como reflexo dos novos contornos temáticos e dos novos *loci* do debate, cresce a preocupação com a educação ambiental, a atuação da sociedade civil organizada (ONGs), ao mesmo tempo em que importantes transformações institucionais têm lugar. Delineiam-se, por exemplo, barreiras ambientais ao comércio internacional (como o *green - labelling* e a

⁵⁴AMAZONAS (1994:103-106).

inclusão de quesitos ambientais em normas e padrões de qualidade, como a ISO 14.000), incluem-se assuntos correlatos nas agendas diplomáticas (como acordos e convenções internacionais), cresce a institucionalização *strictu sensu* do controle ambiental (legislação e políticas nacionais do meio ambiente) e incluem-se “metas ambientais” nos programas de qualidade e nas formulações estratégicas privadas.

A análise da evolução do debate ambientalista ao longo deste final de século torna possível algumas considerações a respeito de uma posição “de fundo”. Como foi visto, a dualidade, a polarização entre as posições *otimistas* e *pessimistas*, entre os *tecnocentristas* e os *ecocentristas*, foi a tônica do debate ao longo dos anos 70. Os anos 80 marcam o crescimento de uma nova posição desenvolvimentista e, por isso, otimista. É possível considerá-la otimista como é otimista toda a defesa da idéia de desenvolvimento sustentável: a possibilidade da redenção do desenvolvimento econômico através da nova cláusula obrigatória da sustentabilidade, da não agressão ao meio ambiente.

Como a leitura deste capítulo deve sugerir, o que acontece depois do debate polarizado dos anos 70 é uma surpreendente calma seguida pela retomada da temática nos anos 80, sob os auspícios da ONU, através da iniciativa da criação da CMMAD (Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento). O Relatório Brundtland, fruto do trabalho da CMMAD, advoga que a criação de condições favoráveis para a proteção do meio ambiente está condicionada ao crescimento econômico que, por sua vez, depende da proteção ambiental para que seja sustentável ao longo do tempo.

Os desdobramentos do debate a partir de meados dos anos 80 até o presente tendem a assumir um notável consenso em torno do conceito de Desenvolvimento Sustentável. Em 1991, por exemplo, por iniciativa da Câmara Internacional do Comércio, a “Segunda Conferência Mundial sobre a Gestão do Meio Ambiente”, congregando principalmente representantes de grandes multinacionais, lançou a “Carta das Empresas para o Desenvolvimento Sustentável”, enunciando dezesseis princípios para a gestão ambiental, entre os quais a saúde, a segurança no trabalho, a gestão dos recursos, a educação, a P&D e a transferência de tecnologia.

Algumas das proposições dos anos 70, como as presentes no *Blueprint for Survival* e no *Small is Beautiful*, foram marcadas por discursos reformadores, questionadores do crescimento econômico. De maneira diferente, a defesa da posição desenvolvimentista é a tônica da retomada do tema da proteção do meio ambiente nos anos 80. A Câmara Internacional do Comércio enfatiza que o dinamismo, a flexibilidade, a rentabilidade e a inovatividade das empresas são necessárias para que se engendre um desenvolvimento econômico sustentável “a partir da geração de capacidades de gestão e de recursos técnicos e financeiros indispensáveis à solução dos problemas ambientais.” ⁵⁵ Nesta mesma direção, uma vasta literatura recente alimenta o argumento que pressupõe o livre comércio como condição *sine-qua-non* para a obtenção do Desenvolvimento Sustentável. ⁵⁶

Documentos oficiais foram escritos em todos os níveis de governo, dos estaduais aos nacionais, dos regionais aos internacionais, formalizando compromissos entre os signatários, como é o caso das Convenções sobre Mudanças Climáticas e sobre Biodiversidade redigidas durante a Conferência das Nações Unidas para Meio Ambiente e Desenvolvimento (Eco-92, no Rio de Janeiro). As agendas diplomáticas de diversos países, inclusive do Brasil, passaram a incorporar a temática ambiental.

Um conselho de grandes industriais, o BCSD (*Business Council for Sustainable Development*) foi criado em 1992, reunindo a Volkswagen, a Ciba-Geigy, a Nissan Motors Corp., a Dow Chemical, a Dupont, a Royal Dutch Shell, a France Lyonnaise des Eaux-Dumez et l’Air Liquide, a brasileira Aracruz, entre muitas outras, com a finalidade de discutir e implementar políticas de sustentabilidade ambiental no âmbito das empresas.

Para explicar a razão da preocupação das grandes corporações com o meio ambiente, BÉRIOT (1992) cita uma enquête feita pelos consultores Booz Allen & Hamilton. Segundo

⁵⁵BÉRIOT (1992:69).

⁵⁶Embora sejam muitas as evidências em torno do consenso a respeito da noção de Desenvolvimento Sustentável, a falta de uma análise mais profunda dos diferentes conteúdos que a própria noção tende a assumir nos diferentes *loci* do debate leva à estranha percepção de uma idéia de consenso e mascara os fortes interesses que circundam cada tipo particular de interpretação do conceito. Defende-se aqui a necessidade da investigação do conteúdo que caracteriza o conceito de desenvolvimento sustentável dentro de publicações distintas, como, por exemplo, os artigos que defendem a liberalização do comércio internacional para o alcance do desenvolvimento sustentável, muito comuns na revista *Journal of World Trade*. A discussão sobre a vulgarização ou banalização do conceito, que seguramente geraria controvérsias, necessita contudo de uma discussão mais ampla e foge ao escopo da proposta desta dissertação.

eles, 96% entre as 200 empresas entrevistadas responderam que se envolviam com a questão ambiental por entenderem que tal envolvimento seria uma necessidade para suas “imagens” junto ao público. Para 78%, “o meio ambiente poderia ter uma incidência positiva sobre os valores de suas ações na bolsa”.⁵⁷

Outros argumentos arrolados pelo autor se referem às dificuldades de empresas poluentes em recrutar seus quadros, de encontrar compradores, parceiros e mesmo empréstimos bancários. Há ainda o receio do boicote de seus produtos, principalmente após a onda dos “selos-verdes”. O Quadro 1.2 mostra o desenvolvimento da rotulagem ambiental principalmente nos últimos anos.

QUADRO 1.2 - PROGRAMAS DE ROTULAGEM AMBIENTAL

PROGRAMA	DATA DE INÍCIO
Anjo Azul (Alemanha)	1978
Sociedade Sueca para Conservação da Natureza	1987
Environmental Choice (Canadá)	1989
Ecomark (Japão)	1989
White Swan (Países Escandinavos)	1989
Green Spot (Austrália e Nova Zelândia)	1990
US Green Seal (Estados Unidos)	1990
Eco-Check (Reino Unido)	1992
Taiwan Eco-Label (Taiwan)	1992
Norme Français Environnement (França)	1992
Dutch Eco-Label (Holanda)	1992
EU Eco-Label (União Européia)	1993
Austrian Eco-Label (Áustria)	1994

Fontes: BÉRIOT, (1992) e *Pulp and Paper International*, Nov. 1994.

Os efeitos da evolução do debate sobre a opinião pública, principalmente nos países “desenvolvidos”, propiciados seja pela mobilização de sociedades não governamentais, seja pela mídia, contribuem para uma requalificação ou para uma re-criação de mercados, prontos

⁵⁷BÉRIOT (1992:70).

à exploração criativa daquelas empresas suficientemente atentas para essas tendências para colocar em prática novas estratégias de conquista de mercados.

Assim, em poucas palavras, o debate ambientalista atual distingue-se daquele que teve lugar nos anos 70, seja por seu conteúdo temático, seja pela assunção de importância nas mais diversas esferas da vida social, econômica e política.

Há uma acepção geral de que a lógica da ação econômica não pode mais ignorar os problemas ambientais. Se é assim, a pergunta que se coloca é: Como a esfera econômica tem tratado o problema ambiental? E mais especificamente: Que interpretação é dada pela Economia à incorporação da questão ambiental pelos agentes econômicos?

CAPÍTULO II - A INCORPORAÇÃO DAS DEMANDAS AMBIENTAIS NO PROCESSO DECISÓRIO DOS AGENTES ECONÔMICOS: PRINCIPAIS ENFOQUES TEÓRICOS

O primeiro capítulo demonstrou que a possibilidade de conciliação entre os crescimentos econômico e populacional e a preservação dos recursos naturais constituiu o eixo do debate ambiental que teve lugar no final dos anos sessenta e início dos anos setenta. Foi desenhado um panorama geral da discussão sobre meio ambiente, cujo início foi colocado nos trabalhos sobre escassez dos economistas clássicos ingleses e no movimento conservacionista norte-americano.

No debate recente, o pensamento pessimista sobre crescimento e preservação ambiental volta a aparecer nos anos 60, na posição de autores como Hardin, Ehrlich e Meadows, que reportam-se ao problema da escassez de maneira semelhante às elaborações de Malthus, razão pela qual O'RIORDAN (1977) e PEPPER (1986) os classificam como Neo-Malthusianos, além de “ecocentristas”.¹ Estes autores Neo-Malthusianos, cujos trabalhos são pontos referenciais do ambientalismo moderno, tiveram como opositores no debate dos anos 70 sobre os “limites do crescimento”, autores como Simon e Maddox, classificados, entre outros, como “otimistas” (por REES e McCORMICK) e como “tecnocentristas” (por O'RIORDAN e PEPPER), porque acreditavam na capacidade criativa humana para a solução dos problemas ambientais, através do desenvolvimento científico e tecnológico. Reagiam aos prognósticos dos autores “pessimistas”, lançando dúvidas sobre a base científica de suas proposições e acusando suas obras de alarmistas.²

Ao longo da década de 70, o polo pessimista do debate perde a força e os anos 80 trazem o conceito de desenvolvimento sustentável, tributário da idéia de eco-desenvolvimento apresentada em Estocolmo. De maneira diferente aos discursos reformadores dos anos 70, a

¹Para referências sobre Ehrlich e Commoner, consultar McCORMICK (1992), HOLDEN (1972) e POLE (1973).

²Alguns comentários sobre Simon podem ser encontrados em REES (1985).

defesa da posição desenvolvimentista é a tônica da retomada do tema da proteção do meio ambiente nos anos 80.

Defendendo posições desenvolvimentistas e também suas próprias posições no mercado, os agentes econômicos privados perfilam-se lado a lado com órgãos governamentais e não-governamentais, em um debate que agora ultrapassa fronteiras e permeia processos decisórios nas mais variadas instâncias da vida social e econômica.

Compreendida na atualidade como complexa e sistêmica, a natureza dos problemas ambientais chega à esfera de atuação dos agentes de forma cada vez mais elaborada e diversificada, compreendendo desde a atuação das organizações não governamentais até os mais diversos tipos de instrumentos de controle ambiental.

A partir da compreensão da evolução dos debates sobre a questão ambiental ao longo do tempo e da percepção de que o tratamento desta problemática não pode mais ser negligenciado pela lógica da ação econômica, indaga-se sobre que tipo de interpretação é dada pelas Ciências Econômicas à incorporação da problemática ambiental pelos agentes econômicos.

Considera-se que a compreensão da abordagem dada pelas Ciências Econômicas é relevante uma vez que se trata de estudar as estratégias empresariais de capacitação e inovação. Não desconhecendo que a discussão sobre estratégias de firmas em geral pode se desenvolver no campo da sociologia, ressalta-se que no caso das estratégias de capacitação e inovação em particular, o campo econômico é atualmente mais fértil, especialmente pelas contribuições de enfoque evolucionista, a partir das quais pretende-se discutir o objeto deste trabalho. Importa, portanto, conhecer a tradição e a evolução do tratamento econômico a respeito destas estratégias.

Os economistas das áreas da Economia dos Recursos Naturais e da Economia da Poluição destacaram-se no debate dos anos 70, defendendo a importância da análise

econômica e rejeitando as idéias de que o crescimento deveria ser constrangido.³ Um representante deste ponto de vista foi Robert Solow, economista que concentrou esforços na elaboração de teorias de crescimento.⁴

O item II.1 abre a discussão deste capítulo apresentando a interpretação convencionalmente dada pela Economia à incorporação pelos agentes econômicos das demandas colocadas pela questão ambiental. Ressalta-se a atribuição dos problemas ambientais às “imperfeições” do funcionamento do mercado, pela abordagem neoclássica. Para tanto, o item II é subdividido de maneira a permitir: a identificação dos principais óbices ao alcance dos objetivos econômico-ambientais (sub-item II.1.1) e a apresentação sumária dos instrumentos desenhados para superar esses obstáculos e para atingir tais objetivos (sub-item II.1.2).

No item II.2, é sugerida a reflexão teórica que norteia este trabalho, ou seja, a idéia de que a maneira pela qual os problemas ambientais são incorporados no processo decisório dos agentes econômicos implica necessariamente a mudança no ambiente concorrencial em que atuam, influenciando seus comportamentos estratégicos, principalmente no que tange às decisões de inovação e de capacitação tecnológica, transcendendo, portanto, a lógica da “internalização dos custos ambientais”, que constitui o núcleo da análise econômica convencional. Com esse intuito, são abordados no sub-item II.2.1 os elementos básicos das abordagens neoclássica e evolucionista com respeito à inovação e capacitação tecnológica,

³Em inglês, são utilizadas as denominações *Resources Economics* e *Environmental Economics*, respectivamente. Para efeito deste trabalho, a denominação empregada será de Economia dos Recursos Naturais e Economia da Poluição. A utilização da expressão “Economia do Meio Ambiente” será referência ao conjunto das duas anteriores.

⁴Seria, contudo, um exagero dizer que a postura otimista tenha sido consensual entre os economistas. Alguns deles, como Daly (*apud* REES, 1990), concordavam com a corrente catastrofista, argumentando que o crescimento econômico é incompatível com o sistema físico do planeta. De acordo com Daly, o objetivo da gestão econômica da produção de bens e serviços não deveria ser a maximização dos benefícios, mas o estabelecimento da “menor taxa praticável” de utilização de energia e matérias-primas para a atingir um “nível ... suficiente para uma vida boa e sustentável até um distante futuro” (Daly, *apud* REES, 1990:324). Levando-se em conta a falta de precisão na definição daquela taxa e do que seria uma “vida boa”, além da duvidosa viabilidade política da proposição de Daly, não é surpreendente que os economistas a tenham rejeitado como uma alternativa para substituir o objetivo convencional de maximização do bem-estar (Daly, *apud* REES, 1990:324).

enquanto que o item II.2.2 comenta algumas noções evolucionistas empregadas no tratamento das mudanças tecnológicas relacionadas à questão ambiental.

II.1 - ABORDAGEM NEOCLÁSSICA: O PROBLEMA AMBIENTAL COMO UMA EXTERNALIDADE

As visões mais otimistas com relação aos problemas ambientais por parte dos economistas são baseadas na noção de “resposta de mercado”.⁵ Segundo esta noção, em uma economia de mercado perfeitamente competitiva, o preço de qualquer recurso que esteja se tornando escasso crescerá inevitavelmente. A elevação dos custos de extração levaria à redução da disposição dos produtores a ofertar o recurso em questão no nível vigente de preços. Desta maneira, os preços cresceriam até que oferta e demanda estivessem novamente em equilíbrio. Este modelo supõe que a elevação dos preços provocaria imediatamente uma série de respostas no mercado, no que tange à demanda, à tecnologia e à oferta, de tal maneira que a exploração dos recursos não cresceria até encontrar uma barreira ou limite **físico** levando o sistema ao colapso.⁶

A redução da demanda é uma resposta automática do mercado e ocorre concomitantemente ao ajuste da oferta, que tende a crescer incentivada pela mesma razão, ou seja: aumento dos preços. As mudanças nas tecnologias empregadas no processo em questão derivadas do aumento dos preços poderiam compreender uma série de reações, entre as quais podem ser destacadas: a ampliação do uso de substitutos para o recurso em questão, a economia no uso deste recurso, a reciclagem dos produtos que utilizam o recurso como matéria-prima, a procura de novos depósitos e o uso de métodos para aumentar a extração das

⁵É necessário que se reconheça que o tipo de exposição requerida para esta questão coloca o risco de torná-la empobrecida com relação a aspectos teóricos importantes. Contudo, julga-se que esta seja uma restrição necessária, dados os objetivos estritos aos quais se propõe o presente trabalho, e que a apresentação aqui elaborada será suficiente para a argumentação que aqui se desenvolve. A mesma observação deve valer para outros tratamentos teóricos que serão apresentados de maneira extremamente sumariada, a fim de não sacrificar a característica obrigatoriamente sintética deste item.

⁶REES (1990:39).

fontes conhecidas.⁷ A tecnologia para a concretização destas reações estaria disponível no mercado, conforme será discutido no item 2.2 deste capítulo.

A escassez é, portanto, visualizada em seus aspectos econômicos, sendo que a exploração dos recursos, bem como seu consumo, diminuiria paulatinamente em conformidade com o aumento dos preços. Como foi visto no primeiro capítulo desta dissertação, este argumento tem forte influência da Lei dos Rendimentos Decrescentes, de Ricardo.⁸

A *rationale* que fundamenta o mecanismo descrito acima é baseada na concepção segundo a qual o funcionamento livre da economia, baseado na ação privada maximizadora de benefícios, leva automaticamente à conformação de um sistema de preços que é suficiente para a solução eficiente dos problemas econômicos da alocação e do bem-estar, conduzindo a economia a uma posição final de equilíbrio.

A alocação ótima dos recursos através do tempo e do espaço requer que o mercado seja perfeitamente competitivo. Neste mercado livre de qualquer intervenção estatal, um grande número de pequenas empresas atuaria racionalmente para a maximização de seus lucros, graças à gerência de administradores dotados de capacidade de conhecer perfeitamente as demandas futuras pelos recursos, bem como seus respectivos preços. É claro que tal situação não pode ser encontrado em lugar algum, exceto em manuais de microeconomia. O funcionamento dos mercados colocou à teoria o desafio de lidar com as “imperfeições” do mundo real.

Duas disciplinas das Ciências Econômicas se dedicam ao estudo dos problemas ambientais: a Economia dos Recursos Naturais e a Economia da Poluição. RANDALL (1987) sustenta que estas áreas não existiriam se, por um lado, todas as decisões relacionadas aos recursos (e ao meio ambiente, de maneira mais geral) fossem tomadas em unidades

⁷*Idem, ibidem.*

⁸Todavia, a apreciação histórica do comportamento dos custos das principais commodities minerais demonstra, de acordo com BARNETT & MORSE (1973), uma trajetória descendente, ao contrário do que prevê a lei Ricardiana e seus seguidores.

descentralizadas, maximizadoras de benefício em condições de concorrência perfeita e, por outro lado, se os produtos daquelas decisões fossem eficientes do ponto de vista econômico e justos do ponto de vista do “bem-estar” social. Segundo o autor, é a existência de imperfeições ou “falhas” no mecanismo de funcionamento do mercado que leva à necessidade da interferência através da política ambiental. A função da análise econômica das áreas de Economia dos Recursos Naturais e da Economia da Poluição é informar, analisar, avaliar e auxiliar as decisões de política.⁹

SMITH & KRUTILLA (1982) sustentam que a análise econômica do meio ambiente principia com o tratamento dos recursos naturais como matérias-primas para a produção e, por isso, os modelos desenvolvidos focalizam, inicialmente, as implicações intertemporais da exaustão. A seguir, a teoria econômica passa a se dedicar também ao estudo da alocação dos recursos naturais renováveis e, finalmente, o conceito de recursos naturais é ampliado para incluir os processos de alocação dos recursos que não são negociados em mercados organizados, como o ar e a água.¹⁰ Este último enfoque é o que leva em conta os aspectos relacionados à poluição.

De maneira semelhante, AMAZONAS (1994) observa que a abordagem convencional da Economia do Meio Ambiente desenvolve seus instrumentos de interpretação teórica sob a orientação de duas abordagens distintas: uma pelo lado dos recursos naturais enquanto fontes de matérias-primas para os processos produtivos (*inputs*) - a Economia dos Recursos Naturais - e outra pelo lado dos sub-produtos da atividade produtiva (*outputs*) - a Economia da Poluição.

⁹RANDALL (1987:v).

¹⁰SMITH & KRUTILLA (1982:4).

Uma revisão da literatura sobre as Economias dos Recursos Naturais e da Poluição permite dizer que o marco teórico dentro do qual são desenvolvidas as obras mais conhecidas é o neoclássico.¹¹

Quando o meio ambiente é entendido como estoque limitado de recursos naturais que servem como insumos para o processo produtivo, o problema econômico ambiental que se coloca diz respeito à alocação intertemporal eficiente da extração e uso de tais recursos. A solução do problema é feita pela abordagem dos *inputs* proposta pela Economia dos Recursos Naturais, através da Teoria da Exaustão Ótima¹², no caso dos recursos exauríveis e pela Teoria do Uso Ótimo¹³, no caso dos recursos renováveis.

A literatura econômica sobre recursos naturais faz uma distinção básica entre recursos naturais exauríveis e recursos naturais renováveis. Os recursos naturais exauríveis são tipicamente de origem mineral e sua extração implica na redução irreversível do estoque disponível. Os recursos naturais renováveis, por sua vez, envolvem recursos biológicos, cuja extração pode ser reposta dentro de certos limites, e as fontes renováveis de energia. No caso dos recursos exauríveis, a eficiência econômica seria obtida através do alcance do “nível ótimo” de depleção, enquanto que no caso dos renováveis, eficiência é alcançada através do “uso ótimo” dos recursos. A definição daquilo que é aceitável como “ótimo” é dada

¹¹O sentido em que é empregado o termo “neoclássico” neste trabalho é o mesmo assumido por BOJÖ *et alii* (1992), ou seja, “refere-se à escola de pensamento econômico que tem suas raízes na teoria do final do século XIX e que foi desenvolvida por economistas como Jevons, Marshall, Menger e Walras. O prefixo ‘neo’ serve para distinguir esta escola da economia ‘clássica’, que teve Smith, Ricardo e Malthus como líderes.” BOJÖ *et alii* (1992:23). São exemplos desta literatura os trabalhos de SOLOW (1974), SMITH & KRUTILLA (1982), DORFMAN (1984), SCOTT (1985), RANDALL (1987), BAUMOL & OATES (1988), FISHER (1990) e PEARCE *et alii* (1990), os quais são utilizados na discussão deste item.

¹²O problema da Exaustão Ótima consiste na determinação da taxa ótima, e portanto dos montantes ótimos, de extração de um recurso exaurível através do tempo. SOLOW (1974) e LEWIS (1985) atribuem a elegante teoria da exaustão ótima a Harold Hotelling, que a apresentou em um artigo produzido em 1931, “*The Economics of Exhaustible Resources*”. Para uma apresentação geral da Teoria da Exaustão Ótima, ver FISHER (1990).

¹³A Teoria do Uso Ótimo desenha modelos para o alcance da meta de alocação intertemporal eficiente dos recursos naturais renováveis, através da determinação e da manutenção de uma taxa de uso ou de “colheita” ótima. A análise é muito similar ao tratamento dado aos recursos exauríveis. Uma explanação pode ser encontrada em RANDALL (1987).

necessariamente dentro de condições de equilíbrio competitivo e se relaciona unicamente com a questão da maximização dos benefícios provenientes da exploração dos recursos, não tendo, portanto, nenhum comprometimento seja com a questão da conservação, seja com a questão distributiva. Desta maneira, em modelos formulados sob a égide das Teorias da Exaustão Ótima e do Uso Ótimo, a possibilidade da solução ótima para a extração ou uso de determinado recurso leva em conta apenas seus efeitos sobre os benefícios auferidos pelo extrator ou usuário do recurso em questão ao longo do tempo, ou seja, seus objetivos são a maximização destes benefícios ao longo do tempo.

A Economia da Poluição, por sua vez, trata do problema ambiental pelo lado dos impactos dos sub-produtos da atividade produtiva. Esta disciplina propõe o conceito de “Ótimo de Poluição”, o qual poderia ser atingido pelos mecanismos diretos (abordagem regulatória) ou indiretos (através de instrumentos econômicos, como a taxação, os subsídios e os certificados comercializáveis). A determinação de um “nível ótimo de poluição” ou de um “nível de controle ótimo” é a maneira pela qual a questão da eficiência é colocada para a questão da poluição.¹⁴ O problema alocativo, neste caso, é representado pela escolha entre o uso do meio ambiente para a disposição dos *outputs* indesejáveis do processo produtivo e o seu uso para todos os outros propósitos (como o lazer, por exemplo).¹⁵ O que há de comum entre as abordagens dos *inputs* e dos *outputs* é a preocupação central com a alocação eficiente dos recursos naturais, de acordo com o critério da eficiência econômica.

Com base na literatura consultada, é possível distinguir os seguintes objetivos de estudo da Economia do Meio Ambiente, que se manifestam como preocupação econômica envolvendo questões relacionadas ao meio ambiente: alocação eficiente, distribuição e bem-estar social. Não surpreende que estes sejam objetivos da corrente neoclássica em termos gerais. Esta coincidência entre os objetivos econômicos e “ambientais” se deve ao fato de que

¹⁴Consultar BAUMOL & OATES (1988), para uma apresentação da Teoria da Poluição Ótima.

¹⁵A solução não é reduzir a zero todas as fontes de poluição, uma vez que o processo produtivo não prescinde de algum nível de poluição. A resposta a este problema é dada pela definição de uma posição onde os benefícios (ou a vantagem da redução do dano) do controle sejam iguais aos custos envolvidos na diminuição dos níveis de disposição dos resíduos (REES, 1990:290).

os critérios de formulação de análise econômica encontrados no tratamento do meio ambiente pela corrente neoclássica não diferem das categorias presentes em suas análises mais gerais: eficiência econômica e maximização do bem-estar social, sempre a partir do pressuposto da alocação eficiente dos fatores de produção, pelos produtores, e da maximização da utilidade, pelos consumidores.

É desta forma, portanto, que o problema ambiental é incorporado pela análise econômica. Quanto à eficiência econômica, esta é uma noção que supõe o atendimento da satisfação de três condições: eficiência tecnológica, eficiência de escolha de produto e eficiência alocativa. Em uma estrutura de mercado perfeitamente competitiva, é assumido que a firma procura a melhor proporção capital-trabalho, alcançando a eficiência tecnológica quando atinge o máximo de produção usando os métodos produtivos menos custosos. Dentro desta concepção de funcionamento da economia, os custos enfrentados pelo produtor são equivalentes aos custos sociais, o que significa que a atividade produtiva não implica em nenhum dano para a sociedade. A eficiência da escolha dos produtos é derivação do pressuposto da soberania do consumidor, que teoricamente sabe qual é a melhor combinação de tipos e quantidades de produtos em uma cesta para alcançar um nível máximo de utilidade, dada sua restrição orçamentária. A eficiência alocativa, por sua vez, está relacionada com a distribuição do total dos fatores de produção e dos bens e serviço em uma economia.¹⁶

A própria natureza “escassa” (em termos econômicos) dos recursos naturais e sua função de matéria-prima os coloca no centro do problema econômico do “uso eficiente de recursos materiais escassos”.¹⁷

Na opinião de RANDALL (1987), o critério de eficiência é suficiente para eliminar o desperdício, uma vez que permite, quando do julgamento de diferentes alternativas de política

¹⁶Para um resumo dos três critérios, v. REES (1985, p. 125 e seguintes).

¹⁷O objetivo das Ciências Econômicas definido como o estudo da alocação de meios escassos entre distintas possibilidades de utilização é atribuído a Robbins por BROMLEY (1993), que observa que tal definição é ainda hoje a mais comum. BROMLEY (1993:208).

ambiental, opta-se por aquela que alcance o nível ótimo da função objetivo, a qual é colocada como meta.

De uma maneira bem simples, a questão que se coloca é a seguinte: explorar agora ou conservar para mais tarde? Neste sentido, a alocação intertemporal para recursos ambientais não é feita isoladamente com relação a outros tipos de decisão, mas leva em conta implicações de longo-prazo das decisões do mercado financeiro e do mercados de outros capitais.^{18 19}

RANDALL (1987) esclarece que o critério da eficiência econômica não contempla a questão distributiva, tema tratado dentro do arcabouço analítico da Teoria do Bem Estar. Dentro desta teoria, é central o conceito de Ótimo de Pareto.

Uma política distributiva justa do ponto de vista da teoria convencional é aquela que mantém as rendas proporcionais entre os indivíduos em uma sociedade e que evita perdas absolutas. Ou seja, a introdução do conceito de Ótimo de Pareto diz respeito à manutenção das proporções relativas entre as rendas dos indivíduos, de maneira que ao aumento da renda de um indivíduo A corresponda um aumento da renda do indivíduo B, sendo que estes acréscimos de renda são proporcionais às rendas iniciais. Uma política “Pareto eficiente” é definida como aquela em que não existe perdas absolutas, nem perdas relativas.²⁰

Desta perspectiva, o critério de Ótimo de Pareto é alcançado quando uma situação é atingida dentro da qual nenhum agente econômico pode melhorar sua situação, sem com isso tornar pior a situação de outro agente.

Por este critério, as partilhas proporcionais devem ser mantidas constantes, de modo que os efeitos de uma política econômica endereçada aos aspectos ambientais, a exemplo de qualquer outra decisão de ordem política, preserve o atual perfil distributivo da sociedade.

¹⁸RANDALL (1987:283).

¹⁹Assim sendo, toda decisão de alocação de recursos ambientais é uma decisão de investimento e, neste sentido, pode ser analisada através de modelos da teoria do investimento. Para a análise de modelos de investimento apropriadamente especificados para os recursos ambientais, ver capítulo 6 de RANDALL (1987).

²⁰“Não deve haver ‘prejuízo absoluto’: isto é, ninguém deve ser prejudicado em termos absolutos. Além disso, não deve haver ‘prejuízo relativo’: ou seja, ninguém deve ser prejudicado com relação a outrem” RANDALL (1987: 139), tradução da autora.

Este critério previne novas perdas econômicas relativas, mas ao mesmo tempo reforça e cristaliza modelos passados destas mesmas perdas.²¹

O equilíbrio geral é obtido quando cada agente econômico maximiza algo (o consumidor maximiza sua utilidade, ou seja a satisfação que lhe podem dar uma cesta de bens e serviços sujeita à restrição orçamentária representada pelo seu salário; a unidade produtiva - isto é, a firma - maximiza seus lucros, sujeito à restrição imposta por sua função de produção), e quando todos os mercados relevantes atingem seus respectivos equilíbrios (produção e trocas, inclusive de salários). O equilíbrio geral é o resultado, portanto, do tipo de análise econômica no qual as buscas independentes de posições ótimas individuais conduzem à posição geral na qual todos atingem o equilíbrio.

Em uma economia em concorrência perfeita, existe teoricamente um único equilíbrio geral ótimo no sentido de Pareto, situação que é conhecida como “Bem-Estar Social”. Segundo esta análise, a maximização do bem-estar é garantida pelo mecanismo do mercado que leva à alocação ótima dos recursos. A própria corrente neoclássica reconhece, entretanto, que o estado de concorrência perfeita não corresponde à situação real e, como já foi mencionado, as “imperfeições” que surgem no mundo real são designadas dentro desta perspectiva de análise como “falhas de mercado”.

Se o funcionamento do mercado não garante o alcance destes objetivos devido à existência, como já foi dito, de imperfeições ou falhas de mercado, então cabe perguntar: Quais são as falhas de mercado que levam à depleção dos recursos e à poluição ambiental? De que maneira elas impedem a concretização dos objetivos econômicos (e ambientais)? E ainda: como é possível superar tais obstáculos?

Para responder a estas perguntas, esta dissertação desenvolve a apresentação sintética das principais idéias presentes na abordagem neoclássica da Economia do Meio Ambiente em dois momentos. Em primeiro lugar, são discutidas as falhas de mercado relevantes para o alcance dos objetivos econômicos (e ambientais). Num segundo momento, apresenta-se os

²¹RANDALL (1987:140).

instrumentos de política sugeridos pela corrente neoclássica para a correção destas falhas de mercado.

II.1.1. FALHAS DE MERCADO: OBSTÁCULOS AOS OBJETIVOS ECONÔMICO-AMBIENTAIS

As imperfeições ou “falhas de mercado” surgem, segundo o pensamento neoclássico, quando o comportamento individual maximizador de benefícios não leva a um resultado ótimo, no sentido de Pareto.

Neste ponto, como em outros, a literatura apresenta uma plethora de definições e concepções superpostas, de modo que se faz necessário, para efeito deste estudo, a adoção de um critério relevante para a escolha das falhas de mercado que aqui devem ser apresentadas. Um critério interessante para esta escolha é aquele utilizado por FREEMAN III (1973), que enfatiza o critério de relevância para os problemas relacionados à questão do meio ambiente. O autor define, assim, duas principais fontes de falhas de mercado para a explicação destes problemas: a questão dos direitos de propriedade e a inexistência de um sistema de preços para os bens ambientais.²²

i. FALHA NO ESTABELECIMENTO DE DIREITOS DE PROPRIEDADE

A teoria neoclássica tem argumentado que problemas ambientais como a exaustão de recursos naturais são mais prováveis quando o recurso é de propriedade comum. A idéia é de

²²Claro está, portanto, que não se pretende que esta seja uma lista completa das possíveis “falhas de mercado” relacionadas à questão ambiental, mas sim apenas a apresentação daquelas que representam o *core* da análise da Economia Neoclássica do Meio Ambiente. Apenas com o intuito de apontar algumas considerações sobre outras falhas, ver AMAZONAS (1994:61), REES (1990:329), FISHER (1990:49), RANDALL (1987:239) e PEARCE *et alii* (1990) a respeito da divergência entre as taxas de desconto pública e privada; e REES (1990:44), FISHER (1990:67, 76-77), RANDALL (1987:410) com relação aos temas de incerteza e irreversibilidade.

que quando os agentes econômicos têm acesso livre ao recurso, eles tendem a ignorar os custos sociais envolvidos na extração de cada unidade do recurso no presente. A tendência da exploração nestas condições seria a utilização de uma taxa excessivamente alta de extração com relação à capacidade de auto-regeneração do recurso, no caso dos renováveis, e da exploração predatória no caso dos exauríveis, com risco de exaustão para ambos. A taxa de extração no caso dos recursos renováveis seria superior ao uso ótimo, e no caso dos exauríveis seria superior à depleção ótima.²³

Contudo, o problema de propriedade comum aparece mais frequentemente quando o recurso em questão é renovável ou quando se trata do problema da poluição. REES (1990) argumenta que recursos como pesca, caça, água e ar se estendem, de maneira indivisível, ao longo de áreas muito grandes; como resultado, nenhum usuário pode individualmente regular a oferta, controlar o número de usuários ou a quantidade de recurso que eles utilizam. Desta maneira, é muito comum que a super-produção ou o “sobre-uso” ocorram no curto prazo. Este fato denota a preferência pelo presente, que se traduz em elevadas taxas de utilização. O entendimento desta questão pelos economistas guarda uma relação muito estreita com a “Tragédia dos Comuns”, de Garrett Hardin, tratada no primeiro capítulo desta dissertação.

REES (1990) admite que as razões que explicam a continuada pressão sobre os recursos renováveis são complexas, pois requerem a compreensão dos sistemas físicos, das relações sócio-econômicas, das forças políticas e das barreiras institucionais para ações aceitáveis de gestão dos recursos renováveis. Apesar disso, a autora reconhece, juntamente com tantos outros economistas, que quando os recursos renováveis são propriedade comum sua depleção é exacerbada.

O conceito de propriedade comum é frequentemente confundido com o de livre acesso. BROMLEY (1993) faz a distinção entre ambos, atribuindo a confusão ao fato de que

²³FISHER (1990) lembra que o “Uso Ótimo” não previne o esgotamento dos recursos renováveis, assim como a “Exaustão Ótima” não previne o esgotamento dos exauríveis, uma vez que o objetivo destas teorias é unicamente econômico, ou seja, a maximização dos benefícios ao longo do tempo, dadas as características particulares de cada tipo de recurso. Mesmo no caso de um único proprietário, o uso ótimo pode resultar na extinção de um recurso renovável FISHER (1990:86). Ainda assim, é mais provável que a exaustão ocorra quando o recurso é de propriedade comum.

o conceito de propriedade é concebido em termos materiais e esclarecendo que a propriedade é, antes de mais nada, uma relação social, não um objeto físico. Enquanto propriedade comum (*Res communes*) representa a “propriedade privada de um grupo de proprietários”, na situação de livre acesso (*Res nullius*) não existe a propriedade “de direito”. No primeiro caso, exatamente como ocorre no regime de propriedade privada, existe exclusão, ou seja, todos os “não proprietários” estão excluídos do uso e das tomadas de decisão concernentes à propriedade em questão. A situação de livre acesso, por sua vez, enseja a chamada “não-exclusão”, um dos principais atributos dos “bens públicos”. Além disso, dentro do regime de propriedade comum, cada co-proprietário tem o direito de excluir não-membros, enquanto que estes últimos têm o dever de respeitar a exclusão. Os membros têm tanto o direito quanto o dever de fazer a manutenção dos recursos e de aplicar taxas socialmente aceitáveis pelo uso da propriedade. No caso da situação de livre-acesso, não existe um grupo definido como “proprietário” e os benefícios da exploração dos recursos sob este regime são disponíveis a todos, mas sem nenhum direito por parte de ninguém de cobrar taxas pelo uso, além de não existir nenhum dever por parte de ninguém quanto a sua manutenção.²⁴

Desta forma, o problema da exploração predatória dos recursos não se deve à sua condição de propriedade comum, como sustenta REES (1990) e outros autores, mas sim de sua característica de propriedade de livre-acesso, como explica BROMLEY (1993). Em suma, de acordo com a explicação da abordagem neoclássica, é o fato de se enquadrar como “bem-livre” ou “bem público” que expõe o meio ambiente ao risco de exploração predatória.

Por esta razão, os recursos tenderiam a ser vistos como inexauríveis e disponíveis livremente para o uso de todos. Conseqüentemente, nenhum indivíduo teria incentivo para desejar reduzir a poluição, a taxa de uso ou de extração de um dado recurso. O objetivo seria

²⁴BROMLEY (1993:25-31).

“aproveitar ao máximo” o recurso, uma vez que é possível ignorar o custo de uso²⁵ da extração de uma unidade hoje ou da emissão presente de mais uma unidade poluidora.²⁶

ii. FALHA NO SISTEMA DE PREÇOS

BROMLEY (1993) aborda a discussão sobre externalidades a partir de uma situação onde as ações de uma parte resultam na atribuição de custos indesejáveis a uma outra parte. Numa situação como essa, os custos que se projetam para além das fronteiras da unidade decisória por eles responsável são definidos como custos sociais. Vem daí a origem do termo *externalidade*.

Em um mercado perfeitamente competitivo, as condições marginais asseguram, como já foi mencionado, o alcance da situação de equilíbrio geral com o máximo bem-estar no sentido do Ótimo de Pareto. Contudo, a possibilidade da ocorrência de uma diferença entre o custo social e o custo privado, devido à “exteriorização” dos custos ambientais através do não tratamento dos poluentes lançados na natureza, impede que aquela situação seja alcançada. A violação das condições marginais, que ocorre no caso do comportamento privado gerador de poluição, constitui o que é definido pela teoria como externalidades Pareto-relevantes.²⁷ Essas externalidades recebem esta denominação, em primeiro lugar, porque se constituem um efeito da atividade produtiva que afeta negativamente o sistema econômico e, em segundo, porque este efeito se exerce no sentido de impedir o alcance da situação de Ótimo de Pareto e da maximização do bem-estar social.

²⁵De maneira bastante simplificada, custo de uso é o valor que a unidade do recurso extraída no presente teria em um determinado tempo no futuro (FISHER, 1990:13). O autor nota que o custo de uso (*user cost*) recebe variadas denominações na literatura econômica, como *royalty* e preço líquido (*net price*). SOLOW (1974) adota a expressão “renda da escassez”.

²⁶FISHER (1990:86).

²⁷BAUMOL & OATES (1988:16-17).

Adotando uma explicação um pouco diferente para a explicação do problema, RANDALL (1987) argumenta que a poluição ocorre devido ao fato de que esta é uma maneira não custosa da unidade produtiva realizar a disposição de seus sub-produtos indesejáveis. Isso é possível, na opinião do autor, devido aos atributos de não-rivalidade e não-exclusividade dos bens e serviços ambientais. Não-exclusividade e não-rivalidade são atributos característicos dos chamados “bens-públicos”. Um bem (ou serviço) é chamado de não-exclusivo quando seu consumo por parte de um indivíduo não exclui seu consumo por parte de outros, ou seja, quando seus benefícios não podem ser apropriados através de preços de mercado. A não-rivalidade, por seu turno, diz respeito a uma suposta “inexauribilidade” do bem (ou serviço) em questão, uma vez que seu uso por parte de um indivíduo não reduz o montante que pode ser consumido pelos demais. Portanto, estas características, tomadas como parte da natureza dos bens e serviços ambientais, estão na base da explicação de RANDALL para a existência dos problemas ambientais.

Os efeitos negativos advindos da ocorrência das externalidades Pareto-relevantes ou da não-rivalidade e da não-exclusividade dos bens e serviços ambientais, como é o caso evidente da poluição, recebem diversas denominações dentro da abordagem convencional. Por exemplo, em contraste com a denominação de “bens” (*goods*) - que expressam tanto mercadorias (bens finais), cuja compra tem a propriedade de conferir satisfação ou utilidade ao consumidor, quanto matérias-primas (bens intermediários), cuja utilização no processo produtivo cria a possibilidade do lucro - os *outputs* indesejáveis “externalizados” pela unidade produtiva recebem também o nome de *bad*s (males). Os efluentes, emissões e resíduos poluentes também são contrapostos às “economias externas”, constituindo-se em “deseconomias externas”.²⁸ Além disso, são chamados ainda de *discommodities*, em oposição ao conceito de *commodities*, porque geram utilidades negativas para o consumidor.²⁹

Assim, a motivação para a “ação poluidora” pode ser interpretada como efeito da possibilidade de externalização dos custos ambientais ou como resultado dos atributos de não-

²⁸RANDALL (1987:183).

²⁹*Idem* (1987:185).

rivalidade e não-exclusividade dos “bens e serviços ambientais”. Seja qual for a análise, a teoria econômica convencional e o senso comum concordam que o mundo funciona melhor quando os indivíduos possuem a mais ampla possibilidade de escolha em suas tarefas quotidianas. Contudo, a existência de externalidades coloca um paradoxo àquela concepção liberal: o resultado da extrema atomização termina por requerer a assistência de uma força na sociedade que é vista frequentemente como um inimigo, o Estado.³⁰

A discussão sobre as “falhas de mercado” permite chegar a duas importantes conclusões a respeito da interpretação dos problemas ambientais pela teoria econômica convencional. **Em primeiro lugar, o “meio ambiente” é tratado conceitualmente como “bens e serviços ambientais”. Em segundo lugar, “os bens e serviços ambientais” são sujeitos à depleção devido à inexistência de direitos de propriedade bem definidos, bem como de um sistema de preços que reflita adequadamente os custos sociais envolvidos em sua exploração privada.**

Apresentadas as falhas de mercado relevantes para o alcance dos objetivos econômicos (e ambientais), resta verificar que tipo de solução é sugerida pela corrente neoclássica para a sua correção.

II.1.2. INSTRUMENTOS DE CONTROLE AMBIENTAL PARA O ALCANCE DOS OBJETIVOS ECONÔMICOS

A sugestão da análise da Economia Neoclássica do Meio Ambiente para a solução dos problemas de “falha de mercado” baseia-se na utilização de instrumentos econômicos de controle ambiental, os quais têm o objetivo de influenciar os comportamentos decisórios dos

³⁰BROMLEY (1993:59-61).

agentes econômicos. Eles se distinguem dos instrumentos regulatórios (ou de controle e comando) por influenciar indiretamente aquelas decisões. Os instrumentos regulatórios, que não são objeto de tratamento desta dissertação, abrangem o estabelecimento de regulamentações que são exercidas de maneira direta, através da fixação de normas sobre emissões e efluentes, de processos e produtos, de padrões de qualidade ambiental, de desempenho e mesmo tecnológicos.

Os instrumentos regulatórios são as mais antigas formas de controle ambiental e são ainda hoje os mais utilizados.³¹ Tais métodos implicam exigências importantes em termos da necessidade de informações (que devem ser precisas a respeito do impacto ambiental de cada atividade) para o estabelecimento dos padrões técnicos, da conformação de estruturas institucionais para a coerção à aplicação dos mesmos e de monitoração da sua implementação. A interpretação a respeito dos elevados custos derivados destas exigências aponta que a abordagem regulatória apresenta sérias desvantagens, do ponto de vista econômico. Além disso, as metas destas regulações são consideradas economicamente irrealistas, por apresentarem níveis de exigência ambiental e prazos para a conformidade (atendimento às exigências) que freqüentemente exigem elevados investimentos.³² Neste sentido, os instrumentos econômicos de controle ambiental são apresentados como uma alternativa menos custosa e economicamente mais eficiente, comparativamente à abordagem regulatória.³³ Os principais instrumentos apontados pela literatura com o objetivo de superar as “falhas de mercado” descritas no tópico anterior são apresentados a seguir.

³¹Historicamente, os primeiros instrumentos para o controle da poluição eram de natureza regulatória e estavam relacionados à preocupação sanitária, como demonstra o estudo de BUFFAUT (1990).

³²RANDALL (1987:372).

³³ A proposição dos instrumentos econômicos não objetiva, contudo, a substituição total dos instrumentos regulatórios. O controle de atividades de elevado risco ambiental e para a saúde humana são situações para as quais existe um reconhecimento de que a abordagem regulatória é apropriada e que a “rejeição de tais medidas na suposição de que elas provavelmente violam os requisitos de otimalidade pode ser considerada um tipo de perfeccionismo perverso” BAUMOL & OATES (1988:176). Portanto, para fins práticos, prevalece ou o predomínio dos instrumentos diretos ou uma combinação dos instrumentos econômicos com os regulatórios.

. ESTABELECIMENTO DE DIREITOS DE PROPRIEDADE

A eficiência alocativa, através da alocação intertemporal ótima dos recursos ambientais assume, como foi sugerido anteriormente, a existência de direitos de propriedade bem definidos. No caso da vigência da situação de livre-acesso, a exploração predatória do recurso pode ser evitada de diversas maneiras, segundo a literatura econômica. A mais simples delas é a definição de direitos de propriedade sobre o recurso.

Uma maneira de fazer isso no caso dos recursos renováveis, na perspectiva de FISHER (1990), é estabelecer uma taxa por unidade de recurso extraído (no caso da pesca, por exemplo, por tonelada de pescado). Contudo, os instrumentos empregados no controle da pesca não são formulados com bases no problema da propriedade e, normalmente, abrangem formas de controle direto, como a restrição do tipo de equipamento utilizado para a pesca (que impõe uma ineficiência técnica) ou pela limitação da quantidade total de pescado durante uma temporada.³⁴ O resultado típico em casos como esse é a redução da temporada de pesca.

Para o caso dos recursos naturais exauríveis, RANDALL (1987) enumera três tipos de instrumentos específicos para influenciar o comportamento dos agentes econômicos: taxas de propriedade, taxas sobre a extração (*severance tax*) e permissões para depleção (*depletion allowance*). As taxas de propriedade sobre recursos ainda não extraídos dá ao proprietário um incentivo à redução da reserva sujeita à taxação. Assim, uma taxa de propriedade elevada influencia o aumento da taxa de extração, fato que - teoricamente - leva à redução dos preços das matérias-primas e reduz a renda do extrator. A razão entre a taxa de propriedade e a taxa à qual os preços caem pode influenciar, finalmente, a redução das taxas de extração. A taxa sobre a extração, por sua vez, é paga sobre cada unidade extraída, de maneira que o montante total a ser pago aumenta em razão direta à extração. Taxações elevadas sobre a extração

³⁴FISHER (1990:88).

tendem evidentemente a reduzir a taxa de extração e a incentivar as atividades de reciclagem.³⁵

A idéia de interferir no problema da propriedade através de ação do Estado é um legado de Pigou, que em seu artigo de 1920, *The Economics of Welfare*, sugere uma taxa sobre o agente gerador da externalidade, de modo a forçá-lo à internalização do custo ambiental daí decorrente.

É preciso registrar que, em oposição a esta forma de internalização, Coase propôs, em 1960, que a negociação voluntária entre os agentes envolvidos em um caso de externalidade negativa, em que o agente que a provocou pagaria à “vítima” pelo o dano (ou perda) que lhe causou. A negociação seria então o instrumento capaz de corrigir o problema, levando à situação ótima. Para que este processo fosse bem sucedido, a condição fundamental seria o estabelecimento de direitos de propriedade bem definidos.

ii. INSTRUMENTOS TRIBUTÁRIOS: TAXAS E SUBSÍDIOS

Com o propósito de solucionar as referidas distorções ou “falhas de mercado” e alcançar os objetivos ambientais, preservando tanto quanto possível os objetivos econômicos, são elaborados instrumentos de política ambiental baseados na idéia da coerção à internalização dos custos sociais derivados da atividade econômica.

A idéia básica por trás da proposição de taxas é o chamado “Princípio do Poluidor-Pagador”, o qual promoveria a “internalização” daqueles custos. De maneira muito simplificada, o valor que essa taxa deve assumir é igual ao custo social (em termos marginais) envolvido na produção daquele bem ou serviço. Um problema com relação à adoção desta taxa está relacionado aos seus possíveis efeitos negativos sobre a competitividade da

³⁵RANDALL (1987:298).

empresa. No caso da adoção, alternativamente, do subsídio, a competitividade é resguardada.

36

O objetivo das “abordagens taxa-subsídio” pode ser definido como “a busca do ótimo pela manipulação dos ‘preços’ dos resíduos”.³⁷ Seria conveniente, contudo, qualificar esta definição, uma vez que as abordagens de taxação mais recentes tentam encontrar políticas capazes de levar aos padrões de emissão pré-estabelecidos, de maneira a alcançar não um resultado “ótimo”, mas sim aceitável ou “satisfatório”.^{38 39}

As vantagens atribuídas à adoção de instrumentos econômicos tributários são devidas à sua maior eficiência (com relação aos custos do controle), à desburocratização do controle (pela redução da intervenção do Estado), ao estímulo à busca de novas tecnologias para a redução dos custos impostos pela taxação e à geração de receitas para o Governo.

Uma dificuldade para a qual os autores chamam a atenção é a atribuição de valor ao dano ambiental (ou ao custo social externalizado pela unidade geradora de impacto, dada a característica de incerteza a respeito dos impactos ambientais das mais diversas atividades produtivas).⁴⁰

Como desvantagens, podem ser arrolados os elementos de imprevisibilidade dos resultados, os impactos negativos da taxação sobre a competitividade e sobre a distribuição de renda, os custos de administração e a aceitação pública.⁴¹

³⁶BAUMOL & OATES (1988:211-234) fazem uma análise muito competente dos problemas envolvidos na opção por taxas e subsídios.

³⁷AMAZONAS (1994:39).

³⁸BAUMOL & OATES (1988:155).

³⁹No jargão econômico, este resultado “não ótimo”, mas satisfatório do ponto de vista do alcance dos padrões de qualidade ambiental, pertence a uma categoria analítica chamada “*second best*”. Para uma compreensão mais detalhada, ver RANDALL (1987:113-115).

⁴⁰Alguns empenhos de desenvolvimento dessa área vêm sendo desenvolvidos pela literatura econômica convencional, um exemplo é o artigo de PEARCE & MARKANDYA (1988).

⁴¹Para maiores detalhes, consultar o capítulo 10 de RANDALL (1987), capítulos 11 e 14 de BAUMOL & OATES (1988) e DASGUPTA (1982:122-134).

iii. CERTIFICADOS COMERCIALIZÁVEIS: UM INSTRUMENTO NÃO TRIBUTÁRIO

Os certificados (*permits*) comercializáveis pertencem a uma classe distinta de ferramentas econômicas: os instrumentos não tributários. Para isso, o Governo, através de sua agência ambiental, determinaria o total de emissões esperado de um determinado poluente em uma dada região geográfica.

A seguir, a agência emite um número de certificados correspondentes àquele montante esperado de poluição, os quais funcionarão como “permissões” para poluir, na estrita medida de seu “valor de face”. Assim, cada firma poluidora teria a possibilidade de emitir os poluentes correspondentes aos certificados adquiridos, ou alternativamente adotar métodos de controle de poluição que lhe permitissem “poupar” seus certificados e vendê-los a outra firma que deles necessitasse, de maneira que a inovação em tecnologias de controle ambiental seria encorajada.⁴²

A distribuição dos certificados poderia ser feita gratuitamente entre as firmas poluidoras da região em questão, ou leiloados pela agência ambiental, ou ainda poderiam ser simplesmente vendidos. De qualquer forma, o fundamento da proposição de se controlar os níveis de poluição através da emissão de certificados comercializáveis baseia-se na institucionalização do que poderíamos chamar de um “mercado de *discommodities*”, de forma que as forças do mercado (e não o Governo diretamente) é que determinariam tanto o preço dos certificados (e portanto da poluição), quanto sua alocação.

Para finalizar, o que é fundamental compreender é que a proposição dos instrumentos de política ambiental pela corrente neoclássica tem em vista a superação dos obstáculos à concretização dos objetivos de eficiência econômica no sentido de Pareto. Dentro desta perspectiva, a problemática ambiental surge de uma falha de mercado que tem na natureza pública dos bens ambientais sua principal explicação, o que impede a formação de um sistema de preços que reflita convenientemente os chamados custos ambientais. A ausência de um

⁴²RANDALL (1987:366-367).

sistema de preços, por sua vez, possibilita “externalização” ou socialização destes custos, impedindo, finalmente, o alcance da situação de “bem-estar social”. A função dos instrumentos aqui apresentados é justamente a criação de um sistema de preços, de modo a obrigar os agentes econômicos à internalização dos custos ambientais.

A idéia da incorporação das questões relacionadas à preservação do meio ambiente pelo processo decisório dos agentes econômicos como um processo fundamentalmente reativo, que busca a conformidade (*compliance*) com relação aos instrumentos de controle ambiental, está implícita tanto na apresentação do problema ambiental como um problema de “falha de mercado” quanto na formulação dos instrumentos de controle ambiental pela abordagem da Economia Neoclássica do Meio Ambiente. Dentro desta perspectiva, a mudança tecnológica, por sua vez, aparece como um resultado desejável da aplicação desses instrumentos.

Tendo em vista a discussão apresentada até o momento, surge uma questão com relação à motivação para a ação dos agentes econômicos: Seria possível identificar um tipo de ação pró-ativa, antecipativa, para a incorporação das questões ambientais? E ainda mais, levando-se em conta que a incorporação das questões ambientais envolve, via de regra, mudanças tecnológicas que reduzem o impacto da atividade produtiva (sejam em tratamentos de final de circuito, sejam em tecnologias processo-integradas), considera-se, a seguir, a seguinte pergunta: qual a relação que se estabelece entre a dinâmica de inovação e de capacitação tecnológica e a problemática ambiental?

II.2 IMPACTOS SOBRE AS ESTRATÉGIAS INDUSTRIAIS

Durante um longo período a proteção do meio ambiente não poderia ser imposta às empresas senão pelo poder público, através de ordenamentos regulamentares (diretos) ou fiscais (indiretos), os quais eram percebidos como restrições. Tais restrições não apenas têm se multiplicado, mas também têm se tornado cada vez mais rigorosas. Frente a elas, as firmas têm

muitas vezes se antecipado às medidas coercitivas de proteção ao meio ambiente, considerado-as não como uma restrição, mas como uma oportunidade.⁴³

O argumento a ser desenvolvido neste item é o de que a interpretação dos impactos dos problemas ambientais sobre as estratégias inovativas e de capacitação não pode se ater a uma análise de custos,⁴⁴ mas deve obrigatoriamente incorporar o fato de que a variável ambiental passa a constituir-se em mais um elemento do processo concorrencial.⁴⁵ Em outras palavras, defende-se aqui que esta interpretação deve considerar que a mediação entre os problemas ambientais e as estratégias empresariais passa necessariamente pela mudança no ambiente concorrencial no qual as empresas atuam, não apenas através da institucionalização de novas práticas regulatórias e de controle ambiental, mas também pela antecipação da institucionalização pelos agentes decisórios.

II.2.1. RELAÇÕES ENTRE PROBLEMÁTICA AMBIENTAL E INOVAÇÃO E CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA

Se as respostas aos problemas colocados pelo atual debate ambientalista à ação das empresas passam pelas instâncias decisórias sobre inovação e capacitação tecnológica, então é necessário que sejam conhecidos os tratamentos teóricos da dinâmica da inovação tecnológica.

Não cabe fazer, no âmbito deste trabalho, uma apresentação exaustiva do debate entre neoclássicos e evolucionistas. A introdução de apenas alguns pontos do debate é suficiente para a elaboração das reflexões sobre as relações entre a problemática ambiental e a inovação e capacitação tecnológica aqui propostas.

⁴³...as empresas tornaram-se recentemente parte interessada na proteção do meio ambiente, que é encarada como uma necessidade, mas também como uma oportunidade..." BÉRIOT (1992:66). Tradução da autora.

⁴⁴Sejam eles derivados de instrumentos relacionados a imposição de taxas (no caso da derivação de *policy* da abordagem pelos *outputs*), sejam relacionados aos custos de oportunidade impostos pela adoção de uma taxa de extração mais baixa (no caso da derivação da abordagem pelos *inputs*).

⁴⁵KEMP & SOETE (1992).

O tema da inovação foi tratado pela corrente neoclássica de pensamento econômico a partir do trabalho de Hicks, dos anos trinta, sobre salários.⁴⁶ Os elementos essenciais da explicação desta abordagem ao fenômeno da inovação são os supostos de maximização (que orienta o comportamento da firma) e de equilíbrio geral (no sentido de que a oferta e a demanda são balanceadas em todos os mercados relevantes e que nenhuma firma pode melhorar sua posição no mercado sem que no momento seguinte o equilíbrio se restabeleça), dentro de uma indústria competitiva.

Mais tarde, na década de 50, essa visão serviria de base para a elaboração da Teoria da Inovação Induzida, a qual propugnava que a adoção de uma nova tecnologia seria motivada pelo mudança do preço relativo dos fatores. Subjaz a esta *rationale* a suposição de que o comportamento das firmas é maximizador de resultados, de que as novas tecnologias estão disponíveis, de que não existem restrições para acessá-las e de que existe perfeito conhecimento a respeito dos efeitos da adoção das mesmas.

A possibilidade de escolha de uma nova tecnologia pressupõe não apenas o conhecimento a respeito dos resultados de sua adoção (o que se torna um critério para a própria escolha), mas também a existência prévia desta tecnologia. A “ferramenta” teórica pela qual é possível a visualização desta condição é a chamada metafunção de produção, que representa uma curva de possibilidades tecnológicas: uma curva envoltória de um conjunto de isoquantas, onde cada ponto define uma tecnologia distinta. A escolha da tecnologia mais adequada é baseada no critério da maximização dos resultados da firma. Neste sentido, a teoria da inovação induzida deve ser entendida, antes de mais nada, como uma teoria de difusão tecnológica. Ainda assim, seu escopo estaria limitado ao caso em que a adoção é motivada pela alteração dos preços.

A natureza das ferramentas neoclássicas torna a teoria em questão hábil para formular racionalizações sobre o comportamento de firmas operantes em um sistema estático com tecnologias conhecidas, daí a atribuição de um papel “corretor” às inovações. O comportamento “inovativo” de uma firma, no contexto da teoria neoclássica, tem a

⁴⁶ HICKS, J. *Theory of Wages*, 1932.

incumbência de levar a economia de uma situação de desequilíbrio temporário (provocado pela alteração dos preços) a uma nova posição de equilíbrio.

Por seu turno, a abordagem evolucionista concebe o fenômeno da inovação tecnológica como o processo dinamizador do sistema econômico, o elemento que lhe confere, a exemplo das formulações de Schumpeter (cujas idéias fundamentaram inicialmente a escola evolucionista), o caráter progressista do sistema capitalista.

A concepção em que se baseiam as proposições evolucionistas é a do mercado enquanto espaço de enfrentamento de capitais em busca de valorização. Ora, se a Escola Neoclássica apresenta a mudança tecnológica como fator de reequilíbrio, os evolucionistas a apresentam justamente como a mediadora da busca por desequilíbrios. Portanto, a principal distinção entre ambas as escolas reside, antes de mais nada, na própria concepção da natureza do sistema capitalista: uma a visualiza como tendente ao equilíbrio, a outra, como uma sucessão dinâmica de desequilíbrios.

A busca por desequilíbrios ou assimetrias, através das quais a firma pode melhorar sua posição no mercado, traduz-se no comportamento inovativo da mesma. As assimetrias criadas a partir das inovações resultam em lucros extraordinários, seja através da criação de novos mercados, de novos espaços concorrenciais, seja pela alteração de sua posição na estrutura de mercado. Outro ponto a ser destacado sobre as diferenças entre as duas abordagens diz respeito à disponibilidade da nova tecnologia. Enquanto para a abordagem neoclássica existe o prévio conhecimento desta tecnologia, a visão evolucionista considera que sua adoção depende do empenho anterior de esforços no sentido de sua criação. Tais esforços são expressos na inversão *ex-ante* de recursos na busca pela inovação (referentes, freqüentemente, a elevados investimentos em P&D).

Também a ortodoxia neoclássica assume que os resultados econômicos da utilização da nova tecnologia são conhecidos desde logo. Inversamente, sob a ótica evolucionista, existe incerteza radical associada ao processo inovativo. A inclusão desta incerteza no corpo teórico evolucionista pode ser entendida através das noções de busca e seleção, de NELSON &

WINTER (1982), num paralelismo com a teoria evolucionista biológica de Darwin e Lamarck. Vem daí, a propósito, o termo evolucionista.

O mecanismo de busca pode ser definido como o conjunto de comportamentos e ações das firmas que as leva, através de inovações, a procurar uma melhor inserção no mercado. Para a execução do processo de busca, a firma internaliza a procura não apenas por inovações, mas também pelas possibilidades econômicas/mercadológicas das mesmas, através da rotinização de tarefas “inventivas”. Desta maneira é que a tecnologia passa a ser “endogeneizada” pela Teoria Evolucionista, enquanto permanece exógena na Neoclássica. Por sua vez, o *locus* da seleção pode ser, *grosso modo*, identificado com o mercado: este pode ou não cancelar aqueles esforços de inovação da firma, validando-os ou não através de seus mecanismos de troca.

Tendo apresentado estes pontos do debate entre as correntes neoclássica e evolucionista, compreende-se que o esforço de inovação, fazendo parte das estratégias concorrenciais das empresas, não se reduz à lógica da reação a elevações de preços de fatores. A pergunta que se formula agora é: como pode ser entendida a relação entre as decisões pelas inovações tecnológicas e a problemática ambiental?

II.2.2. NOÇÕES EVOLUCIONISTAS EMPREGADAS NO TRATAMENTO DAS MUDANÇAS TECNOLÓGICAS RELACIONADAS À QUESTÃO AMBIENTAL

Uma tentativa de aplicação do arcabouço teórico evolucionista para o entendimento dos fatores que afetam o desenvolvimento e uso de tecnologias “ambientais” foi desenvolvida por KEMP & SOETE (1990). Os problemas ambientais, por se tratar de eventos aparentemente pequenos e se desenvolverem em uma direção durante um longo período de tempo, são considerados fenômenos exemplares de um processo evolucionário que leva a mudanças consideráveis.

De modo análogo à acepção neoclássica, os efeitos negativos da atividade produtiva (externalidades) sobre o meio ambiente e os custos que tais efeitos impõem à sociedade (custos sociais) são identificados como o problema econômico relacionado à questão ambiental. Contudo, o tratamento dado nesta análise às externalidades difere daquela desenvolvida pela corrente neoclássica pelo fato de demonstrar que os problemas ambientais ganham importância particular a partir da cumulatividade de seus efeitos. Também de maneira semelhante à neoclássica, o papel do governo é introduzido na análise como promotor da internalização destes custos por parte das firmas poluidoras. A diferença aqui reside na maneira pela qual esta internalização pode ser promovida. A partir deste ponto de vista, o papel do poder público seria o de estimular a mudança tecnológica no sentido do controle ambiental, seja pelo financiamento direto, seja por subsídios à pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de controle, ou ainda através de mecanismos indiretos como políticas ambientais e instrumentos econômicos (como fiscalização e informação tecnológica).

A distinção entre tecnologia “ambiental” e tecnologia “normal” a que procedem os autores tem como objetivo auxiliar a identificação de fatores que afetam o desenvolvimento e a utilização de técnicas de controle da qualidade ambiental.

Como foi observado no início deste trabalho, as tecnologias “ambientais” são classificadas conforme seus respectivos empregos, preventivo ou curativo, dos impactos das atividade produtiva.⁴⁷

KEMP & SOETE (1990) ressaltam que a tecnologia processo-integrada apresenta características setor-específicas, uma vez que tanto os processos produtivos quanto as questões ambientais diferem amplamente de setor para setor, sustentando com isso que as tecnologias limpadoras tendem a alcançar um maior grau de padronização, necessitando de

⁴⁷Observando esta proposição, é importante que seja lembrada a classificação das chamadas tecnologias “ambientais”, ou seja, as tecnologias empregadas para o controle, preventivo ou curativo, dos impactos das atividade produtiva. No caso em que a tecnologia é agregada ao final do circuito produtivo, com a finalidade de reduzir ou eliminar a carga poluidora dos resíduos industriais, diz-se que se trata de uma tecnologia *end-of-pipe*, ou *cleaning* ou ainda limpadora. Quando a tecnologia é introduzida dentro do próprio processo produtivo com a finalidade de prevenir a emissão poluente, ou reduzir o uso de energia, recursos minerais, água ou outros inputs, ela é chamada de tecnologia processo-integrada, ou *cleaner* ou ainda tecnologia limpa. ONUDI (1991).

poucas (às vezes nenhuma) adaptações. É o caso, por exemplo, de chaminés e de lagoas de tratamento de efluentes em geral.

Quando se referem à tecnologia “ambiental”, os autores fazem alusão especificamente àquelas de redução da poluição. Neste domínio, segundo eles, a grande diferença com relação à tecnologia “normal” é que tanto as tecnologias limpadoras quanto as processo-integradas dependem de regulamentações públicas, tanto para a geração quanto para a difusão.

A “necessidade” e a possibilidade de padronização, graças ao apelo que exerce junto aos mercados demandantes, constitui-se em um fator que influencia a oferta das tecnologias “ambientais”, favorecendo, portanto, o tipo *end-of-pipe*. Um outro fator que influencia a oferta de tais tecnologias são as condições de apropriabilidade. Os autores sustentam que, como no caso da tecnologia “normal”, as condições de apropriabilidade dependem dos seguintes fatores: o tempo e os custos necessários para imitação, proteção estatutária (patentes), a vantagem técnica sobre os competidores e a extensão na qual uma forte posição no mercado pode ser construída. Os autores acreditam na possibilidade de que os governos limitem a apropriação privada de tais tecnologias, dado o interesse público em sua ampla e rápida difusão. Finalmente, as oportunidades tecnológicas constituem um outro fator determinante da oferta de tecnologia “ambiental”. As oportunidades tecnológicas dizem respeito às possibilidades técnicas de inovação e, portanto, diferem entre e dentro dos setores. No caso da tecnologia “ambiental”, não apenas as potencialidades técnicas se apresentam de maneira diferente, mas também as questões ambientais pertinentes a este ou aquele setor, correspondentes a este ou aquele método produtivo específico, às condições ambientais locais particulares e à existência de um corpo de conhecimento suficiente para o desenvolvimento de soluções técnicas adequadas.

A distinção entre tecnologia “ambiental” e “normal” causa certa estranheza, principalmente quando se trata da tecnologia processo-integrada. Dado que os efeitos deste último tipo de tecnologia atende igualmente aos requisitos de eficiência econômica em relação à chamada tecnologia “normal”, a única diferença que a rigor parece existir entre esta

tecnologia e a processo-integrada é que a motivação para a adoção desta última é reforçada por determinantes relacionados à questão ambiental, como por exemplo uma exigência legal.

Nessa perspectiva, não parece fazer sentido a afirmação dos autores de que “a mudança tecnológica no controle da poluição, e especialmente sua difusão, difere do processo tradicional da mudança tecnológica ‘normal’ que consiste em uma sucessão de novas e mais eficientes técnicas produtivas”.⁴⁸

É possível afirmar, com base no estudo da ONUDI (1990), que existe evidência empírica dos fatores arrolados pelos autores a respeito dos condicionantes da demanda: deficiência de conhecimento e informação, insegurança e incerteza e o difícil estabelecimento de relações produtor-usuário.

De fato, o estudo em questão registra exemplos de obstáculos à difusão das tecnologias processo-integradas relacionados aos dois primeiros elementos citados por KEMP & SOETE (1990). Não obstante essa semelhança inicial na identificação dos condicionantes da demanda, dos outros três fatores identificados pelo estudo da ONUDI, dois podem ser considerados como obstáculos a inovações de maneira geral (tanto as “ambientais”, como as “normais”): o primeiro deles refere-se às características particulares da empresa e da indústria a que ela pertence, enquanto que o segundo é a possibilidade de financiamento do gastos com a nova tecnologia. No primeiro caso, a resistência às inovações tecnológicas foram encontradas pelo estudo em empresas solidamente estabelecidas no Reino Unido, nos Países Baixos e na França, pertencentes respectivamente aos setores de refinação do açúcar, de curtume e de papel e celulose. Este fenômeno recebeu a denominação, no âmbito do estudo, de “esclerose da estrutura industrial”.⁴⁹ O segundo fator é colocado em função do tamanho da empresa, ao qual é relacionada diretamente sua capacidade de alavancar fundos para a modernização tecnológica.

O terceiro obstáculo apontado pelo estudo é um paradoxo: o *timing* requerido pela legislação para a solução dos problemas de poluição pode ter efeitos adversos sobre a adoção

⁴⁸KEMP & SOETE (1990:251).

⁴⁹ONUDI (1990:169).

de tecnologias processo-integradas, ou seja, a premência pela solução do problema tende a favorecer o emprego de tecnologias de final de circuito.

A despeito das dificuldades analíticas comentadas acima, o trabalho de Kemp & Soete faz menção a três elementos correspondentes a um ponto crucial para a análise do comportamento inovativo das firmas: o primeiro é o surgimento de uma “indústria ambiental”, a seguir a noção de oportunidades tecnológicas com relação à questão ambiental e, finalmente, a adoção de tecnologias “ambientais” como uma característica competitiva de importância crescente. Embora tais elementos não apareçam articulados no texto,⁵⁰ sua simples menção deixa entrever um ponto de partida instigante para a compreensão dos elementos envolvidos na formação das estratégias inovativas e de capacitação das firmas pertencentes a setores de potencial impacto ambiental.

No próximo tópico, esses três elementos são retomados a partir das análises desenvolvidas por outros autores, em uma tentativa de compreender a relação entre a problemática ambiental, as estratégias industriais e o desenvolvimento tecnológico.

II.2.3. ESTRATÉGIAS INDUSTRIAIS E PROBLEMÁTICA AMBIENTAL: UMA ANÁLISE PRELIMINAR

A insuficiência da análise da economia neoclássica do meio ambiente se compara à do tratamento neoclássico da temática da inovação. Ambas as análises estão fundamentadas nas suposições de que: 1) o comportamento dos agentes econômicos é guiado por uma percepção perfeita dos efeitos externos de sua atividade; 2) somente os interesses (ou preferências) dos agentes presentes são diretamente pertinentes; 3) os agentes dispõem de instrumentos sociais adequados para exprimir suas preferências; 4) o conhecimento científico dos problemas em questão se encontra estabilizado; 5) os fenômenos em questão são reversíveis; 6) os conhecimentos científicos estabilizados constituem um mundo comum para todos os atores, e

⁵⁰KEMP & SOETE (1990:250-51).

sua disponibilidade precede a ação. O resultado destas seis suposições que caracterizariam o quadro de tomada de decisões dos agentes econômicos é a eficiência econômica e o bem-estar social.

Este quadro sintetiza a base sobre a qual a teoria neoclássica do meio ambiente constrói uma representação coerente dos problemas do meio ambiente e de suas soluções possíveis, atribuindo características estáveis ao quadro de tomada de decisões pelos agentes econômicos, razão pela qual GODARD (1993) denominou tal quadro de “universo estabilizado”.

O autor afirma que a interpretação neoclássica é fruto de um desenvolvimento histórico da teoria que, tomando por base os modelos de equilíbrio e de eficiência de Pareto, abstrai um conjunto de fatores considerados externos, como o meio ambiente, a ciência e as instituições. Em oposição à estabilidade que a abordagem neoclássica atribui ao quadro de tomada de decisões, GODARD (1993) sugere uma configuração alternativa para a interpretação das ações dos agentes econômicos, por ele chamada “universo controvertido”. Os traços que o autor utiliza para caracterizar esta configuração podem ser compreendidos a partir dos seguintes elementos.

Em primeiro lugar, os problemas ambientais são considerados objeto de *construção científica e social*, o que significa dizer que a percepção desses problemas não se faz diretamente, mas através de um processo onde eles são interpretados a partir de um conjunto de conhecimentos acumulados anteriormente, passando ainda por uma série de mediações e re-elaborações por especialistas, administradores e mesmo pela mídia.

Em segundo lugar, os interesses de terceiros ausentes (gerações futuras, espécies biológicas, ecossistemas) fazem parte do quadro de tomadas de decisão em “universo controvertido” devido à existência de formas de representação de seus interesses que não são redutíveis às preferências individuais dos agentes atuais.

Em terceiro lugar, existe contradição entre as preferências dos agentes presentes e ausentes e tal contradição se deve ao fato de que os instrumentos de manifestação das preferências dos presentes são legitimados diretamente, enquanto que os ausentes não podem

lutar para fazer valer seus direitos, senão através de representantes que também possuem interesses presentes.

Em quarto lugar, é assumido o estado permanente de *controvérsia científica*, cuja dinâmica provoca a formulação contínua de novas hipóteses, o estabelecimento de novos laços de causalidade e a invalidação de laços previamente estabelecidos ou de enunciados previamente formulados. Este estado impede que a tomada de decisões em “universo controvertido” possa se apoiar em evidências científicas definitivamente estabelecidas.

Em quinto lugar, a existência de irreversibilidade potencial dos danos causados ao meio ambiente e a importância de suas implicações leva certos atores a acreditar que é necessária a tomada de decisões imediatamente, sem esperar a estabilização do conhecimento.

Em sexto lugar, as estratégias empresariais que levam em conta as teorias científicas e as *visões de mundo e do futuro* dão lugar ao surgimento de novas formas de concorrência. Isso se deve ao fato de que as conclusões científicas e as opiniões de especialistas passam a instrumentalizar as estratégias dos agentes econômicos. Assim, a concorrência entre produtos ou tecnologias depende de uma *competição sobre as visões do mundo e sobre as visões do futuro*.

Em sétimo lugar, finalmente, as novas formas de concorrência contribuem para a formação de redes de cientistas e de especialistas que exercem uma influência convergente sobre autoridades públicas e dirigentes de empresas, de modo a fazê-los compartilhar um mesmo conjunto de idéias sobre a natureza dos problemas, as relações de causalidade em jogo, os esquemas de ação a promover e os valores a privilegiar para determinar a ação coletiva. Essas idéias compartilhadas configurariam um consenso entre os atores que levaria, enfim, à fixação de convenções ambientais (que podem tomar a forma de tratados internacionais, contratos diplomáticos multilaterais, acordos em diversos níveis administrativos - global, regional e nacional - para o estabelecimento de planos de ação com o objetivo de nortear a institucionalização do controle ambiental).

Tendo como ponto de partida a existência de um “universo controvertido”, caracterizado pelos elementos expostos acima, GODARD (1993) analisa as possibilidades de

internalização espontânea e institucionalizada dos custos relacionados aos problemas ambientais, alertando para o fato de que não é conveniente dar um sentido extremo a esta oposição, uma vez que pelo menos uma parte das internalizações espontâneas são realizadas tendo como horizonte a ameaça de uma intervenção pública.

O cruzamento das tipologias dos quadros de decisão (universos estabilizado e controvertido) com as modalidades de internalização permite ao autor a organização das possibilidades de internalização em quatro tipos:

- I. internalização espontânea (voluntária) em universo estabilizado;
- II. internalização espontânea em universo controvertido;
- III. internalização institucionalizada (coercitiva) em universo estabilizado;
- IV. internalização institucionalizada em universo controvertido;

O tipo I, onde a internalização é espontânea ou voluntária e o quadro de tomada de decisões é estabilizado, corresponde ao modelo neoclássico (Coaseano) de negociação espontânea, tendo como certo que os direitos e responsabilidades estejam bem estabelecidos e que os custos de negociação sejam negligenciáveis. Por seu turno, a internalização institucionalizada ou coercitiva em universo estabilizado, representada pela configuração III, corresponde ao modelo neoclássico (Pigouviano), onde compete à autoridade pública a constatação da presença dos efeitos externos e a condução de sua internalização através do uso de instrumentos adequados capazes de garantir a igualação dos custos privados aos sociais (como taxas, regulamentações e certificados).

Nos casos II e IV, o autor argumenta de que existe uma maior afinidade do universo controvertido com a internalização coercitiva. Contudo, para a explicação da internalização espontânea ou voluntária, GODARD (1993) lança mão do conceito de “legitimidade contestável”. Este conceito estabelece que os produtos, atividades e empresas devem passar pelo crivo da aceitação social, e que essa aceitação é normalmente testada no terreno da conformidade com as disposições em vigor, ou ao estado de direito já estabelecido. Contudo, o autor argumenta que o dinamismo e a complexidade atuais da sociedade ensejam a

combinação de uma pluralidade de sistemas de legitimidade, de tal forma que a simples conformidade com o direito em vigor não é mais suficiente para garantir a segurança de uma empresa contra as mudanças futuras. Tanto as regras de direito podem ser modificadas, quanto outras formas de cancelamento social da legitimidade tendem a ser desenvolvidos através do tempo, sob o efeito ação da opinião pública, das autoridades públicas, da comunidade científica, de sindicatos e outros atores sociais, dentre os quais até mesmo os representantes do próprio setor produtivo.

Enfim, para que se compreenda o processo de internalização espontânea, GODARD propõe que se retenha a idéia da eficácia regulatória de uma ameaça de contestação de uma posição econômica estabelecida.

Desta maneira, o direito das empresas a exercer certas atividades ou a lançar seus produtos no mercado deve ser considerado como um direito contestável por procedimentos políticos (proibição) ou econômicos (rejeição pelos consumidores). Levando em conta o fator de legitimidade, torna-se necessária a gestão antecipativa de possíveis contestações futuras da legitimidade.

Esta preocupação com a legitimidade pode ser interpretada pelos agentes econômicos de duas maneiras: como restrição e como oportunidade. Em qualquer um dos casos, a antecipação da contestação e o empenho da empresa em evitá-la conduzem à prevenção de um problema que lhe pode ser imputado - com ou sem fundamento -, e isto mesmo na ausência de qualquer coerção direta, institucionalizada.

Assim, de acordo com a visão de GODARD (1993), o modelo da legitimidade contestável pode dar origem a uma exploração de oportunidades de mercado pelos concorrentes que fazem da internalização uma arma para segmentar e desenvolver o mercado.⁵¹

Levando em conta as proposições de GODARD (1993) com respeito à possibilidade do uso da gestão antecipativa da contestação das atividades empresariais, ROMEIRO &

⁵¹GODARD, 1993:155.

SALLES-FILHO (1995) propõem uma interpretação das relações entre meio ambiente e inovação tecnológica onde as “considerações de ordem ambiental por parte dos agentes econômicos tendem a fazer parte de suas estratégias inovativas na exata medida em que signifiquem oportunidades de criação de competências para a busca de vantagens competitivas.”⁵²

Os autores desenvolvem, a partir do conceito Schumpeteriano de concorrência e das noções evolucionistas de oportunidade tecnológica, busca e seleção, trajetória tecnológica e heterogeneidades inter e intra-industrial, o argumento de que o desenvolvimento e a adoção de tecnologias amigáveis do ponto de vista ambiental não podem ser explicados somente pelo efeito da aplicação de medidas coercitivas, mas também como o aproveitamento de oportunidades tecnológicas.

O desenvolvimento ou adoção de inovações tecnológicas ambientalmente amigáveis como a exploração de uma oportunidade tecnológica têm lugar quando o ambiente seletivo ou concorrencial no qual atua a empresa passa a incorporar a problemática ambiental como questão relevante. O resultado lógico desta incorporação pelo ambiente seletivo é o fato de que as rotinas de busca passam a considerar objetivamente as pressões seletivas de ordem ambiental.

Uma qualificação importante feita pelos autores com respeito às pressões seletivas de ordem ambiental está contida na afirmação de que os agentes econômicos não estão uniformemente sujeitos às mesmas pressões de seleção. Neste sentido, dois desdobramentos são assumidos: o primeiro refere-se às particularidades dos ambientes seletivos, segundo quatro níveis de especificidade: dos países (*country specific*), dos setores (*sectoral specific*), das tecnologias (*technology specific*) e dos ativos (*asset specific*); o segundo diz respeito ao *timing* de incorporação da problemática ambiental pelas estratégias de busca.⁵³

A importância dessas qualificações decorre do fato de que os agentes econômicos estão submetidos a pressões distintas: o conteúdo e a intensidade das pressões ambientais

⁵²ROMEIRO & SALLES-FILHO (1995:10).

⁵³ROMEIRO & SALLES-FILHO (1995:18).

dependem do país, assumem aspectos distintos de acordo com o setor de atuação dos agentes, diferem quanto ao tipo de tecnologia em questão e ainda variam segundo o tipo de produto ou processo que se colocam como alvo destas pressões.

O *timing* de incorporação é outro determinante das diferenças que influenciam a incorporação da questão ambiental pelos ambientes seletivos. Em primeiro lugar, devido às próprias especificidades acima referidas; a seguir, de acordo com o tipo de problema ambiental em questão (que pode impor uma maior urgência para sua solução) e, finalmente, segundo os avanços alcançados na própria construção social do problema ambiental e na indicação de possíveis soluções.

Uma ressalva importante que deve ser considerada quando se trata da incorporação dos problemas ambientais pelos ambientes seletivos é que essa incorporação tem um caráter essencialmente tendencial, o que significa dizer que a solução dos problemas ambientais não é decorrência direta de sua incorporação nos ambientes seletivos, que eventualmente gerariam um círculo virtuoso de inovações amigáveis sob o ponto de vista da proteção ambiental. Há duas razões para isso. A primeira delas reside na própria lógica de construção dos ambientes concorrenciais, os quais “por mais permeáveis que sejam às pressões de cunho ambiental, têm preceitos (de ordem econômica) que estabelecem uma hierarquia nas diversas pressões que neles atuam (que como se sabe não são somente, nem prioritariamente, de ordem ecológica).”⁵⁴ Assim, pode-se dizer que, à medida em que o dispêndio ocasionado por maiores investimentos (e de mais difícil retorno) impostos pela solução de problemas ambientais entre em conflito com o objetivo da valorização do capital, os objetivos ambientais serão atendidos apenas em parte.

Uma outra razão que pode ser acrescentada a esta é o fato de que os problemas ambientais são antes de mais nada construções científicas e sociais, institucionalizadas a partir da complexa dinâmica entre os mais diferentes atores sociais e econômicos. Isso significa que, como já foi mencionado anteriormente, além do fato das formulações científicas dos problemas se darem em um estado permanente de controvérsia científica (provocando a

⁵⁴ROMEIRO & SALLES-FILHO (1995:18).

reformulação contínua das hipóteses, o estabelecimento de novos laços de causalidade e a invalidação de laços previamente estabelecidos ou de enunciados previamente formulados), as formulações destes problemas passam ainda por uma série de mediações e re-elaborações por especialistas, pela mídia e até mesmo pelos próprios agentes econômicos.⁵⁵

Estas considerações são relevantes para evitar que se depreenda daqui a idéia de que existe uma “solução de mercado” para os problemas ambientais. Como foi visto, o fato de que eles passam a ser levados em conta pelas estratégias privadas, e mesmo de que passam a ser incorporados nos ambientes concorrenciais onde atuam os agentes econômicos, não é garantia para sua solução. Tanto a definição dos problemas ambientais, quanto a formulação institucional de mecanismos de controle ambiental colocam, pois a necessidade da política pública. A construção e gestão de instrumentos que estimulem o desenvolvimento e a adoção de tecnologias ambientalmente amigáveis é um outro campo de atuação onde o papel das políticas públicas é indispensável.

Resumindo, este capítulo demonstrou que a corrente neoclássica de pensamento econômico aborda as questões relativas ao meio ambiente como problemas de “falha de mercado” e como a adoção de novas tecnologias surgem como resultado desejável da aplicação de instrumentos formulados com o objetivo de corrigir tais “falhas”. As insuficiências desta abordagem foram vistas a partir de uma análise que incorpora elementos Schumpeterianos e evolucionistas, desenvolvendo alguns elos entre as decisões estratégicas de inovação e de capacitação tecnológica dentro de um “universo controvertido”, em que as

⁵⁵Os grupos afetados pelos problemas ambientais em questão, e em primeiro lugar as grandes empresas que têm uma atividade de P&D, estendem seu campo de ação estratégica e seu espaço de confrontação mútua às representações científicas do mundo. Em outros termos eles procuram intervir, de maneira mais ou menos visível, no campo da controvérsia normalmente reservada aos cientistas. Essa intervenção tanto pode visar ao encerramento prematuro da controvérsia, impondo uma determinada “verdade”, quanto a fazê-la durar artificialmente. A intervenção pode tomar diversas formas: o financiamento de estudos e pesquisas destinados a lançar o problema, por um algum tempo, sobre um ponto que pareça vantajoso; a denúncia da falta de fundamento desta ou daquela conclusão científica; a ação publicitária e de relações públicas que visam a dar a força de mediação a uma das teses apresentadas a fim de sedimentar a autoridade desta tese na opinião dos agentes decisórios e da opinião pública, autoridade que ela não pode conquistar da parte dos cientistas; a utilização da incerteza científica para fazer retardar ações e decisões, etc. (GODARD, 1993:160-61).

pressões ambientais passam a fazer parte dos ambientes concorrenciais onde atuam os agentes econômicos.

O capítulo final desta dissertação é dedicado ao exame de um caso empírico, ou seja, o setor de papel e celulose, em que são desenvolvidas algumas categorias de análise, analisadas as principais pressões ambientais efetivas e potenciais do setor e identificadas uma série de estratégias de inovação e capacitação tecnológicas com respeito às pressões ambientais.

CAPÍTULO III - DEMANDAS AMBIENTAIS E ESTRATÉGIAS DE INOVAÇÃO E CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE PAPEL E CELULOSE

O primeiro capítulo desta dissertação apresenta em grandes linhas o desenvolvimento do debate ambientalista, partindo do tratamento das questões ligadas ao tema da escassez pelos economistas clássicos, passando pelas visões apocalípticas que dominaram as discussões dos anos 70 e chegando, finalmente, ao delineamento da questão ambiental na atualidade, ressaltando o caráter “trans-fronteira” dos temas atuais e a multiplicidade dos *loci* envolvidos no debate.

Dedicado ao esboço do tratamento econômico dos problemas ambientais, o segundo capítulo contrapõe a corrente neoclássica à sua crítica pela vertente neoschumpeteriana, a qual traz a temática da mudança tecnológica como novo elemento para a análise. O objetivo deste segundo capítulo é fornecer uma visão de algumas das principais questões teóricas envolvidas nas discussões atuais sobre economia do meio ambiente, de modo a compor um arcabouço necessário à reflexão sobre as demandas ambientais que se colocam atualmente à atuação dos agentes econômicos.

De caráter empírico, o presente capítulo coloca questões para a compreensão das atuais demandas ambientais dentro do setor de papel e celulose. São identificadas algumas das principais fontes de impacto ambiental do setor e analisadas as demandas ambientais que a ele se colocam atualmente. Assim, este capítulo discute a questão da incorporação das demandas ambientais pelas estratégias de inovação e de capacitação tecnológica das firmas na forma de um caso concreto e particular, ou seja, o caso do setor de papel e celulose.

A opção pelo setor de papel e celulose é justificada pelo fato de ser este um setor de grande impacto ambiental potencial¹ e ainda por ser alvo das mais variadas iniciativas de escrutínio ambientalista, como veremos ao longo deste capítulo.

No transcorrer do capítulo, o caso brasileiro de inovações e de capacitação tecnológica relacionadas às demandas ambientais é ilustrado pelo exemplo da Aracruz Celulose,

¹ONUDI (1990), JORGE (1993), VEIGA (1994), CASTILHO (1994).

representante escolhida dentro do setor de papel e celulose devido à sua importância no *market-share* (tanto nacional quanto internacional) e à sua condição de grande exportadora, o que a torna alvo das atuais demandas ambientais.

O capítulo está organizado em três itens. O primeiro apresenta alguns conceitos que são elaborados para fins de análise da relação entre os problemas ambientais e as respostas dadas pelos agentes econômicos. O segundo item aborda os problemas ambientais que se colocam atualmente ao setor de papel e celulose, bem como os instrumentos que levam tais problemas ambientais até a percepção dos agentes econômicos atuantes neste setor (os vetores de demandas ambientais). O último item, por sua vez, coloca alguns elementos indispensáveis para a compreensão da formação de futuras demandas ambientais para o setor de papel e celulose.

III.1. DEMANDAS AMBIENTAIS: ASPECTOS CONCEITUAIS

Este item tem por objetivo estabelecer algumas definições, as quais serão úteis para a análise desenvolvida neste capítulo. Por demandas ambientais entende-se, no contexto deste trabalho, o conjunto de fatores relacionados aos impactos ambientais das atividades de um determinado setor industrial, que passam a tomar parte no processo decisório dos agentes econômicos atuantes naquele setor, influenciando seu comportamento estratégico quanto à escolha e/ou ao desenvolvimento de produtos, processos e novas formas organizacionais.

Os veículos pelos quais as demandas ambientais são trazidas à esfera de percepção empresarial são os vetores de demandas ambientais.² A importância dos vetores de demandas ambientais para a indústria em geral, e para os setores exportadores de elevado potencial de impacto ambiental em particular, como é o caso do setor de papel e celulose, reside no fato de que eles têm se tornado, como será visto neste capítulo, importantes elementos de construção

²JORGE (1993:32) também utiliza a idéia de vetor, porém com uma definição diferente daquela aqui introduzida. Definidos pelo autor como vetores de pressão ambientalista, o mercado, o processo de produção e o suprimento de matérias-primas são considerados como importantes condicionantes para as decisões futuras, embora tendam a ter pesos diferentes para cada região ou empresa específica. Neste sentido, tais vetores são identificados pelo autor como importantes “tendências internacionais de competitividade.”

de vantagens competitivas e, por vezes, condição *sine qua non* para a permanência em determinados mercados.

Os vetores de demandas ambientais são definidos como meios voluntários ou coercitivos. Os meios voluntários abrangem o conjunto de decisões de agentes econômicos pertencentes a um determinado setor produtivo, relacionadas à redução dos impactos ambientais de suas atividades e que influenciam as decisões de outros agentes pertencentes a este mesmo setor em seu comportamento estratégico sobre as escolhas de produtos, processos e formas organizacionais. A idéia dos meios voluntários coaduna-se, por um lado, com a noção de busca de NELSON & WINTER (1982), na medida em que fazem parte das estratégias empreendidas pelas firmas no sentido da procura de uma melhor posição no mercado, ou seja, da criação de assimetrias. Por outro lado, a noção de meios voluntários se relaciona também com o que GODARD (1993) chamou de “gestão antecipativa de uma legitimidade contestável”. Por estas razões, os meios voluntários podem ser vistos como estímulos internos à própria indústria, que se inserem nas estratégias de inovação e capacitação tecnológica.

Entende-se por meios coercitivos medidas de caráter legal, processos de certificação de qualidade de produtos e/ou processos, programas de rotulagem ambiental, manifestações públicas da comunidade local ou dos sindicatos, campanhas promovidas por organizações ambientalistas, as quais influenciam o processo decisório relativo à escolha e/ou ao desenvolvimento de produtos, processos e novas formas organizacionais dos agentes econômicos atuantes em determinado setor produtivo. A idéia de meios coercitivos relaciona-se com a noção de seleção de NELSON & WINTER (1982), no sentido de que essas medidas tornam-se parte do ambiente seletivo no qual atuam os agentes.

A definição de vetores de demandas ambientais é importante para a distinção entre os dois tipos de demandas ambientais assumidas para a análise proposta por este trabalho: efetivas e potenciais.

Fala-se em demandas ambientais efetivas quando os desejos ou exigências dos diversos atores pertencentes a diferentes segmentos da sociedade quanto aos impactos ambientais das

atividades de um determinado setor produtivo se manifestam por algum vetor de demandas ambientais, seja ele um meio coercitivo, seja ele um meio voluntário.

As demandas ambientais potenciais são definidas a partir da expectativa do advento de novas pressões relativas aos impactos ambientais das atividades de um determinado setor produtivo, possibilidade ainda não traduzida na forma de meios coercitivos ou voluntários, embora possa se encontrar em vias de formulação.

O conhecimento das fontes de impacto ambiental de um determinado setor e/ou atividade produtiva é o requisito fundamental cuja apropriação dá aos agentes a possibilidade de antecipação de medidas, antes do advento dos meios coercitivos correspondentes.

A resposta rápida aos mecanismos coercitivos, ou a utilização de meios voluntários, pode criar novas oportunidades de negócios, seja pelo crescimento da participação da produção da firma em questão no *market-share* de seu setor, seja pela criação de um novo mercado. Ou seja, deve-se ter em conta que a própria ação dos agentes econômicos constitui-se em fator gerador ou catalisador da formulação de novas demandas ambientais.

O reconhecimento das demandas ambientais que ora se colocam ao setor de papel e celulose é o objeto de estudo do próximo item. O mapeamento das demandas efetivas é significativamente menos complicado do que o das demandas potenciais. Contudo, algumas consultoras contratadas pelo setor têm desenvolvido exercícios neste sentido, como veremos a seguir.

III.2. VETORES DE DEMANDAS AMBIENTAIS NO SETOR DE PAPEL E CELULOSE

As questões ambientais que afetavam a indústria de papel e celulose até meados da década de oitenta estavam resumidas ao tratamento dos efluentes líquidos e dos odores provenientes do processo. O controle de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos) é feito predominantemente através do uso de tecnologias de final de circuito. A partir de então, contudo, as demandas ambientais começam a se ampliar para além da imposição de

tratamentos de final de circuito, estendendo-se por todas as etapas da produção de papel e celulose.

QUADRO 3.1 - PRESSÕES AMBIENTAIS SOBRE O SETOR DE PAPEL E CELULOSE CLASSIFICADAS DE ACORDO COM OS TEMAS DO DEBATE SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

TEMAS DO DEBATE	FLORESTAL	INDUSTRIAL
POLUIÇÃO DE RECURSOS		
AQUECIMENTO GLOBAL	desmatamento	consumo de energia (particularmente nos processos mecânicos)
ACIDIFICAÇÃO		gases de enxofre dos processos <i>kraft</i>
DISPERSÃO DE SUBSTÂNCIAS TÓXICAS		carga de DBO ⁽¹⁾ , HS ₂ ; AOX ⁽²⁾ e dioxinas
DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS		resíduos do processo de destintamento e outros resíduos
OUTROS POLUENTES		odor derivado do processo <i>kraft</i> (H ₂ S e compostos reduzidos de enxofre); cor excessiva nos efluentes (licor negro cáustico de extração do processo <i>kraft</i>)
CONSERVAÇÃO DE RECURSOS		
DEPLEÇÃO DE RECURSOS MINERAIS E ENERGIA		consumo de energia (principalmente para a polpação mecânica)
DEPLEÇÃO DE RECURSOS BIOLÓGICOS	manejo de ecossistemas (florestas tropicais, florestas do velho mundo, espécies ameaçadas)	

Fonte: Modificado de *Pulp and Paper International*, May 1995.

⁽¹⁾ DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio: um dos principais parâmetros utilizados para a determinação da carga poluente de um efluente, e que corresponde à quantidade de oxigênio necessária para a biodecomposição da matéria orgânica presente nas águas.

⁽²⁾ AOX - Adsorbable Organic Halides: designa o conjunto de substâncias que envolvem os compostos organoclorados.

As principais questões ambientais que ganham destaque no final dos anos oitenta, as quais foram arroladas no primeiro capítulo desta dissertação, repercutem de uma maneira ou de outra como demandas ambientais sobre o setor de papel e celulose. Analistas da *McKinsey Consulting* classificaram as pressões ambientais sobre o setor a partir dos temas do debate sobre desenvolvimento sustentável (v. Quadro 3.1).

Como já foi dito anteriormente, os veículos pelos quais as demandas ambientais (efetivas) atingem os agentes econômicos atuantes em determinado setor são os vetores de

demandas ambientais (meios coercitivos ou voluntários). Neste item são abordados os principais vetores de demandas ambientais identificados para o setor de papel e celulose.

Para que se entenda a conformação dos vetores de demandas ambientais no setor de papel e celulose, é necessário que se reconheça as principais fontes de impacto ambiental da produção de papel e celulose. Este esforço por sua vez coloca o imperativo de que se compreenda o processo produtivo.³

As demandas ambientais relacionadas à fabricação do papel a partir da obtenção da celulose pode ser entendida através do detalhamento das seguintes etapas: o cultivo florestal, a preparação da madeira, polpação, lavagem da pasta celulósica, recuperação dos reagentes, branqueamento da celulose e a destinação dos resíduos.

Um primeiro vetor de demanda ambiental está associado à própria instalação da atividade produtiva: o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), que passou a fazer parte das exigências legais para licenciamento de instalação e operação das unidades produtivas no Brasil por decisão do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) em 1986.

A conformação dos vetores de demandas ambientais aparece associada às especificações das principais etapas do processo produtivo, de maneira que a apresentação dos vetores identificados para o setor obedece ao critério da associação à própria sequência do processo produtivo, descrita acima. Para cada caso, é enfatizada a situação da indústria brasileira.

III.2.1. VETORES DE DEMANDAS AMBIENTAIS RELACIONADOS À QUESTÃO FLORESTAL

A dimensão florestal é sem dúvida uma das mais polêmicas ligadas à indústria de papel e celulose. A atenção mundial é atraída para o Brasil devido à presença de uma das maiores áreas de florestas tropicais e também por apresentar uma elevada taxa de desflorestamento,

³Não é objetivo deste trabalho, porém, a descrição das etapas da produção de papel e celulose, de maneira que os detalhes técnicos necessários à compreensão dos impactos ambientais do setor serão apenas brevemente introduzidos à medida que tais informações se façam indispensáveis.

colocando o país como um vilão ambiental.⁴ A crença amplamente difundida de que a matéria-prima para seu produto provém da floresta amazônica é um mal entendido que os fabricantes de papel e celulose no Brasil têm de enfrentar. Pesquisas realizadas no Reino Unido mostraram uma crença popular (50% dos entrevistados) de que o papel é feito a partir de árvores desta região. Contudo, a necessidade de matéria-prima da indústria nacional de papel e celulose é suprida por meio de florestas cultivadas, principalmente com espécies de eucalipto.

No caso das florestas plantadas, os problemas ambientais passam a ser de outra natureza: as monoculturas têm pequena biodiversidade e sua exploração intensiva tem impactos negativos sobre o solo, como adverte CASTILHO (1994). Diferentemente, na Europa (principalmente nos países escandinavos) e no Canadá, o intenso escrutínio ambientalista na área florestal se deve ao fato de que a madeira para a fabricação de papel e celulose nestes países provém de florestas nativas de árvores de crescimento muito lento, em sua grande maioria de propriedade estatal.⁵

Não é surpreendente que as demandas ambientais relacionadas à fonte de matéria-prima (e que têm impacto sobre o segmento florestal) se alinhem atualmente em duas tendências complementares: a) o estabelecimento de critérios relacionados ao conteúdo de fibra reciclada;⁶ e b) a utilização de métodos sustentáveis de manejo florestal. Tanto uma como outra tendência podem ser observadas nos quesitos para obtenção de “selos-verdes”.

⁴SERÔA DA MOTTA (1993:67).

⁵Os impactos ambientais de cultivos homogêneos, como é o caso das florestas plantadas, abrangem uma série de problemas, como a perda da diversidade florística e faunística; a invasão de pragas, como formigas; a exaustão dos solos; a contaminação dos recursos hídricos pelo uso de pesticidas, entre outros. Além disso, os impactos de natureza social, como o deslocamento de populações rurais, também podem ser associados à *plantation*. Dessa maneira, é necessário não perder de vista que os impactos ambientais derivados das florestas plantadas são bem mais amplos, mas que não serão discutidos para efeito dos objetivos deste trabalho.

⁶Cabe dizer que maiores conteúdos de fibra reciclada são desejáveis não apenas do ponto de vista de minorar as pressões sobre os recursos florestais, mas também sob o aspecto da disposição dos resíduos, ou seja, a destinação final do produto. Contudo, não é ocioso lembrar que a solução de um problema envolve muito freqüentemente mudanças em outros parâmetros que também têm impacto ambiental. Assim é que, no caso da reciclagem, existe a necessidade da implantação de usinas para a “destintagem” do papel a ser reciclado. Este processo é, por sua vez, responsável pela descarga de efluentes tóxicos com elevado conteúdo de metais pesados e de custoso tratamento de final de circuito.

Os vetores de demandas ambientais são, neste caso, os mais diversos. Em se tratando da coerção à adoção de papel com conteúdo mais elevado de fibra reciclada e de práticas de manejo florestal ambientalmente sustentáveis, a rotulagem ambiental é apenas um dos meios coercitivos empregados atualmente. Duas outras possibilidades, o uso de medidas legais e a pressão exercida por organizações ambientalistas, são ilustradas pelos dois exemplos a seguir. O primeiro exemplo consiste na publicação, a partir de 1988, de uma série de leis estaduais, nos EUA, determinando a obrigatoriedade do uso de fibras recicladas na fabricação de papel imprensa.⁷ A segunda possibilidade pode ser exemplificada pelo caso ocorrido no Canadá, onde uma ampla campanha empreendida pelo *Greenpeace* no início de 1994 denunciou a prática de um determinado tipo de corte das árvores que acabou por criar o acrônimo CCF (*clearcut-free*, ou corte livre de clareira), que se transformou, finalmente, numa tendência de consumo e uma nova demanda ambiental para o setor.⁸ Nos EUA, a mesma tendência pode ser exemplificada pela atuação do *Sierra Club*, na Califórnia, cuja proposta de manejo inclui a limitação das áreas de prática do *clearcut* de 50 hectares para 10 hectares.⁹

Concomitantemente ao estabelecimento de instrumentos legais e ao surgimento de campanhas ambientalistas, a prática da rotulagem ambiental tem se desenvolvido sistematicamente e com mais vigor nos países da Europa Ocidental, nos Estados Unidos e Japão (justamente os principais importadores da celulose brasileira), onde vem sendo implementada ao longo da primeira metade da década de 90.¹⁰ Instrumentos de controle ambiental de adesão “voluntária”, como é o caso dos “selos verdes”, compõem uma institucionalidade que se torna obrigatória a partir do instante em que o próprio mercado demandante passa a considerá-la como um requisito especialmente desejável. Ou seja, a importância da rotulagem ambiental está vinculada à legitimação dos critérios nela expressos através da transformação de hábitos de consumo nos países que a implementam.

⁷ *Diário do Comércio e Indústria*, 2-3 de novembro de 1989.

⁸ *Pulp and Paper International*, June 1994 e May 1995.

⁹ CAPPS & COCKRAM (1991).

¹⁰ OTA (1992).

QUADRO 3.2 - CONTEÚDO DE FIBRA RECICLADA EXIGIDO PELOS PRINCIPAIS PROGRAMAS DE ROTULAGEM AMBIENTAL POR TIPO DE PAPEL

PAÍS	SELO	% FIBRA RECICLADA	
		imprensa	toilete
Alemanha	Anjo Azul	pelo menos 75%	nd
Países Escandinavos	Nordic Swan	nd	90%
Áustria	Austrian Eco-Label	100%	100%
Holanda	Dutch Eco-Label	pelo menos 50%	pelo menos 50%
EUA	US Green Seal	40%	100%

Fonte: *Pulp and Paper International*, May 1993, November 1994.

nd: não disponível.

Embora os critérios variem muito de acordo com o país em questão e com o tipo de papel considerado, a preferência por papéis de um maior conteúdo de fibra reciclada é clara (v. Quadro 3.2).

Quanto ao manejo florestal, o *Eco-Label* da União Européia é, por enquanto, o único a explicitar o requisito relacionado às práticas tanto para as florestas tropicais quanto para as européias.¹¹

Além da iniciativa européia, o início de um projeto de certificação e rotulagem específico para produtos de madeira foi marcado pelo estabelecimento em 1994 de um conjunto de princípios genéricos para o manejo de florestas naturais, por uma organização formada por ambientalistas e por representantes da indústria, com sede no México, o FSC

¹¹No primeiro caso, a madeira para a produção de celulose precisa vir de florestas manejadas de acordo com as definições da International Tropical Timber Council (*Pulp and Paper International*, May 1993). No segundo, o critério estabelece que deve ser originada de florestas manejadas segundo as determinações propostas pela Conferência Ministerial sobre Proteção das Florestas Européias, ocorrida em Helsinki, Finlândia, em Junho de 1993 (conhecidos como Helsinki Guidelines). O *Eco-Label* da União Européia estabelece muito genericamente que o manejo florestal sustentável "é a administração e o uso de floresta e das terras das florestas de maneira a manter sua biodiversidade, produtividade, capacidade de regeneração, vitalidade e potencial para preencher, agora e no futuro, funções ecológicas, econômicas e sociais relevantes nos níveis local, nacional e global e que não cause danos a outros ecossistemas" (*Pulp and Paper International*, November 1994).

(*Forestry Stewardship Council*). A obediência aos princípios do FSC mais aos padrões legais locais de operação são os requisitos para a aprovação do FSC.¹²

Como a implementação das normas e padrões contemplados pelos “selos-verdes” suscita a possibilidade de discriminação de produtos no comércio internacional, as exigências da utilização de maiores conteúdos de fibra reciclada em diversos tipos de papel, nos mercados europeu e americano principalmente, levam inexoravelmente ao debate sobre a utilização de esquemas de rotulagem ambiental como barreiras não tarifárias à importação da fibra virgem de celulose.¹³

As demandas ambientais manifestadas através da rotulagem ganham importância quando se considera as especificidades da produção brasileira de celulose. São muito ilustrativos os dados comparativos entre o setor florestal brasileiro e o de outros países produtores de celulose. Com relação à produtividade das espécies utilizadas, o eucalipto proporciona 45m³/ha/ano (metros cúbicos de madeira por hectare por ano), enquanto que as espécies de pinheiro extraídas das florestas nativas dos países escandinavos rendem, no máximo, 15m³/ha/ano. O ciclo de rotação, ou seja, o tempo que a madeira leva desde o plantio até a colheita também difere muito: 7 anos em média para o eucalipto e cerca de 30 anos, embora possa chegar a até 60 ou 70, para os pinheiros das florestas escandinavas. Da mesma forma, a comparação entre os custos da produção de madeira entre os principais países ou regiões produtores de celulose demonstra a clara vantagem do Brasil no setor (v. Quadro 3.3).

14

¹²Organizações ambientalistas como o *Greenpeace* e o *Friends of the Earth* discordam da FSC, pelo fato de a organização aceitar em seu quadro representantes com interesses na indústria (*Pulp and Paper International*, June 1994).

¹³Sobre esta temática, consultar AMARAL (1994), CASTILHO (1994) e VEIGA (1994).

¹⁴É bem conhecido o fato de que o principal condicionante da boa aceitação da celulose brasileira no mercado internacional é justamente o preço extremamente competitivo de sua madeira. O relatório do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) para a Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, dentro do Programa de Atualização Tecnológica Industrial, apontou o setor como bem sucedido no domínio de tecnologias avançadas para a obtenção de matéria-prima de alta qualidade e baixo custo, além da capacidade de adequação das espécies às diferentes condições ambientais das áreas de plantio (*Diário do Comércio e Indústria*, 2/3 de novembro de 1989).

QUADRO 3.3 - COMPARAÇÃO ENTRE OS CUSTOS DE PRODUÇÃO
DE MADEIRA POR TONELADA DE CELULOSE BRANQUEADA

País / Região	Preço por tonelada
Brasil	US\$ 78
Sudoeste do Canadá	US\$ 107
Sudeste do Canadá	US\$ 156
Finlândia	US\$ 176
Suécia	US\$ 199

Fonte: *Pulp and Paper International*, Junho de 1993.

Dependendo dos custos de reciclagem, à medida em que a preferência pela utilização de fibras recicladas se difunde, são diminuídas as vantagens associadas à alta produtividade florestal da indústria brasileira de papel e celulose, fato que tende a preocupar os produtores nacionais.¹⁵ Além da valorização explícita de determinados padrões ambientais, pode-se dizer, como argumenta VEIGA (1994), que os atuais esquemas de rotulagem ambiental priorizam implicitamente certos padrões tecnológicos de produção e de articulação entre as diversas etapas das cadeias produtivas. Isso fica claro pela ausência de considerações, por parte daqueles esquemas de rotulagem, que “premiem” esforços que tornam a exploração florestal compatível com a legislação doméstica, como é o caso dos investimentos realizados pelos produtores de papel e celulose no Brasil.

É possível concluir, a partir do exposto, que a valorização de conteúdos mais elevados de fibra reciclada por parte dos atuais “selos verdes” também atua como um mecanismo protetor dos produtores europeus contra a maior fonte de competitividade de concorrentes que, como o Brasil, têm ganho expressiva participação nos mercados internacionais de papel e celulose.

Além disso, os produtores de papel e celulose levantam ainda dois argumentos com relação ao conteúdo das críticas ambientalistas. Em primeiro lugar, por característicos que

¹⁵A ANFPC (Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose) vê as iniciativas para o desenvolvimento de parâmetros para papel e celulose dentro dos programas de *eco-labelling* da União Européia como critérios claramente desenhados para proteger a celulose européia de alto conteúdo de fibra reciclada (*Pulp and Paper International*, June 1993).

sejam os impactos das plantações de eucalipto, estes não podem ser considerados como impactos típicos associados exclusivamente à indústria de celulose, uma vez que podem ser comparados aos impactos ambientais de qualquer outra monocultura, reservada a escala temporal do cultivo associada ao ciclo de vida mais longo das plantas. O segundo argumento é antes de tudo uma crítica: por produzir efluentes tóxicos para a retirada da tinta, a reciclagem é discutível sob o aspecto da proteção ambiental.

Finalmente, é espantoso não encontrar dentro dos critérios ambientais dos referidos “selos verdes” quaisquer mecanismos contra o comércio de madeiras de lei provenientes da Amazônia. Por razões como esta, AMARAL (1992) comenta que a adoção de barreiras de comércio contra o chamado “*dumping ecológico*” parece atingir, via de regra, os produtos que concorrem com bens produzidos nos países industrializados.¹⁶

Neste sentido, argumenta JORGE (1993) que a indústria de celulose tem procurado modificar sua imagem negativa associada à destruição de florestas apresentando seu envolvimento com a preservação dos ecossistemas nativos, com o plantio de árvores e com o manejo integrado de suas plantações. Este fato demonstra que as novas demandas ambientais no segmento florestal, catalisadas por organizações ambientalistas e expressas em mudanças nos mercados consumidores, são percebidas pelas empresas do setor de papel e celulose como potencialmente decisivas para o futuro do setor.¹⁷

No caso particular da Aracruz, onde o cultivo florestal é tratado como variável-chave do bom desempenho exportador e fator determinante da competitividade, várias estratégias têm sido utilizadas para fazer face às demandas ambientais do segmento. Estas estratégias podem ser agrupadas, para fins de apresentação, de acordo com as seguintes categorias: de mercado, de P&D e de manejo.

¹⁶“Afeta, por exemplo, a importação de papel e celulose, ainda que a produção advenha da madeira reflorestada, mas não incide sobre a venda de madeira de lei, que freqüentemente é extraída da floresta amazônica.” AMARAL (1994:10). A¹

¹⁷O fato de que as florestas plantadas correspondem a um recurso renovável é citado por Renate Kroesa, ambientalista do *Greenpeace*, em declaração ao *Financial Times* (reproduzida pela *Gazeta Mercantil* em 28 de junho de 1991), como um dos fatores que emprestam ao setor de papel e celulose um “potencial único” para desenvolver tecnologias de produção sustentáveis.

As estratégias de mercado se caracterizam pelo engajamento da empresa no esclarecimento aos clientes quanto à origem da matéria-prima (que era associada ao desmatamento da floresta amazônica) e pela implantação do certificado do FSC. Com relação à origem da matéria-prima e para fazer face às demandas crescentes por reciclagem, a Aracruz adotou o procedimento de colocar o carimbo “100% Planted Eucalyptus” em seus malotes de celulose para exportação. O objetivo é “diferenciar” seu produto da celulose fabricada a partir da exploração de florestas nativas, como é o caso de muitos de seus concorrentes. No que diz respeito à certificação ambiental, em 1994 foi realizada uma auditoria ambiental no setor florestal pela empresa SGS Silviconsult. Em julho de 1995, a empresa obteve o Certificado ISO 9001, envolvendo P&D, produção, comercialização e prestação de serviços ao cliente. A Aracruz foi a primeira empresa brasileira a receber este certificado em atividades florestais.

Os projetos de P&D da Aracruz na área florestal têm sido orientados para as demandas ambientais colocadas para o segmento: exaustão da floresta em termos de nutrientes, consumo de água, qualidade da água, “seqüestro” de CO₂; minimização dos impactos das atividades da silvicultura na qualidade ambiental (água, solo, fauna, flora); redução do período de crescimento das espécies; aumento da resistência das plantações às pragas; redução do consumo específico de madeira (volume de madeira por tonelada de celulose).¹⁸

Com relação ao manejo utilizado para reduzir o potencial dos impactos ambientais do cultivo florestal, a empresa tem adotado as seguintes estratégias: planejamento do uso da terra, com definição de áreas para proteção e para plantio; utilização de híbridos específicos para cada tipo de solo; adequação dos espaços entre árvores e do ciclo de colheita à taxa de crescimento do eucalipto, com o objetivo de reduzir as necessidades de fertilizante; plantio direto, para evitar risco de erosão; uso de equipamento com dimensões compatíveis, para evitar compactação do solo; monitoramento de insetos e pragas (evitando ao máximo o uso de inseticidas; no caso das formigas, por exemplo, o controle é feito com um formicida baseado em sulfuramida); plantio em “mosaico”, intercalando plantações de eucalipto com faixas de florestas de espécies nativas.¹⁹ Para a condução dessas estratégias, a área florestal desenvolve

¹⁸Dados extraídos do questionário aplicado pela autora e das entrevistas realizadas na Aracruz Celulose S.A. em fevereiro de 1996.

¹⁹ARACRUZ (1994) e ARACRUZ (1996).

uma série de programas específicos, como o projeto de recuperação de matas ciliares (iniciado em 1992), o projeto de microbacias (1993) e o programa de recuperação de áreas degradadas (1994).²⁰

III.2.2. VETORES DE DEMANDAS AMBIENTAIS RELACIONADOS À ETAPA INDUSTRIAL

A transformação da madeira na pasta celulósica é um processo industrial que utiliza procedimentos conhecidos como polpação, através de métodos químicos e mecânicos com o objetivo de amolecer, desfibrar e deslignificar a madeira, obtendo assim uma pasta fibrosa que, alvejada, serve à produção dos mais diversificados tipos de papel. Entende-se por deslignificação a retirada da lignina, que é uma substância que impregna os tecidos vegetais, e que é em grande parte responsável por sua cor, resistência e dureza. Além da lignina, outras resinas vegetais são retiradas da polpa de celulose durante o processo. Antes de entrar no estágio de polpação, a madeira é processada a fim de ser descascada e reduzida a cavacos.²¹ Não foi identificado nenhum vetor de demanda ambiental associado a esta parte do processo produtivo.

Os estágios de cozimento e branqueamento estão intimamente relacionados e este fato é bastante útil para que se compreenda os impactos que as demandas ambientais associadas à etapa industrial têm sobre as recentes mudanças tecnológicas associadas a estes estágios.

²⁰Todos estes programas, mas particularmente o de monitoramento de microbacias, envolvem outras entidades, como o poder público, universidades e organizações não governamentais. Algumas entidades envolvidas com os programas ambientais da Aracruz na área florestal são: UFES (Universidade Federal do Espírito Santo), UNESP (Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, SP), ESALQ (Departamento de Ciências Florestais, SP) IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, SP), SEAMA (Secretaria do Meio Ambiente, ES), Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, diversas prefeituras municipais dos estados de Espírito Santo e da Bahia, Universidade de Wisconsin (EUA), IBAMA, FUNATURA, entre outras.

²¹A madeira utilizada no processo deve ser descascada e depois reduzida a cavacos antes de ser transformada efetivamente em polpa celulósica. Segundo D'ALMEIDA (1988), os despejos líquidos gerados nesta etapa apresentam baixa coloração, pH neutro, e ainda sólidos suspensos e dissolvidos. A maior fonte de poluição nesta etapa é o descascamento da madeira. Neste caso, uma prática comum é a utilização da casca removida como combustível em caldeiras dentro das plantas de celulose, o que contribui, ainda que marginalmente, para o fornecimento de energia e, sobretudo, para a diminuição de resíduos que de outra maneira se destinariam a aterros.

Assim é que, se por um lado uma deslignificação eficiente durante o primeiro garante uma necessidade menor de reagentes no último, por outro lado, as propriedades físicas do produto final estarão comprometidas, em virtude da maior degradação de carboidratos durante a polpação. Ou seja, como a polpação química é muito agressiva, ela pode solubilizar a própria celulose, além da lignina. Esse problema é superado através da interrupção do cozimento antes que a deslignificação seja completada, prosseguindo o processo com o branqueamento, onde são utilizados reagentes mais seletivos.

Sem dúvida, o branqueamento tem sido a etapa da produção de celulose que mais ganhou destaque na primeira metade dos anos 90. A questão do uso do cloro como alvejante ganhou destaque quando o grupo ambientalista *Greenpeace* publicou uma edição falsa da revista alemã *Der Spiegel*, chamada *Das Plagiat*, em um tipo especial de papel feito com polpa celulósica livre de cloro (*chlorine-free*).²²

Não foram encontradas referências a demandas ambientais associadas diretamente ao estágio de polpação, contudo pode-se dizer que as demandas pela redução do uso de produtos químicos na etapa posterior, de branqueamento, tem influenciado as decisões de mudanças tecnológicas também na polpação.

Considerando-se fundamental o entendimento deste estágio para a compreensão das demandas associadas, ele é apresentado resumidamente a seguir.

i. POLPAÇÃO

A polpação ou o desfibramento e a deslignificação da madeira podem ser feitos de duas maneiras alternativas: mecanicamente ou quimicamente.²³ O processo mecânico de desfibramento da madeira é a trituração, enquanto que o processo químico utiliza o

²² *Pulp and Paper International*, March 1992.

²³ O uso de enzimas na etapa da polpação, conhecido como biopolpação, pode colocar uma alternativa tecnológica aos métodos até agora empregados. Contudo, o estágio da P&D neste setor atualmente ainda não permite seu emprego em escala industrial.

cozimento.²⁴ No primeiro processo, o rendimento da madeira é bastante elevado, sendo que o aproveitamento da madeira chega a ser da ordem de 90 a 95%, aproximadamente o dobro daquele proporcionado pelo processo químico.²⁵ Contudo a madeira triturada dá origem a uma polpa com um teor de lignina mais elevado, o que confere uma tonalidade mais escura, acastanhada, ao papel resultante. Além disso, as características de maciez e resistência do papel são afetadas negativamente pela presença da lignina. Portanto, a chamada pasta mecânica, ou seja, aquela obtida através do desfibramento e deslignificação mecânica, se caracteriza por uma baixa *performance* e um alto rendimento.²⁶ Apesar de intensivo no uso de energia e água, os custos de produção ainda são inferiores quando comparados ao processo químico.²⁷

No processo químico, a separação da lignina e outras resinas pode ser feita por dois tipos de tratamento: o processo ácido e o processo alcalino. O primeiro, também conhecido como “método sulfito” é caracterizado pela utilização de uma solução de sulfito de sódio e dióxido de sódio para o cozimento dos cavacos (ou *chips*) de madeira.

O método alcalino inclui o processo soda e o “processo sulfato”, conhecido como “método *kraft*”. Este último, é o mais utilizado no Brasil, sendo que em 1988 estimava-se que 81% da produção da pasta química era feita através desse método.

Ao contrário do que faz pensar sua denominação, o processo sulfato não utiliza sulfato como agente ativo da polpação, e sim uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) e sulfeto de sódio (Na₂S) para o cozimento dos cavacos de madeira, solução esta conhecida como **licor branco**. O licor obtido após o cozimento, o **licor negro** ou **lixívia negra**, é processado para a

²⁴PALADINO (1985) descreve o desenvolvimento histórico da tecnologia da produção da celulose, observando que a sua obtenção sofreu muitos aperfeiçoamentos, principalmente depois da invenção da pasta mecânica em 1843. O processo foi se tornando progressivamente mais complexo na medida em que incorporou tratamentos químicos. PALADINO (1985:62-63).

²⁵Consultar NEVES (1988) e JORGE (1993).

²⁶Segundo PALADINO (1985), o rendimento é a relação entre a quantidade de madeira utilizada e a quantidade de pasta obtida, enquanto que a *performance* designa os teores de celulose e de lignina presentes na pasta, sendo que uma pasta de alto teor de lignina e baixo teor de celulose é classificada como de “baixa *performance*”.

²⁷PALADINO (1985).

recuperação dos reagentes.²⁸ No processo *Kraft*, os cavacos de madeira são cozidos sob pressão e temperatura elevadas com a solução alcalina.

ii. RECUPERAÇÃO DOS REAGENTES

Os cavacos cozidos são despejados no tanque de descarga, onde se desmancham em fibras que são, a seguir, lavadas com água limpa. A lavagem da pasta recém saída do digestor tem por finalidade a eliminação do licor negro e a redução do teor de lignina. Em muitas plantas industriais, a etapa que sucede ao cozimento é a deslignificação com oxigênio. O resíduo da lavagem é formado pelo licor negro diluído que recebe por isso o nome de **licor fraco**. Este passa por um processo de evaporação, concentrando-se, sendo então queimado na fornalha ou caldeira de recuperação.

Os efluentes do cozimento e da lavagem da polpa de celulose podem ser sólidos em suspensão, material orgânico dissolvido, eletrólitos e íons inorgânicos ligados a compostos orgânicos.

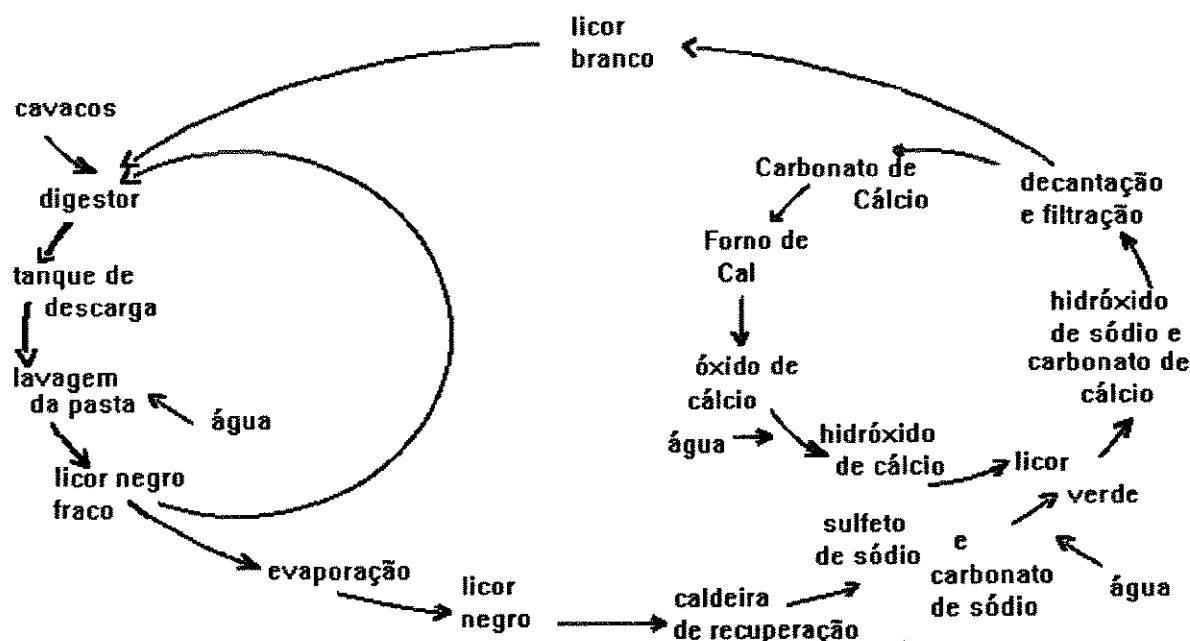
O material resultante da queima do licor fraco concentrado é composto por carbonato de sódio (NaCO_3) e sulfeto de sódio (Na_2S), os quais são dissolvidos em água, dando origem ao **licor verde**. Este último é caustificado com hidróxido de cálcio (CaOH), convertendo o carbonato de sódio em hidróxido de sódio (NaOH) e carbonato de cálcio (CaCO_3), que precipita. Esta última reação permite que a solução seja decantada e filtrada, originando o **licor branco**, que será utilizado novamente para o cozimento dos cavacos.

O carbonato de cálcio, por sua vez, é queimado no forno de cal, transformando-se em óxido de cálcio que é hidratado, convertendo-se por sua vez em hidróxido de cálcio, que é novamente utilizado na caustificação do licor verde.

²⁸De acordo com D'ALMEIDA (1988:550), o licor negro é composto predominantemente por lignina e componentes degradados de lignina, carboidratos e sulfetos orgânicos. Todos estes componentes contribuem para a DQO (Demanda Química de Oxigênio). A fonte principal de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) são os carboidratos degradados e os sub-produtos da degradação da lignina.

Assim, a poluição causada pelos efluentes dos estágios de polpação e lavagem no processo *Kraft* depende em grande parte do controle e da eficiência na recuperação dos reagentes (v. Figura 3.1).

Figura 3.1 - Diagrama da Recuperação Cíclica dos Reagentes das Etapas de Polpação e Lavagem do Processo Kraft



Fonte: D'ALMEIDA, 1988.

iii. BRANQUEAMENTO

O branqueamento de pastas químicas tem por finalidade a obtenção de pastas com um grau de alvura elevada e estável. Para tanto, o processo visa a remover impurezas tais como íons metálicos, resina e, principalmente, grande parte da lignina residual, isto é, a lignina remanescente após o processo de polpação.²⁹ Pelo fato de a remoção completa da lignina

²⁹ O teor de lignina residual é utilizado na avaliação da eficiência da deslignificação nos estágios de pré-branqueamento, e para a indicação da quantidade de reagentes que será necessária nos estágios posteriores de branqueamento. DANILAS (1988:429).

residual ser muito dispendiosa, são empregados também reagentes que modificam quimicamente as substâncias coloridas, descolorando-as.

Contudo, paralelamente à remoção e modificação da lignina, geralmente ocorre degradação de carboidratos durante o branqueamento. Ora, uma vez que o grau de polimerização da celulose é responsável pela característica de “viscosidade” da pasta celulósica que, por sua vez, se relaciona com a resistência do papel, faz-se necessário que se estabeleça um ponto de equilíbrio entre todas as variáveis de controle do processo de branqueamento.³⁰

Na tecnologia do branqueamento, um estágio se inicia com a adição de um reagente à pasta e termina com a remoção dos produtos da reação. Os equipamentos são projetados para favorecer o contato das fibras com o reagente (mistura), permitindo que a reação ocorra sob condições adequadas (retenção) e removendo os produtos formados pela reação (lavagem).

A sequência de branqueamento compreende uma série de estágios em que diversos reagentes são aplicados. O Quadro 3.4 traz a notação dos estágios de branqueamento e os respectivos reagentes envolvidos.

A sequência convencionalmente utilizada para o branqueamento da celulose é iniciada com uma etapa que utiliza o gás cloro como alvejante.³¹ Do ponto de vista dos impactos ambientais da etapa industrial da fabricação de celulose, o estágio de branqueamento é considerado a maior fonte de poluição de águas. Isto porque a utilização do cloro como reagente é responsável pela geração de substâncias organocloradas, considerados de alta toxidez e mutagenicidade. A presença de organoclorados, cloretos, aliada ao baixo teor de sólidos no efluente do branqueamento o torna impróprio para o envio ao ciclo de recuperação já descrito neste trabalho. Por esta razão é necessário o tratamento dos efluentes líquidos no final do circuito produtivo.³²

³⁰ DANILAS (1988:430).

³¹ Segundo DANILAS (1988), o primeiro branqueamento com cloro em escala industrial data de 1804.

³² DANILAS, (1988:500).

QUADRO 3.4 - NOTAÇÃO DOS PRINCIPAIS ESTÁGIOS DE BRANQUEAMENTO

ESTÁGIO	NOTAÇÃO	REAGENTE
Cloração	C	Cloro (Cl_2)
Cloração-Dioxidação (Adição sequencial)	D/C C/D	Cloro (Cl_2) e Dióxido de Cloro (ClO_2)
Cloração-Dioxidação (Adição simultânea)	(D+C)	Cloro (Cl_2) e Dióxido de Cloro (ClO_2)
Extração alcalina	E	Hidróxido de Sódio (NaOH)
Extração alcalina com oxigênio	E_O	Hidróxido de Sódio (NaOH) e Oxigênio (O_2)
Extração alcalina com hipoclorito	E_H	Hidróxido de Sódio (NaOH) e Hipoclorito de Sódio (NaClO)
Extração alcalina com peróxido	E_P	Hidróxido de Sódio (NaOH) e Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2)
Dióxido	D	ClO_2
Peróxido		Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2)
Oxigênio (pré-branqueamento)	O	Oxigênio (O_2) e Hidróxido de Sódio (NaOH)
Ozônio	Z	Ozônio (O_3)

Fonte: DANILAS, 1988.

A presença do cloro e de substâncias orgânicas, entre as quais a lignina representa a maior fração, no efluente de branqueamento, concorrem para a formação dos organoclorados, através da adsorção dessas substâncias ao cloro. AOX (*Adsorbable Organic Halides*) é uma sigla bastante conhecida por aqueles que trabalham com esta questão; serve para designar o conjunto de substâncias que envolvem os organoclorados e, ao mesmo tempo, é o teste que tem a propriedade de detectar e mensurar a presença destas substâncias.

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 rapidamente por toda a Europa.³³

CAPPS & COCKRAM (1991) sustentam que o público em geral tornou-se mais consciente a respeito dos possíveis efeitos tóxicos das dioxinas a partir dos anos 70, após acidentes de repercussão internacional, como Seveso. No caso da produção de celulose, os processos convencionais de branqueamento com cloro são responsáveis pela formação de organoclorados na proporção de 5 Kg/ton de polpa. Segundo os mesmos autores, a contribuição da indústria de papel e celulose para os níveis de dioxina no meio ambiente é de 1 a 3%, proporção negligenciável quando comparada às contribuições da combustão e da indústria química.³⁴

Ainda que a questão sobre a dioxina seja controvertida, o surgimento de vetores de demandas ambientais no sentido de coibir as emissões de organoclorados pela indústria de papel e celulose se faz sentir de diversas maneiras. Assim, a pressão pela redução do nível de emissões de AOX se materializou sob a forma de diversos meios coercitivos: desde a pressão ambientalista, passando pela legislação convencional até a institucionalização da questão na forma de limites de emissão embutidos nos sistemas de rotulagem ambiental.

No Canadá, por exemplo, as pressões ambientalistas requeriam em 1991 a diminuição dos níveis de emissão de AOX para 1,5 Kg/ton. A indústria resistia, argumentando que os elevados investimentos requeridos resultariam em ganhos ambientais mínimos. A indústria canadense de papel e celulose já havia reduzido significativamente os níveis de emissões de AOX (de 5 a 8 Kg/ton em 1988 para 2,5 Kg/ton em 1990) e relutava em assumir novos investimentos neste sentido.³⁵

³³*Pulp and Paper International*

No entanto, as pressões ambientalistas logo foram reforçadas pela adoção de instrumentos regulatórios diretos. A província canadense *British Columbia*, por exemplo, uma das regiões de maior produção de celulose de mercado do mundo, introduziu em 1992 uma legislação para a eliminação de organoclorados nos efluentes. Até 1995, as plantas deveriam alcançar a descarga limite de 1,5 Kg/ton AOX e até 31 de dezembro de 2002 os produtores devem eliminar completamente essas emissões.³⁶

Os instrumentos regulatórios diretos se materializam sob a forma de licenças para instalação e/ou operação. Cada vez mais um número maior de países passa a incluir limites progressivamente mais restritivos para as emissões (v. Quadro 3.5).

QUADRO 3.5 - LIMITES PROPOSTOS PARA DESCARGAS DE AOX
(em Kg por tonelada de celulose)

País	Carga de AOX	Ano
Alemanha	1.5	1992
Austrália	1.0	1991
Áustria	2.0	1991
Canadá	1.5	1996
EU	2.0	1995
EUA	1.5	1994
Finlândia	1.4	1994
França	1.0	1995
Noruega	1.0	1994
Suécia	0.5	2000
Japão	1.5	1992

Fonte: CAPPS & COCKRAM (1991).

No que tange à utilização de instrumentos econômicos (indiretos) de controle ambiental, o exemplo sueco, embora não tenha sido implementado, é ilustrativo: a Suécia planejava, em 1991, promulgar uma lei taxando o uso do cloro ou componentes clorados no branqueamento da celulose em US\$ 20/ton.

Os programas de rotulagem ambiental passaram, por sua vez, a incorporar normas cada vez mais rígidas para tais emissões (v. Quadro 3.6).

³⁶ *Pulp and Paper International*, August 92

QUADRO 3.6 - LIMITES DE EMISSÃO DE AOX NOS PRINCIPAIS PROGRAMAS DE ROTULAGEM AMBIENTAL

PAÍS/SELO	CARGA DE AOX
Alemanha /Anjo Azul	0
Reino Unido / Eco-Check	máximo de 2 Kg/ton
Países Escandinavos / Nordic Swan	0,4 Kg/ton
Áustria / Austrian Eco-Label	máximo de 0,03 Kg/ton
Holanda / Dutch Eco-Label	máximo de 0,08 Kg/ton
EUA / US Green Seal	máximo de 1 Kg/ton

Fonte: *Pulp and Paper International*, May 1993 e Nov. 1994.

A controvertida imagem dos fabricantes após os questionamentos sobre os níveis de dioxinas levou a uma modificação radical na estrutura de demanda por celulose em alguns países.³⁷

Submetida a um ambiente de pressão a partir de meados dos anos 80, quando foi descoberto que o branqueamento com cloro produzia dioxinas, a indústria europeia de celulose deu vários passos a fim de reduzir o conteúdo de dioxinas. O primeiro deles consistiu em reduzir ao máximo os montantes de potenciais precursores da dioxina durante uma etapa de pré-branqueamento; num segundo momento, foram empreendidas modificações no próprio processo de branqueamento.³⁸

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-mercadológicas 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. A “inovação” neste contexto tem tanto o sentido da adoção de tecnologias previamente

³⁷ O grupo alemão Tengelmann, fabricante de papel, por exemplo, mudou em 1990 todas as especificações para compra de celulose e, conseqüentemente, os fornecedores. Isso prontificou uma resposta similar de seus concorrentes, o que transformou todo o mercado alemão em um espaço de três meses. *Financial Times*, reproduzido pela *Gazeta Mercantil*, 28 jun. 91.

³⁸ *Pulp and Paper International*, April 1991.

disponíveis mas apenas empregadas de maneira restrita quanto a descoberta de novos métodos para o branqueamento da celulose. É interessante notar que no caso das demandas ambientais relacionadas ao apelo pela redução de organoclorados no estágio do branqueamento, os vetores de demandas ambientais coercitivos e voluntários têm um efeito de reforço mútuo. As empresas bem posicionadas que fazem os primeiros avanços no sentido da redução do uso do cloro passam a incorporar este quesito no marketing de seu produto, ressaltando sua característica “ambientalmente amigável”. A partir deste momento, o uso da tecnologia em questão passa a ser obrigatório para determinados mercados.

De uma maneira simplificada, há três procedimentos para a redução de organoclorados na produção de celulose: 1º trazendo menos lignina para a planta de branqueamento; 2º substituindo o cloro por outros agentes oxidantes; e 3º destruindo as substâncias cloradas assim que elas são formadas.³⁹ Os dois primeiros grupos referem-se a tecnologias processo-integradas, enquanto que o último a tecnologias de final de circuito. A vantagem evidente das processo-integradas sobre as de final de circuito é a redução da carga de dioxinas não apenas nos efluentes do branqueamento, mas também na própria celulose.

TECNOLOGIAS PROCESSO-INTEGRADAS PARA A REDUÇÃO DE DIOXINAS

Até 1990, havia muitas tecnologias processo-integradas para a redução do uso do cloro. As consideradas mais utilizadas e eficientes são: 1) a adição de oxigênio em uma etapa de pré-branqueamento e 2) a substituição do cloro por dióxido de cloro.⁴⁰ Ambas tecnologias reduzem sensivelmente o teor de lignina residual, que é, como já foi dito, um dos precursores para a formação de organoclorados.

A primeira delas, deslignificação ou pré-branqueamento com oxigênio, deve seu desenvolvimento principalmente ao controle ambiental mais rigoroso a partir da década de 70 nos países europeus. Esta tecnologia permite a remoção de cerca de 50% da lignina,

³⁹ *Pulp and Paper International*, Feb. 1991 e April 1991.

⁴⁰ *Pulp and Paper International*, April 1990.

promovendo uma grande redução da carga de efluentes, indicada pela diminuição global da cor e menor demanda bioquímica de oxigênio (DBO) dos efluentes, além da diminuição da necessidade do uso de cloro no branqueamento.⁴¹ A Aspa, na Suécia, foi a primeira planta industrial a instalar, já em 1973, a deslignificação com oxigênio. Hoje, todas as plantas suecas utilizam a tecnologia.⁴²

Outra maneira de fazer com que um menor teor de lignina chegue ao estágio de branqueamento é o chamado “*Kraft* modificado”, que é uma tecnologia baseada na modificação do cozimento (polpação) que resolve o *trade-off* entre a redução do número Kappa (teor de lignina residual) e a preservação da integridade da fibra celulósica. O desenvolvimento de um dispositivo conhecido como “cozimento contracorrente” (CCC - *Countercurrent Cooking*) permite que a polpação seja feita atingindo um teor mais baixo de lignina residual ao mesmo tempo em que a viscosidade e a resistência da fibra são conservadas, superando portanto o *trade-off* mencionado. Neste caso, a redução do uso de agentes branqueadores é de 25%.

O emprego cada vez mais amplo do CCC no estágio de polpação da indústria de celulose em todo o mundo tem lugar justamente quando crescem as demandas ambientais no sentido da redução do cloro na etapa do branqueamento. É, portanto, uma mudança tecnológica que pode ser atribuída em grande parte a estas demandas.

A substituição do cloro por dióxido de cloro, por sua vez, é uma alternativa em tecnologia processo-integrada que data de 1946.^{43,44} Segundo DANILAS (1988), além de apresentar um melhor desempenho do ponto de vista da redução da carga de organoclorados,

⁴¹O material orgânico dissolvido no tratamento com oxigênio pode ser enviado para o ciclo de recuperação onde se transforma em energia em lugar de poluente (que seria o resultado do uso das quantidades convencionais de cloro). Ainda sob o aspecto energético, DANILAS (1988:465) sustenta que “a fabricação de oxigênio requer apenas a oitava parte da energia necessária para a preparação de quantidade equivalente de cloro, o que torna o oxigênio um reagente mais barato do que os compostos clorados aos quais substitui.” A redução do número Kappa (parâmetro indicador do teor de lignina residual) nesta etapa proporciona um consumo bastante inferior de compostos clorados na etapa de branqueamento.

⁴²*Pulp and Paper International*, April 1991.

⁴³DANILAS (1988:427).

⁴⁴Substituição do cloro elementar pode ser feita por: 1) dióxido de cloro, 2) peróxido de hidrogênio, 3) oxigênio, 4) ozônio, ou 5) uma combinação de duas ou mais das alternativas acima. *Pulp and Paper International*, April 1990.

este composto tem a vantagem de reagir seletivamente com a lignina, causando quase nenhum dano aos carboidratos, e preservando por esta razão a qualidade da celulose.

Convencionalmente, as seqüências de branqueamento começam por uma etapa de cloração, conforme denota a tecnologia *Standard* no Quadro 3.6. A substituição do cloro elementar (Cl_2) na primeira etapa de branqueamento da celulose pelo dióxido de cloro (ClO_2) dá origem à chamada tecnologia ECF (*Elemental Chlorine Free*). Este é o padrão tecnológico que mais vem se difundindo no mundo todo para o branqueamento da celulose.⁴⁵ O padrão TCF (*Total Chlorine Free*) elimina completamente o uso tanto de cloro elementar quanto de quaisquer outros compostos clorados. Como é fácil perceber, esta é uma modificação muito mais radical do processo e, também por isso, muito mais custosa (v. Quadro 3.7).

QUADRO 3.7 - SEQÜÊNCIAS DE BRANQUEAMENTO DA POLPA *KRAFT* ⁴⁶

TECNOLOGIA	SEQÜÊNCIA
<i>Standard</i>	C - E - D - E - D
<i>Elemental Chlorine Free</i>	D - E - D - E - D
<i>Total Chlorine Free</i>	Q - P

Fonte: *Pulp and Paper International*, May 1992.

D - Dióxido de Cloro

C - Gás Cloro

E - Extração alcalina

P - Peróxido de Hidrogênio

Q - Quelante (EDTA)

Obs.: O quelante impede a degradação da água oxigenada.

Em 1985, dois organismos de pesquisa finlandeses, o Centro de Pesquisa Técnica do Laboratório Biotécnico da Finlândia e o Instituto Finlandês de Pesquisa em Papel e Celulose, além de empresas finlandesas produtoras de enzimas (como a Alko e a Cultor) estimularam a pesquisa em processos biológicos de branqueamento. As pesquisas renderam o desenvolvimento de um processo de branqueamento da celulose *Kraft* com a ajuda de enzimas, sem a utilização, portanto, de nenhum composto clorado. Apesar deste novo avanço

⁴⁵*Pulp and Paper International*, vários números.

⁴⁶Os exemplos das seqüências utilizadas tanto para a tecnologia *Standard* quanto para a ECF e para a TCF são apenas dois exemplos possíveis. Outras combinações de reagentes podem ser usadas tanto no processo convencional quanto para se reduzir ou eliminar totalmente o uso do cloro.

tecnológico representar um encarecimento de 10% com relação ao branqueamento tradicional com cloro, ele constitui uma alternativa em termos de tecnologia TCF.⁴⁷

O principal problema de natureza técnica que se colocava ao desenvolvimento e à difusão de tecnologias TCF foi o da superação da baixa alvura da polpa branqueada pelas tecnologias TCF.⁴⁸ A resposta a este problema veio na forma de um *breakthrough* tecnológico representado pelo desenvolvimento de um novo método de branqueamento pela Södra Cell, empresa sueca que ocupa o lugar de maior produtor de celulose da Europa.⁴⁹ O processo desenvolvido pela Södra poderia ser descrito como um cozimento *Kraft* modificado seguido de um novo sistema de branqueamento que inclui o uso de ozônio e de peróxido de hidrogênio no lugar do cloro elementar, dióxido de cloro e estágios de extração. Para proteger o peróxido de hidrogênio da degradação, é usado o quelante EDTA antes do estágio do peróxido.⁵⁰

Uma análise preliminar da adoção da tecnologia TCF permite a distinção de dois momentos. No primeiro momento, é possível dizer que o surgimento de um novo mercado (ou seja, o mercado para polpas celulósicas totalmente livres de cloro) abria a perspectivas da aferição de lucros extraordinários às empresas que liderassem a oferta do produto.⁵¹ Isto poderia explicar o comportamento arrojado da Södra Cell ao converter toda a sua capacidade produtiva (cerca de um milhão de toneladas/ano) para o novo método. De fato, o preço-prêmio de abertura do novo mercado⁵² e a possibilidade de aumento na participação de sua produção no mercado europeu de celulose foram os dois estímulos que motivaram a ação

⁴⁷ *Financial Times*, reproduzido pela *Gazeta Mercantil*, 18 nov. 91.

⁴⁸ *Pulp and Paper International*, March 1992.

⁴⁹ Para se reduzir os graus de incerteza associados a seu empreendimento, a Södra fez um amplo programa de pesquisa de mercado para determinar: 1° se realmente existia demanda para este grau de *Chlorine Free*; e 2° se os seus clientes (a indústria de papel) e os clientes de seus clientes (os distribuidores e os consumidores finais) estavam dispostos a pagar os custos extraordinários envolvidos. Ambas as respostas foram sim (*Pulp and Paper International*, May 1992).

⁵⁰ *Pulp and Paper International*, August 1992.

⁵¹ A Alemanha é o mercado que concentra maior demanda por fibras TCF, seguida pela Áustria e pela Suíça. *Pulp and Paper International*, August 1992 e September 1992.

⁵² O preço da polpa TCF de alto brilho envolvia no 1° bimestre de 92 um prêmio de 25%. *Pulp and Paper International*, March 92.

estratégica da empresa.⁵³ Neste primeiro momento, de criação de um novo mercado, os vetores de demandas ambientais voltados para a redução/eliminação do uso do cloro desempenham um papel importante na determinação de estratégias de construção de vantagens competitivas por parte de firmas bem posicionadas.

Um segundo momento pode ser vislumbrado a partir de meados 1992, quando o diferencial entre os preços das polpas TCF (e também das ECF) e a celulose branqueada convencionalmente com cloro começa a dar sinais de estreitamento. O movimento causado pela difusão das tecnologias E/TCF faz com que a oferta de seus respectivos produtos se eleve com a conseqüente redução da importância que o preço-prêmio adquirira inicialmente, de forma que o estímulo à mudança tecnológica passa a ser a associação da imagem da empresa à característica de “ambientalmente correta”.⁵⁴

Além disso, uma boa misturação e um bom controle do processo são essenciais para reduzir o conteúdo de lignina da polpa antes que ela entre no branqueamento final e assim minimizar a quantidade de reagentes químicos.⁵⁵

O problema da utilização do cloro no branqueamento da celulose tem desencadeado uma série de respostas por parte da Aracruz Celulose. Estas respostas envolvem uma série de procedimentos: cozimento contracorrente, deslignificação com oxigênio, tecnologias ECF e TCF (esta última desenvolvida pela própria empresa), controle informatizado do processo e redução do conteúdo de lignina ou o aumento da aderência da lignina às fibras das espécies florestais cultivadas.⁵⁶ Como resultado da utilização de todos estes procedimentos, a empresa conseguiu reduzir suas emissões de AOX de 2.9 Kg/ton em 1990 para 0.25 Kg/ton em 1994.

⁵³Neste sentido, o presidente Södra Cell declarou: “Enquanto os grupos ambientalistas têm servido como catalisadores para a mudança, o estímulo real tem sido, como sempre, o mercado...” “Assim há uma aposta muito grande no ambiente competitivo no qual a indústria de celulose de mercado agora se encontra. A companhia espera que liderando o desenvolvimento de celulose TCF de alto-brilho, possa ganhar participação no mercado e ao mesmo tempo aumentar o preço” (*Pulp and Paper International*, May 1992:31). Tradução da autora.

⁵⁴*Pulp and Paper International*, August 1992.

⁵⁵*Pulp and Paper International*, April 1991.

⁵⁶Entrevistas realizadas na Aracruz Celulose em fevereiro de 1996.

iv. TRATAMENTO DE POLUENTES E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS

Como já foi mencionado anteriormente, as questões ambientais que afetavam a indústria de papel e celulose até meados da década de oitenta estavam resumidas ao tratamento dos efluentes líquidos e dos odores provenientes do processo. A “novidade” em matéria de controle de efluentes nos anos 90 foi a inclusão do parâmetro AOX tanto na legislação de um grande número de países quanto nos programas de rotulagem ambiental, como é possível notar pelos Quadros 3.5 e 3.6.

Os tipos de poluição de maior impacto na indústria de papel e celulose são a atmosférica e a dos recursos hídricos. Na poluição do ar, os poluentes mais significativos são as emissões particuladas, dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), compostos clorados e compostos reduzidos de enxofre (TRS - *Total Reduced Sulfur*), estes últimos correspondem aos gases malcheirosos que tanto caracterizam esta indústria.⁵⁷ Do ponto de vista dos impactos ambientais, as emissões mais deletérias são as de dióxido de enxofre e de compostos reduzidos de enxofre. Os principais poluentes atmosféricos por fontes de emissão são listados no Quadro 3.8.

QUADRO 3.8 - PRINCIPAIS POLUENTES ATMOSFÉRICOS POR FONTES DE EMISSÃO

PROCESSO	PARTICULADO	SO ₂	TRS (ODOR)	NO _x	COMPOSTOS CLORADOS
Forno de cal	X		X		
Cozimento			X		
Lavagem			X		
Branqueamento					X
Evaporação			X		
Caldeira de Recuperação	X	X	X	X	

Fonte: CAPPS & COCKRAM (1991).

⁵⁷Estes compostos são: sulfeto de hidrogênio (H₂S), metilmercaptana, dimetilsulfeto e o dimetildissulfeto. D'ALMEIDA (1988:550).

É possível dizer que a emissão de material particulado é um problema totalmente controlado na indústria de celulose. O grande vilão desta indústria sob o aspecto da poluição atmosférica tem sido o odor. Todavia, os gases reduzidos de enxofre (TRS), ao nível em que são emitidos em uma planta de celulose, não são considerados nocivos, apesar do cheiro desagradável. Este fato levou a EPA (EUA *Environmental Protection Agency*) a considerar o odor um problema de bem-estar (*welfare*) e não de saúde pública.⁵⁸

O Dióxido de Enxofre (SO₂) e os Óxidos de Nitrogênio (NO_x) são dois gases componentes da chamada “chuva ácida”. As principais fontes de emissão destes gases são, respectivamente, as estações de geração de energia termoeletrônica e a queima de combustíveis fósseis. Os compostos clorados também contribuem neste sentido. No leste europeu o problema da chuva ácida afeta a indústria de papel e celulose devido à destruição de florestas. Entretanto, as concentrações nas quais estes gases são emitidos pela produção de celulose não é significativa do ponto de vista da formação da chuva ácida.

Os vetores de demandas ambientais para as emissões atmosféricas da indústria de papel e celulose se apresentam sob a forma de legislação à qual as empresas devem se adequar para a obtenção de licenças de instalação e/ou operação.⁵⁹

Os programas de rotulagem ambiental incluem apenas limitações para dois tipos de emissões gasosas: dióxido de enxofre e dióxido de carbono. Este fato pode ser explicado por estarem tais gases relacionados a dois dos problemas ambientais globais discutidos na atualidade: a chuva ácida e o efeito estufa, respectivamente.

Os efluentes líquidos incluem, por sua vez, substâncias que consomem muito oxigênio, componentes organoclorados, nutrientes, além de altas temperaturas e variações de pH.⁶⁰ Os parâmetros historicamente mais utilizados para a formulação de políticas de controle ambiental

⁵⁸CAPPS & COCKRAM (1991).

⁵⁹É bastante difícil sumarizar os limites internacionais para emissões atmosféricas, seja porque eles variam significativamente de país para país (e mesmo dentro de um mesmo país, como nos EUA), seja porque as medidas utilizadas também podem ser diferentes. Por esta razão os limites não são apresentados aqui sob a forma de um quadro.

⁶⁰CAPPS & COCKRAM (1991).

nesta área são a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), a Demanda Química por Oxigênio (DQO) e o Total de Sólidos em Suspensão (TSS).⁶¹

Mais recentemente, como vimos, o controle passou a incluir, em muitos países, o parâmetro AOX. Como foi demonstrado no sub-item sobre as demandas ambientais relacionadas ao estágio de branqueamento, a discussão do problema das dioxinas (organoclorado) a partir de meados dos anos 80, fez com que se proliferassem os vetores de demandas ambientais relacionados a esta questão. Tais vetores se manifestam principalmente através dos programas de rotulagem ambiental (v. Quadro 3.5). Além disso, a inclusão deste parâmetro na legislação sobre matérias de controle ambiental demonstra que a redução da carga de AOX torna-se cada vez mais mandatória (v. Quadro 3.5).

Para os parâmetros DBO, DQO e TSS, as demandas ambientais são cristalizadas sob a forma de legislação específica para a obtenção de licenças de instalação e/ou operação das plantas produtoras de papel e celulose. Os principais países produtores de celulose usam alguma combinação dos três fatores como um instrumento regulatório para o controle da qualidade dos efluentes. Os valores assumidos por cada um dos parâmetros variam muito de acordo com o país em questão, conforme demonstra o Quadro 3.9.

À semelhança do que ocorre no caso do parâmetro AOX, redução da carga de DBO, DQO e TSS também tem sido objeto dos critérios formulados pelos programas de rotulagem ambiental.

O desempenho do tratamento de efluentes líquidos na Aracruz melhorou sensivelmente ao longo da primeira metade da década de 90. Todos os parâmetros de controle tiveram uma sensível redução: a carga de DBO foi reduzida de 21,12 Kg/ton de celulose em 1990 para menos de 1,96 Kg/ton em 1995; a de DQO passou de 104 Kg/ton em 1990 para cerca de 25 Kg/ton em 1995; o TSS caiu de cerca de 25 Kg/ton em 1990 para 2,1Kg em 1994.⁶² A

⁶¹Estes são os principais parâmetros utilizados para a determinação da carga poluente de um efluente. A Demanda Bioquímica por Oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio necessária para a biodecomposição da matéria orgânica presente nas águas. A Demanda Química por Oxigênio (DQO) é uma medida que permite a mensuração rápida do teor de material redutor, orgânico e inorgânico, presente no efluente. O Total de Sólidos em Suspensão é o resíduo obtido na evaporação de uma determinada amostra do efluente a uma determinada temperatura. D'ALMEIDA (1988:545).

⁶²ARACRUZ (1994:14) e entrevistas.

melhora do desempenho desses indicadores da Aracruz deve ser entendida em grande parte como resultado de investimentos em medidas de controle ambiental (tanto de final de circuito, quanto processo-integrada e ainda de controle informatizado) que vieram no bojo do projeto de expansão, iniciado em 1988 e completado em 1991, que duplicou a capacidade produtiva da empresa. Neste sentido, toda melhoria do desempenho ambiental esteve aliada à importância estratégica deste setor na manutenção e ampliação do mercado externo da Aracruz, muito sensível ao apelo das questões ambientais.

QUADRO 3.9 - LIMITES INTERNACIONAIS DE CARGA POLUENTE PARA EFLUENTES INDUSTRIAIS PARA PAPEL E CELULOSE (em Kg/ton de celulose).

País	Carga de DBO	Carga de DQO	Carga de TSS
Alemanha	10.0	70.0	nd
Austrália	7.0	nd	8.0
Áustria	3.0	30.0	3.0
Bélgica	5.0	60.0	14.0
Brasil	30.0	nd	5.0
Canadá	10.0	nd	7.5
EUA	8.0	nd	16.0
Finlândia	40.0	90.0	15.0
França	14.0	100.0	15.0
Noruega	30.0	90.0	5.0
Portugal	9.0	nd	10.0
Suécia	17.0	75.0	5.0

Fonte: CAPPS & COCKRAM (1991).

nd: não disponível.

O controle dos poluentes sólidos, líquidos e gasosos, exceto o caso do cloro, ainda é feito predominantemente através do uso de tecnologias de final de circuito.

Com relação à poluição atmosférica, as principais tecnologias disponíveis para o tratamento das emissões são listadas a seguir, de acordo com o tipo de emissão e de fonte em questão.

As emissões de material particulado podem ser controladas utilizando filtros e precipitadores eletrostáticos (a eficiência destes últimos chega a ser muito próxima de 100% atualmente). Lavadores úmidos de gases também podem ser utilizados.

O controle do material particulado na Aracruz Celulose é feito através do uso de precipitadores eletrostáticos. A eficiência dos atuais precipitadores, que substituíram o antigo sistema de controle de particulados em 1991, é de 99%. Além disso, a planta conta com um sistema de lavadores de gases, nos quais as emissões são tratadas. Eles estão instalados nos dois tanques de dissolução, nos dois fornos de cal, nas duas unidades de branqueamento, nas máquinas de secagem de celulose e no complexo químico (unidade eletroquímica, que fabrica o cloro).

No que diz respeito às emissões de compostos reduzidos de enxofre (TRS), as duas principais tecnologias de final de circuito são: sistemas de coleta e incineração dos gases TRS e o uso de sistemas de monitoramento das fontes.⁶³

As emissões de compostos reduzidos de enxofre são controladas na planta industrial da Aracruz através de tecnologias de final de circuito, de tecnologias processo-integradas e ainda de tecnologias de controle. As tecnologias de final de circuito são os fornos de cal e o incinerador de emergência. Dois fornos de cal, que também fazem parte do ciclo de recuperação dos reagentes, queimam continuamente os gases odoríferos. O incinerador de emergência, incorporado desde 1991, é acionado em caso de eventuais falhas nos fornos de cal.

⁶³Uma tecnologia processo integrada já desenvolvida para a redução do odor é a caldeira de recuperação de baixo odor. CAPPS & COCKRAM (1991:153).

Como tecnologia processo-integrada para o controle de TRS, a Aracruz conta com duas caldeiras de recuperação de baixo odor, a última delas instalada em 1991. Quanto às tecnologias de controle, a instalação do sistema informatizado de controle distribuído do processo (DCS - *Distributed Control System*), também em 1991, permite um monitoramento mais eficiente das fontes. Além disso, a Aracruz utiliza modelos matemáticos de dispersão de gases desde 1993, os quais auxiliam, juntamente com a utilização de uma estação meteorológica própria, o acompanhamento da dispersão dos gases. A partir de 1994, a Aracruz desenvolveu um programa de controle de emissões de TRS chamado “rede de percepção de odor”, que mobiliza funcionários da empresa e pessoas da sociedade civil, a fim de registrar ocorrências de eventuais alteração dos padrões de emissão e dispersão. Esse sistema de controle de emissões de TRS (final de circuito, processo-integrado e de controle) tem permitido à Aracruz o alcance de uma eficiência de 98,7% e a manutenção, desde 1992, de uma taxa de emissão até 50% menor que aquela permitida pelos parâmetros legais.

No caso do tratamento de efluentes líquidos, existe uma vasta gama de tecnologias, como é mostrado no Quadro 3.10.

QUADRO 3.10 - TECNOLOGIAS PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS

TRATAMENTO	COMPOSIÇÃO
Pré-tratamento	Separação Remoção de Grits (sólidos) Resfriamento Neutralização (pH)
Primário	Floculação Sedimentação e Separação de Sólidos
Secundário	Lama Ativada Bacia Aerada Sistemas Anaeróbicos Sistemas Anaeróbicos/Aeróbicos
Terciário	Adsorção com Carbono Filtração Osmose

Fonte: CAPPS & COCKRAM (1991).

As tecnologias mais amplamente empregadas em plantas de celulose são os tratamentos primário e secundário. O objetivo do primeiro é principalmente a remoção de material sólido (a adição de químicos é muito pequena e muitas vezes não ocorre), enquanto que no tratamento secundário (biológico) os microorganismos digerem o material orgânico. As bacias aeradas são muito comuns e o método da lama ativada vem se tornando amplamente aceito desde o início dos anos 80.⁶⁴

No final dos anos 80, complementarmente ao tratamento aeróbico, tecnologias de tratamento anaeróbico vinham sendo desenvolvidas, apresentando uma série de vantagens, dentre as quais a redução do consumo de energia e da necessidade de produtos químicos, a recuperação de gás metano, a diminuição da toxidez do efluente e a redução de despesas de capital.

No sub-item sobre o branqueamento foram tratadas as tecnologias processo-integradas para a redução da carga de AOX tanto nos efluentes quanto na própria celulose. No caso das tecnologias *end-of-pipe*, a redução da carga de AOX pode ser feita de duas maneiras: ou através da queima, ou pelo tratamento biológico.

A queima é feita na caldeira de recuperação, juntamente com os efluentes do estágio de polpação. É pouco recomendada devido ao fato de que a presença de íons de cloro, que são muito corrosivos, pode estragar os tubos da caldeira que, numa situação limítrofe, pode chegar a explodir. O tratamento biológico é feito com sistemas aeróbicos e anaeróbicos. É eficiente para a redução da toxidez e dos cloratos, mas não é efetivo para reduzir compostos altamente organoclorados.⁶⁵

A eficiência de dois tipos de tratamentos biológicos para a redução de poluentes é demonstrada no Quadro 3.11.

O tratamento terciário, envolvendo a remoção de substâncias principalmente através da filtração, objetiva a redução da cor do efluente, da toxidez e dos nutrientes.

⁶⁴CAPPS & COCKRAM (1991:117).

⁶⁵*Pulp and Paper International*, Feb. 1991 e April 1991.

QUADRO 3.11 - EFICIÊNCIA DAS DIFERENTES TECNOLOGIAS UTILIZADAS PARA A REDUÇÃO DA CARGA POLUENTE DOS EFLUENTES DE PLANTAS DE CELULOSE

TECNOLOGIA	REDUÇÃO EM AOX	REDUÇÃO EM DQO	REDUÇÃO EM DBO
lagoas aeradas	20 - 30%	20 - 30%	50 - 80%
lama ativada	40 - 60%	40 - 50%	90 - 98%

Fonte: *Pulp and Paper International*, April 1991.

No que tange o tratamento de efluentes líquidos da Aracruz, devem ser mencionados dois elementos: em primeiro lugar, o caráter estratégico do desempenho ambiental, que atualmente é mais premente com relação às emissões de AOX; em segundo lugar, a aderência do tipo de tecnologia empregada às condições específicas da empresa.

O caráter estratégico do desempenho ambiental foi considerado uma das variáveis-chaves no processo decisório para as escolhas tecnológicas no âmbito do projeto de duplicação da capacidade, dentro do qual se processou o “Projeto *Free*”, de desenvolvimento e implementação de tecnologias ECF/TCF.⁶⁶

Quanto à aderência do tipo de tecnologia empregada às condições específicas da empresa, no caso do tratamento dos efluentes líquidos, trata-se da adoção de um sistema de lagoas de tratamento formado por sete unidades, ocupando uma área consideravelmente ampla, que têm a função de estabilizar o efluente, reduzindo sua temperatura, normalizando o pH, diminuindo as cargas de DBO, DQO, cor e sólidos em suspensão. O fato deste sistema utilizar grandes lagoas de aeração (e não, alternativamente, pequenas lagoas de lama ativada) deve-se à especificidade da empresa em dispor de uma grande área, o que torna este o sistema mais barato para o tratamento de efluentes líquidos. A adoção do tratamento secundário (biológico) foi feita dentro do processo de duplicação da capacidade produtiva, tendo entrado em operação em 1991. O efluente tratado é lançado em alto mar por meio de um emissário submarino, em uma profundidade de 17 metros, a uma distância de 1,7 km da praia. A empresa faz um monitoramento contínuo da biota marinha não apenas na área circunscrita ao

⁶⁶Entrevistas realizadas na Aracruz Celulose em fevereiro de 1996.

local de lançamento, mas também em outros oito pontos de referência. Este monitoramento é feito por uma equipe de consultores composta atualmente por pesquisadores da UFES (Universidade Federal do Espírito Santo).

Todos os tratamentos de efluentes geram material sólido que precisa ser disposto apropriadamente, seja através de aterros apropriados, seja através da incineração.

No que tange à destinação dos resíduos sólidos, a Aracruz tem desenvolvido nos últimos anos dois projetos: em primeiro lugar, um projeto de redução da geração de resíduos sólidos, com o principal objetivo de minimizar o custo da disposição, envolvendo também a mudança da tecnologia utilizada (a substituição da compactação em células de disposição por células impermeabilizadas com resinas sintéticas); em segundo lugar, um projeto de utilização de parte dos resíduos sólidos para a fabricação de material para construção (em convênio com a Universidade Federal do Espírito Santo).

Dentre todos os problemas de impacto ambiental com os quais a indústria de celulose se defronta (e aqui há razão para incluir também outras indústrias), salta aos olhos a lacuna existente quando se trata da disposição dos resíduos sólidos. A empresa de consultoria finlandesa CTS Consulting revisou o “Estado da Arte” da legislação ambiental para a minimização dos impactos da indústria de papel e celulose sobre o meio ambiente em 19 países.⁶⁷ Uma das conclusões do relatório em questão foi a de que parâmetros para a avaliação da qualidade dos efluentes líquidos são melhor cobertos pela legislação, enquanto que a questão menos tratada é a da disposição de resíduos sólidos. De fato, não foi possível identificar vetores de demandas ambientais para este estágio do processo de produção de celulose. O relatório ainda identifica uma série de tendências para os anos 90 em termos de demandas ambientais potenciais, as quais são objeto de tratamento do próximo item.

⁶⁷Os países estudados neste relatório são EUA, Canadá, Finlândia, Suécia, Noruega, Alemanha, França, Áustria, Itália, Reino Unido, Espanha, Portugal, Japão, Coreia do Sul, Austrália, Nova Zelândia, Argentina, Brasil e Chile.

III.3. DEMANDAS AMBIENTAIS POTENCIAIS PARA O SETOR DE PAPEL E CELULOSE

Para fins da análise empreendida por esta dissertação, as demandas ambientais potenciais foram definidas no item 3.1 como a expectativa do advento de pressões relativas aos impactos ambientais das atividades de um determinado setor produtivo, expectativa ainda não traduzida na forma de meios coercitivos ou voluntários.

Tentar mapear as possíveis demandas ambientais futuras seria um trabalho prospectivo que demandaria esforço de pesquisa demasiado amplo para os objetivos deste trabalho. O que é fundamental deixar claro é a característica essencialmente dinâmica das demandas ambientais, que tendem a se modificar através do tempo, encontrando vetores progressivamente mais complexos para sua manifestação. Além disso, as propriedades das demandas ambientais envolvem pelo menos quatro níveis de especificidades: com relação ao setor, ao país, à firma e à tecnologia.

Os vetores de demandas ambientais têm surgido da ação dos mais diferentes atores sociais, desde organizações ambientalistas até associações de produtores, de iniciativas governamentais até as empresas individualmente. O surgimento destes vetores se dá em contextos sociais, políticos e competitivos cada vez mais complexos. Progressivamente, um número maior de atores participa da formulação do que virão a ser as novas demandas ambientais.

Dentro deste cenário, é possível apontar três fatores essenciais para a identificação de demandas ambientais potenciais: em primeiro lugar, o conhecimento dos efeitos ambientais das atividades produtivas; a seguir, o monitoramento da mudança tecnológica; em terceiro lugar, o acompanhamento das tendências de formulação de vetores de demandas ambientais.

O conhecimento dos efeitos ambientais das atividades produtivas é o ponto de partida necessário à correção de quaisquer impactos negativos da própria atividade, passíveis portanto de virem a se tornar objeto de questionamento sob o ponto de vista ambiental e, portanto, matéria de construção de novos vetores de demandas ambientais.

Torna-se também relevante o duplo monitoramento da mudança tecnológica e das tendências de construção de novos vetores de demandas ambientais. Ou seja, a identificação de demandas ambientais potenciais implica, por um lado, o exercício de acompanhamento cuidadoso dos processos alternativos em desenvolvimento, sobretudo considerando o *timing* das mudanças nascentes, que quase certamente imporão a necessidade de respostas rápidas por parte das empresas.⁶⁸ Por outro lado, importa avaliar as tendências do desenvolvimento dos vetores de demandas ambientais, reveladas através da formulação de instrumentos regulatórios, sejam eles mandatórios (como é o caso dos padrões de emissão fixados pela legislação), sejam eles não-mandatórios (como são os casos da certificação ambiental e da rotulagem ambiental).

III.3.1. ALGUNS PROCESSOS ALTERNATIVOS EM DESENVOLVIMENTO

Claro está que o acompanhamento dos processos alternativos em desenvolvimento envolve aspectos delicados com respeito à questão da P&D do setor. É conhecido o fato de que o setor apresentou até o final dos anos oitenta uma baixa intensidade na relação entre gastos de P&D e faturamento, devido ao baixo dinamismo tecnológico resultante da maturidade dos mercados e do ciclo de vida dos produtos. Contudo, segundo JORGE (1993), o desenvolvimento tecnológico na indústria de celulose nos últimos anos, tanto na área florestal quanto na industrial, representou uma resposta às pressões vinculadas ao aumento da proteção do meio ambiente.⁶⁹

Assim, não é surpreendente observar que a tradicional atitude de abertura com respeito aos desenvolvimentos tecnológicos no setor tenha se revertido nos últimos anos: o crescimento da importância dos gastos com P&D tornou esta uma área tão estratégica em termos de competitividade para as empresas de papel e celulose quanto para os setores intensivos em tecnologia.⁷⁰

⁶⁸JORGE (1993:32).

⁶⁹JORGE (1993:4).

⁷⁰*Pulp and Paper International*, June 1995.

Apesar do sigilo que envolve atualmente a P&D do setor, é possível identificar algumas tendências de pesquisa tecnológica que ora se desenvolvem.

Segundo JORGE (1993), dentre aos atuais processos de polpação em desenvolvimento e que detêm maiores perspectivas de sucesso comercial estão o ASAM (*alkaline sulphite antroquinone methanol*), o MILOX (*peroxyformic acid pulping*) e o ORGANOCELL. O primeiro deles, ainda em fase de desenvolvimento, deve levar aproximadamente 5 anos para demonstrar sua viabilidade econômica em escala comercial. A grande inovação do MILOX, ainda em estágios iniciais de desenvolvimento, está na capacidade de produzir uma celulose química de qualidade sem o uso do enxofre e do cloro. Estudado desde 1985, suas possibilidades como método de sucesso para o próximo século estão fundadas na produção de celulose com propriedades óticas e de resistência comparáveis ao processo *Kraft*. A vantagem do processo ORGANOCELL, por sua vez, reside na produção de celulose de fácil branqueamento, possibilitando uma utilização mínima de reagentes para este fim, a partir de um método de cozimento em dois estágios: o primeiro consiste no cozimento com metanol e água, seguido de um estágio de cozimento com hidróxido de sódio.⁷¹

Com relação à etapa de branqueamento da celulose, argumenta-se que a eliminação do cloro elementar já era suficiente, em termos científicos, para reduzir os perigos ambientais e para a saúde humana a níveis inofensivos. Ainda assim, o desenvolvimento tecnológico foi levado adiante, no sentido do aprimoramento da tecnologia totalmente livre de cloro (TCF). Não seria um exagero afirmar que se os ambientalistas não estavam satisfeitos com a simples redução do uso do cloro (pela tecnologia ECF), tampouco o mercado se satisfazia com ela. As razões para a insatisfação, contudo, diferiam aqui e ali. Foi o aproveitamento de uma oportunidade de negócio o que alavancou a brutal mudança na tecnologia do branqueamento nos anos 90. Se é verdade que a ação ambientalista esteve na raiz do movimento pela mudança tecnológica TCF, convém considerar que esta ação criou uma demanda ambiental que abriu

⁷¹Atualmente, em locais onde a legislação impede a construção de novas fábricas que se utilizam do processo *Kraft*, estão sendo construídas as primeiras unidades baseadas neste processo. Entretanto, os pesados investimentos e altos custos operacionais requeridos ainda se constituem o principal obstáculo a sua difusão. JORGE (1993:31).

um novo mercado a cuja conquista não tardaram a acorrer as empresas bem posicionadas e com disponibilidade financeira para investimentos.

Além da eliminação total do cloro e dos compostos clorados, o processo TCF abriu perspectivas na direção do sonho de muitos pesquisadores: o circuito fechado da água. Um dos maiores problemas com o circuito fechado sempre foi o fato de que o efluente do estágio do branqueamento é de muito difícil reciclagem devido ao conteúdo de íons cloro. Enquanto o efluente do digestor (lixívia ou licor negro) pode ser reciclado na caldeira de recuperação, como foi descrito no sub-item 3.2.2, o efluente do branqueamento não pode entrar neste ciclo porque os íons são muito corrosivos e poderiam destruir os tubos da caldeira de recuperação. Contudo, a eliminação de íons corrosivos torna teoricamente possível a entrada dos efluentes do branqueamento no ciclo de recuperação de reagentes.

Os possíveis desenvolvimentos tecnológicos nesta etapa colocam em perspectiva uma nova demanda ambiental. O chamado “Efluente Zero” (TEF - *Total Effluent Free*) ou o “fechamento do circuito da água” no branqueamento (CLB - *Closed Loop Bleaching*) não são metas recentes para a P&D na indústria de papel e celulose: no início dos anos 80 alguns desenvolvimentos foram atingidos no Canadá. Contudo, os investimentos nesta área são liderados pela Suécia. Apesar desta liderança, projetos estão sendo desenvolvidos em todas as partes do mundo para a redução dos efluentes do estágio de branqueamento, ou mesmo para sua eliminação total.⁷²

O maior estímulo para os atuais investimentos em fechamento do circuito da MoDo, principal empresa sueca que atualmente pesquisa esta possibilidade, foi a grande demanda

⁷²A liderança sueca pode ser ilustrada neste caso pela implementação pioneira dos principais desenvolvimentos tecnológicos na área de branqueamento e pelo investimento também pioneiro da empresa MoDo no TEF ou CLB. A MoDo recebeu muitas patentes pelo desenvolvimento de tecnologias de branqueamento e tem se inscrito para a obtenção de novas patentes.

PIONEIRISMO DA MoDo

ANO	TECNOLOGIA
1946	uso do dióxido de cloro para o branqueamento
1973	uso do oxigênio para o branqueamento
1992	investimentos para o desenvolvimento do TEF/CLB

Fonte: *Pulp and Paper International*, June 1995.

encontrada por seu papel *Balans*, produto feito a partir de celulose branqueada com um método sulfito totalmente livre de efluentes. O primeiro passo para o desenvolvimento da tecnologia CLB da MoDo foi a redução em cerca de 66% da utilização de água fresca, por meio da filtração dos efluentes do pré-branqueamento. Maiores esclarecimentos não foram prestados por motivos de segredo industrial. O que é possível saber é que nenhuma planta de celulose no mundo conseguiu até o presente momento “fechar” definitivamente o circuito da água. O que há são experiências de fechar o circuito por tempo determinado (de, no máximo, 15 dias).⁷³

Como deve ficar claro pelo exposto, a possibilidade do desenvolvimento da tecnologia CLB é aberta pela eliminação total do cloro (TCF), trajetória que foi estabelecida por empresas européias, particularmente suecas.

As empresas norte-americanas, pelo menos até o momento, optaram predominantemente pela permanência na tecnologia ECF. Teoricamente, a implicação direta deste fato seria a impossibilidade do “fechamento do circuito da água”, devido aos elevados teores de íons cloro no efluente do branqueamento. Entretanto, o aperfeiçoamento de um processo de remoção destes íons, desenvolvido pela Sterling Pulp Chemicals, fornecedora da Champion, permitiu o desenvolvimento por esta última empresa do método da “reciclagem de filtrado de branqueamento” (BFR - *Bleach Filtrate Recycle*). A vantagem deste método, ainda em fase de investigação pré-comercial nos Estados Unidos, é permitir a reciclagem da água sem a necessidade da adoção do branqueamento TCF.⁷⁴

⁷³*Pulp and Paper International*, June 1995.

⁷⁴Embora a corrosão seja a questão mais referida nos artigos sobre o “fechamento do ciclo da água”, há outros problemas técnicos que ainda requerem solução para o alcance de uma tecnologia de “efluente zero” em papel e celulose. *Pulp and Paper International*, June 1995.

III.3.2. ALGUMAS TENDÊNCIAS DE DESENVOLVIMENTO DE VETORES DE DEMANDAS AMBIENTAIS

Se até recentemente as demandas ambientais que afetavam a indústria de papel e celulose chegavam até as empresas na forma de padrões de emissão atmosféricas e de efluentes líquidos necessários à obtenção de licenças de instalação e de operação, é possível dizer que a última década (ou seja, de meados dos anos 80 até o presente momento) marcou o surgimento de novos instrumentos de controle ambiental, os quais chamamos de “vetores de demandas ambientais”, de natureza muito mais complexa que a abordagem regulatória anterior.

São exemplos destes vetores a rotulagem ambiental e os programas de certificação ambiental, além da elaboração de novos instrumentos regulatórios como os Estudos de Impacto Ambiental e a exigência do uso de padrões de controle anteriormente não contemplados pela legislação, como é o caso do parâmetro AOX.

Um exemplo bastante ilustrativo das mudanças regulatórias é o caso das legislações da Alemanha, da Áustria e da Suíça, as quais passaram a proibir a utilização da tecnologia tradicional para a polpação química - o processo kraft - naqueles países. Conforme sustenta JORGE (1993:4), esta proibição, que é válida para a construção de novas plantas, abre um grande espaço para o desenvolvimento das chamadas tecnologias limpas.

A análise dos instrumentos que vêm sendo desenvolvidos para o controle ambiental permite alinhar as tendências de evolução dos vetores de demandas ambientais em duas abordagens: a mandatória e a não-mandatória. A abordagem mandatória é representada pelos atuais avanços da legislação ambiental, principalmente na Europa e nos Estados Unidos. A abordagem não-mandatória representa a tendência mais recente de regulamentação ambiental, cujo desenvolvimento se dá no sentido da valorização das iniciativas voluntárias das empresas no tocante ao tratamento das questões ambientais.

Há pontos de aproximação e de distanciamento entre ambas as abordagens citadas. Com relação aos pontos de aproximação, tanto uma abordagem quanto outra se caracterizam

por: 1) mudar o foco da simples conformidade com relação a padrões de emissão para **como** as empresas alcançam tais padrões, e 2) encarar o controle da poluição do ponto de vista da proteção integrada (ecossistêmica) do meio ambiente, e não apenas sob aspectos compartimentalizados de poluição atmosférica ou dos recursos hídricos.

Quanto aos pontos de aproximação entre as abordagens mandatória e não-mandatória, é conveniente relatar como cada uma delas expressa a mudança de foco da conformidade com os padrões de emissão para a maneira como tais padrões são atingidos e ainda como cada uma passa a incorporar uma visão mais sistêmica do meio ambiente.

É justo recordar que, convencionalmente, não é necessário que sejam feitas mudanças nos processos para que uma empresa entre em conformidade com padrões regulatórios (como DBO, DQO, TSS), uma vez que os processos convencionais de final de circuito possibilitam o alcance destes padrões. Contudo, tanto a abordagem mandatória (representada pela legislação e pelos mecanismos diretos de controle, como o estabelecimento de padrões de emissão) quanto a abordagem não-mandatória (que abrange os esquemas de rotulagem ambiental e de certificação ambiental) estão introduzindo uma nova perspectiva para o controle ambiental segundo a qual as emissões devem ser primeiramente minimizadas através de **modificações tecnológicas processo-integradas** e então encaminhadas para o tratamento de fim de circuito.

i. ABORDAGEM MANDATÓRIA

O Controle Integrado da Poluição (IPC- *Integrated Pollution Control*) foi pioneiramente introduzido na legislação britânica em 1990 em uma lei de amplo escopo chamada *Environmental Protection Act*, e está sendo progressivamente implementado no período 91-96 para controlar as emissões de processos industriais específicos que são considerados as principais fontes das substâncias mais nocivas ao meio ambiente (o setor de papel e celulose está incluído). A principal determinação do IPC inclui o uso da “melhor

tecnologia disponível não acarretando custos excessivos” (BATNEEC - *Best Available Technology Not Entailing Excessive Costs*).⁷⁵⁷⁶

Em 1991, a União Européia lançou a diretiva do Controle e Prevenção Integrada da Poluição (IPPC - *Integrated Pollution Prevention and Control*) como uma importante medida para o Programa Europeu Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. O IPPC é baseado no IPC britânico, e semelhantemente tem o objetivo de prevenir ou minimizar as emissões de uma lista de processos industriais de maneira a **proteger o meio ambiente como um todo**. Tanto o IPC quanto o IPPC expressam a preferência pelo controle das emissões através de modificações no processo, no lugar de tratamento de final de circuito.⁷⁷

Os Estados Unidos, por sua vez, publicaram em 1993 a primeira versão da atualização de sua legislação ambiental, que ficou conhecida como “*Cluster Rules*”.⁷⁸ Esta nova regulamentação representa a última proposta da EPA, Agência de Proteção Ambiental dos EUA, para o controle da poluição e é integrada por duas peças de legislação. Uma diz respeito às emissões atmosféricas e outra aos efluentes líquidos. Semelhantemente ao IPC britânico e ao IPPC europeu, as “*Cluster Rules*” combinam, embora em duas peças separadas, quesitos sobre água e ar em um esforço de criar uma abordagem “ecossistêmica” para o controle da poluição.⁷⁹ Do ponto de vista do controle processo-integrado da poluição, o padrão tecnológico recomendado ou “melhor tecnologia disponível” (BAT - *Best Available Technology*) das “*Cluster Rules*” para celulose *kraft* branqueada é baseado no uso de deslignificação estendida durante a polpação ou deslignificação com oxigênio depois da

⁷⁵O IPC está baseado em um trabalho elaborado pela Comissão Real sobre Poluição Ambiental do Reino Unido nos anos 70, o qual propôs que os poluentes deveriam ser manejados de forma a minimizar o dano ao meio ambiente como um todo, e assim atingir a melhor opção ambiental possível (BPEO - *Best Practicable Environmental Option*). Alguns esforços no sentido do controle específico da poluição de alguns setores já haviam sido conduzidos anteriormente na Europa. Em 1974, o controle setorial havia sido dirigido à indústria química. Mas estes esforços tinham sido abandonados até a década de 90. *Pulp and Paper International*, Dec. 1994.

⁷⁶As melhores tecnologias às quais se referem os termos BAT (*Best Available Technology*) e BATNEEC (*Best Available Technology Not Entailing Excessive Costs*) são definidas setorialmente, de acordo com o processo produtivo em questão.

⁷⁷*Pulp and Paper International*, Dec. 1994.

⁷⁸As principais regulamentações sobre o controle de poluição nos EUA datam de 1970, quando da publicação da Clean Water Act, e de suas subseqüentes modificações (*Pulp and Paper International*, December 1994).

⁷⁹*Pulp and Paper International*, Jun. 1995.

polpação convencional, além de 100% de substituição de cloro elementar por dióxido de cloro no branqueamento (ou seja, branqueamento ECF).⁸⁰

Como é possível verificar pelos exemplos acima, dentro da abordagem mandatória, vários casos podem ser citados para a ilustração da convergência no sentido do uso de uma abordagem “ecossistêmica” da poluição e no do uso prescritivo de um tipo específico de tecnologia processo-integrada para o controle ambiental. Convém, todavia, lembrar que ainda que seja possível discernir traços comuns às abordagens mandatórias entre os diferentes países (e regiões), há que se pensar também nas especificidades nacionais (ou regionais) assumidas por estas mesmas abordagens.

Neste sentido, a comparação entre as políticas ambientais dos EUA e do Reino Unido oferece um exemplo pertinente. Embora as políticas de ambos os países serem representantes da abordagem mandatória, o “estilo de regulação” de cada um dos países diverge profundamente. Segundo ALMEIDA (1994:87), por “estilo de regulação” se entende que “o perfil de uma política específica (no caso, a de meio ambiente) depende das características próprias da área a que se destina, mas também pode estar relacionado com a forma tradicional com que se exerce a regulação governamental no país, vale dizer, as relações históricas entre empresariado e governo.” Assim é que, nos EUA, a opção mandatória é exercida com base em determinações legais estabelecidas senão unilateralmente pela Agência de Proteção Ambiental (EPA), pelo menos por meio de negociações que se dão em um clima de animosidade entre o empresariado e os reguladores, razão pela qual a autora caracteriza o processo regulatório deste país como “altamente legalista e contencioso”. A autora argumenta que no Reino Unido, contrariamente, o processo de negociação se dá de modo cooperativo.

Se é correto afirmar, como faz ALMEIDA (1994), que as relações entre empresariado e *policy-makers* nos EUA têm se caracterizado historicamente pelo confronto no que diz

⁸⁰A questão da adoção desta “BAT” é controversa e encontra resistência por parte da indústria. Outra disputa inclui o confronto entre a proposta da EPA de um padrão tecnológico mínimo para o controle de certos componentes orgânicos voláteis (a “Tecnologia de Máximo Controle Alcançável”, ou *Maximum Achievable Control Technology* - MACT) e a cobrança pela indústria de uma abordagem multi-facetada, que permita maior flexibilidade para o emprego de diferentes opções tecnológicas, ao invés da sugerida abordagem “one-size-fits-all” (*Pulp and Paper International*, Jun. 1995).

respeito às formulações de políticas de controle ambiental, enquanto no Reino Unido essas mesmas relações seriam mais cooperativas, a recente proposta da EPA pode parecer surpreendente. A agência americana está fazendo um esforço incomum para desenvolver um diálogo formal sobre o processo de institucionalização das regras a fim de incluir não apenas as empresas, mas também as organizações ambientalistas, colocando à indústria e à sociedade civil organizada um papel de destaque como atores formais na formulação da política ambiental.⁸¹⁸²

É importante que se ressalte que a abordagem mandatória, a qual inclui o estabelecimento de padrões de emissão e o monitoramento direto das atividades potencialmente poluidoras por um órgão competente, é o tipo de controle ambiental mais difundido em todo o mundo, talvez justamente pelo fato de ser considerado o mais eficaz do ponto de vista ambiental por virtualmente todos os autores que tratam do assunto.

ii. ABORDAGEM NÃO-MANDATÓRIA

Pode-se afirmar que a abordagem não-mandatória inclui as iniciativas de regulamentação que imprimem o caráter radical às mudanças no sistema de controle ambiental nos anos 90. Desta abordagem fazem parte os já citados programas de rotulagem ambiental e os sistemas de certificação ambiental.

O sistema de certificação ambiental pioneiro é o BS 7750 (certificado implantado e gerido pelo British Standard Institute). Ele é adotado como padrão nacional pela Dinamarca, pela Holanda e pelo Reino Unido. Contudo, alguns países-membros da União Européia (Alemanha, Áustria e Itália) não concordaram com esta determinação. A razão para a não

⁸¹ *Pulp and Paper International*, Jun. 1995.

⁸² É preciso, contudo, observar com reservas a reorientação da EPA para a formulação específica de instrumentos de controle da poluição e, mais genericamente, da própria política ambiental, uma vez que tal reorientação se dá em um momento político em que os Republicanos têm maioria instaurada no Congresso Americano. Se esta reorientação se estabelecer como uma tendência, então poder-se-á sustentar que um novo “estilo de regulação” tem lugar nos EUA, e que talvez mude o rumo das negociações sobre as regulações ambientais.

aceitação da BS 7750 pela Alemanha foi o fato de que os critérios deste certificado passam ao largo da verificação do desempenho quantitativo a partir de indicadores apropriados para cada problema ambiental avaliado e da adoção de uma opção tecnológica do tipo BAT.⁸³

Atualmente, a certificação mais discutida no Brasil são as normas da série ISO 14.000, talvez em razão da ampla aceitação da implantação da ISO 9.000 no País. Através da ISO 9.000 procurou-se estabelecer sistemas reconhecidos internacionalmente que permitissem implementar e avaliar procedimentos destinados a garantir a qualidade de produtos fabricados em diferentes partes do mundo, com tecnologias distintas, de tal forma que a preocupação do fabricante com a qualidade pudesse ser certificada com antecedência, reduzindo as perdas econômicas decorrentes de falhas, quebras e desempenho deficiente. Com a finalidade de aferir os resultados da implementação das normas da ISO 9.000, foram estipulados normas e padrões de acompanhamento e supervisão das organizações produtivas certificadas pelo sistema. A ISO 14.001, que trata da normatização a respeito dos impactos das atividades produtivas sobre o meio ambiente, tem como principal exigência o gerenciamento ambiental. O objetivo do gerenciamento ambiental instituído pela ISO 14.001, que foi aprovada em meados de 1995 em Oslo, Noruega, é que a preocupação ambiental passe a fazer parte de todo o processo de gestão, não ficando confinada a um departamento técnico.⁸⁴

Tanto o BS 7750, quanto o EMAS e a ISO 14.000 fazem parte de uma tentativa de aumentar a ênfase em uma metodologia de estímulo à auto-regulação no que diz respeito ao controle da poluição, no lugar da abordagem predominante, mandatória. O caráter “liberal” destas formas de controle não chega a causar surpresa em um período de avanço do ideário neo-liberal e da redução do papel dos governos nacionais em questões de regulamentação das atividades econômicas em geral.

Apesar do caráter voluntário da adesão a estes sistemas de certificação, seria razoável antecipar um crescimento tanto das pressões externas às empresas quanto das pressões

⁸³ A Alemanha queria a inclusão do texto: “com vistas à redução dos impactos a níveis não superiores àqueles correspondentes à aplicação economicamente viável da melhor tecnologia disponível (BAT).” Os conceitos de BAT (*Best Available Technology*) e BATNEEC (*Best Available Technology Not Entailing Excessive Costs*) são utilizados pelo esquema europeu de certificação, o EMAS (*Eco-Management and Audit Regulation*) (*Pulp and Paper International*, June 1995). Tradução da autora.

⁸⁴ *Jornal do Brasil*, 29 de julho de 1995.

internas a elas para a adoção da certificação. As pressões externas seriam representadas pela coerção imprimida por movimentos políticos e sociais, enquanto que as pressões internas resultariam de uma tendência de aceitação por parte de muitas empresas da implantação dos sistemas de gestão ambiental (SGA), bem como os procedimentos de auditoria ambiental capazes de avaliar os resultados alcançados pelos seus SGA.

Quanto às pressões externas, é possível dizer que estes movimentos políticos e sociais deverão ainda se circunscrever principalmente às economias dos países da União Européia, Estados Unidos e Japão, uma vez que a opinião pública e, conseqüentemente, os consumidores destes países têm se mobilizado cada vez mais em torno de temas de caráter ambiental.⁸⁵

Dentre as razões que levariam à adesão voluntária por parte das empresas pode-se destacar a construção de uma imagem pública positiva, a conformidade às exigências de mercados consumidores cada vez mais preocupados com o meio ambiente e a utilização de um instrumental que oferece vantagens indiretas para as atividades de gerenciamento e controle.

Estas são questões que devem ser consideradas quando se trata de formular hipóteses sobre a emergência de novos vetores de demandas ambientais, porquanto a experiência dos últimos anos tem demonstrado que o que hoje parece idealista, amanhã se transforma em norma social ou exigência legal. É lícito, pois, supor que com os sistemas de certificação ambiental não será diferente.

Para finalizar o tratamento das demandas ambientais potenciais, convém ressaltar que tanto a abordagem mandatória como a não-mandatória possuem traços que revelam alguns requisitos fundamentais para que as empresas no futuro estejam aptas a formular respostas rápidas e eficazes ao surgimento destas novas demandas. Estes traços comuns indicam que as empresas serão progressivamente requisitadas a:

1. conhecer cada vez mais aprofundadamente o processo;

⁸⁵O impacto das tecnologias TCF e ECF nos mercados europeus reforçam a idéia de quão rapidamente novas demandas ambientais podem surgir a partir do movimento social representado pela mudança do critério de compra, e como é importante para a companhia o desenvolvimento de habilidades de *marketing* requeridas para monitorar e gerenciar as demandas ambientais.

2. aperfeiçoá-lo continuamente, desenvolvendo ou adotando tecnologias mais seguras e eficientes do ponto de vista ambiental;
3. exercer um controle mais eficaz sobre o processo;
4. prestar maiores informações sobre os efeitos ambientais de seus produtos/processos;
5. pensar no fluxo de materiais (e energia) e nos impactos ambientais ao longo de seus sistemas produtivos;
6. incorporar, definitivamente, a questão ambiental em suas estratégias de inovação tecnológica.

Desta forma, a preocupação da indústria com respeito aos assuntos ligados ao meio ambiente, que durante muito tempo esteve ligado à busca da conformidade (*compliance*) com relação a alguns objetivos estabelecidos pelo órgão ambiental encarregado do controle dos impactos ambientais, se confronta nos anos 90 com um novo aparato regulador mais dinâmico, e que apenas começa a ser desenhado.

De fato os anos 90 parecem marcar a passagem de um estilo de política ambiental que engendrava respostas “reativas” por parte das empresas, para um novo estilo, em princípio menos mandatório, mas nem por isso menos restritivo, e que tende a engendrar respostas preferencialmente “pró-ativas”.

Alçado pelos novos vetores de demandas ambientais à ordem do dia na agenda de competitividade das grandes corporações, as questões ambientais tornam-se tema corrente nas estratégias industriais. O planejamento estratégico tende a envolver toda a corporação, que deve mostrar sua consciência quanto aos impactos ambientais de suas atividades, seu envolvimento em conhecê-los mais detalhadamente, sua disposição em divulgar as informações relacionadas a estes impactos e seu comprometimento em preveni-los ou saneá-los.

A “preocupação de longo prazo” é a principal mudança que diferencia fundamentalmente a posição das empresas na atualidade, com relação a posições anteriores, mais defensivas e comprometidas com metas de conformidade com cobranças de curto prazo.

RESUMO E CONCLUSÕES

Esta dissertação teve por objetivo analisar como a problemática ambiental repercute sobre as estratégias decisórias da indústria de papel e celulose, particularmente no que tange ao processo de inovação e capacitação tecnológica.

O argumento apresentado ao longo da dissertação foi o de que a problemática ambiental tende a ser incorporada pelas estratégias inovativas e de capacitação não apenas como resposta a instrumentos coercitivos de controle ambiental, mas também como ação voluntária para o aproveitamento de oportunidades tecnológicas para a construção de vantagens competitivas.

A elaboração desse argumento foi feita pelo desenvolvimento de três etapas: no primeiro capítulo, a contextualização do debate ambiental, ressaltando as características que lhe confere a importância e a ubiquidade que assume atualmente, inclusive no que tange às decisões dos agentes econômicos; no segundo capítulo, foram analisadas brevemente as interpretações da teoria neoclássica sobre a incorporação da problemática ambiental pelos agentes econômicos e a dinâmica da inovação, apontando as insuficiências desses tratamentos, apresentando-se a seguir uma proposta de enfoque sobre as relações entre as estratégias industriais e as demandas ambientais; no terceiro capítulo, foi realizado um estudo das estratégias de inovação e capacitação tecnológica da indústria de papel e celulose relacionadas à problemática ambiental.

Para compreender a natureza das pressões ambientais, no primeiro capítulo são apresentadas as visões Malthusiana e Neo-Malthusiana dos conceitos de recursos naturais e de escassez, que fornecem os fundamentos do debate sobre meio ambiente.¹ Esse capítulo procurou demonstrar, em um primeiro momento, como os economistas clássicos ingleses abordaram o problema da escassez, apresentando a noção da finitude física dos recursos e a idéia dos limites econômicos, propostas respectivamente por Malthus e Ricardo. Foi a questão do crescimento demográfico e seus impactos sobre a disponibilidade de recursos,

¹ROSENBERG, 1979.

principalmente do “fator terra”, o principal aspecto que chamou a atenção dos economistas clássicos ingleses para o “Mundo Natural”.

No período compreendido entre 1890 e 1920, teve lugar nos Estados Unidos o “Movimento Conservacionista” que rejeitava o conceito clássico que reduzia a natureza ao “fator terra” e conceituava os recursos naturais como as riquezas florestais, hídricas e minerais. Embora a percepção da natureza pela doutrina conservacionista fosse além do fator terra, ela se restringia à idéia de “riqueza natural da Nação”. Entende-se que esse fato deveu-se às preocupações pragmáticas dos conservacionistas com os efeitos econômicos e sociais da escassez de recursos naturais, que representam perdas para a “Nação”.

Assim, as formulações dos economistas clássicos ingleses e as idéias do “Movimento Conservacionista” norte-americano manifestavam um interesse pelo meio ambiente que se caracterizava: 1) pela concepção dos recursos naturais como “fator terra” para os primeiros e como “riquezas naturais da Nação” pelo último; 2) pelo receio da redução dos estoques físicos, ou da **quantidade** desses recursos.

Por outro lado, essas discussões mostram que a temática ambiental é assunto recorrente nos últimos duzentos anos. Se é assim, então o que há de novo no debate atual?

A partir do pós-II Guerra, a importância assumida pela **qualidade** do ambiente natural e pelos aspectos sistêmicos de sua dinâmica passam a constituir o coração do debate ambientalista, de forma que estes dois aspectos tornam-se centrais no debate atual sobre a problemática ambiental.

A questão da qualidade havia sido tratada pela noção de escassez Ricardiana na forma da heterogeneidade qualitativa inerente aos recursos naturais, dada concretamente pelos diferentes graus de fertilidade da terra. O conceito de qualidade presente no discurso atual sobre questões relacionadas ao ambiente natural está referido às alterações derivadas da ação do homem sobre esse ambiente.

Esta dissertação assume a passagem dos anos 60 para os anos 70 como o início do debate ambientalista atual, uma vez que entre os autores consultados é consensual a percepção de que a retomada da discussão sobre população e recursos naturais neste período marca o “renascimento” do ambientalismo.

Nos anos 60, o debate entre os biólogos americanos foi protagonizado por Ehrlich e Commoner. O primeiro, baseando-se em grande parte nas idéias do também biólogo Garrett Hardin, retomou o tema dos impactos do crescimento populacional sobre o meio ambiente. Commoner, por sua vez, chamava a atenção para o fato de que alguns dos riscos ambientais mais perigosos são invisíveis, como a poluição atmosférica e hídrica, a contaminação dos alimentos e a radiação nuclear, introduzindo desta maneira a temática da poluição.

O catastrofismo de Hardin e Ehrlich ganha um importante fórum na década de 70: o Clube de Roma, que contratou uma equipe de pesquisadores do MIT (Massachusetts Institute of Technology) para elaborar um modelo que explicasse as relações entre crescimento (econômico e populacional) e meio ambiente. A equipe, liderada por Dennis Meadows, identificou cinco determinantes limitadores do crescimento: população, produção agrícola, recursos naturais, produção industrial e poluição. Tendo considerado que o avanço tecnológico seria ineficaz para evitar a “tragédia”, Meadows propugnava o “crescimento zero”, principalmente através da adoção de medidas coercitivas quanto ao controle da natalidade no Terceiro Mundo.

Dentre as reações críticas dirigidas ao Relatório Meadows, destaca-se HERRERA (1974). Em sua condição de cientista preocupado com o futuro do Terceiro Mundo, este autor sublinha o fato de que aquilo que é compreendido como um “recurso natural” varia de acordo com o contexto histórico e com as condições tecnológicas de sua exploração e atribui o equívoco fundamental comum a todas as análises catastrofistas à concepção de recursos naturais como estoques fixos e imutáveis. HERRERA demonstra ainda que a catástrofe prevista por modelos como o *Limits to Growth* já era realidade para uma grande parte da humanidade, notadamente para a maior parte dos habitantes dos países subdesenvolvidos. Ademais, argumenta que não existiria uma solução única para os problemas colocados por aqueles modelos, porque as mudanças organizacionais da sociedade e o progresso científico e tecnológico tornam possíveis graus de liberdade muito maiores para lidar com tais problemas.

O discurso alarmista da equipe do MIT teve outros críticos, sendo que ao longo da década de 70 a “asa” pessimista do debate sobre meio ambiente foi perdendo espaço e, na década de 80, difunde-se o conceito de “desenvolvimento sustentável”, que advoga a

possibilidade de conciliação entre as metas de desenvolvimento econômico e proteção do meio ambiente.

Na perspectiva das formulações que marcam os anos 80, o desenvolvimento tecnológico desempenha um papel central para a ampliação do conceito de recursos naturais. Os avanços da moderna biotecnologia, por exemplo, implicam a valorização do material genético, que encontra aplicação no melhoramento de espécies de valor econômico, no desenvolvimento de novas drogas e de matérias-primas para a indústria.

Assim, o capítulo inicial demonstra que a problemática ambiental atual pode ser caracterizada por novas compreensões com respeito à natureza dos problemas ambientais e pelo surgimento de novos *loci* de debate.

A natureza dos problemas atinentes ao meio ambiente pode ser apreendida através de três elementos interdependentes: seu caráter global, sua propriedade intertemporal e sua característica extra-econômica. O caráter global dos problemas ambientais deve-se 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 problemas ambientais têm caráter cumulativo, seus efeitos podem ser irreversíveis e não completamente conhecidos (incerteza sobre os efeitos). Cumulatividade, irreversibilidade e incerteza são elementos que tornam os problemas ambientais 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 não estão inscritos dentro do conjunto de preocupações normais da atividade econômica dos agentes.²

Como novos *loci* do debate, além da comunidade científica e das instâncias de regulamentação pública, novos atores tornam-se interlocutores: as agendas diplomáticas começam a incorporar assuntos relacionados ao tema; organismos multi-laterais, como o Banco Mundial; representantes dos mais variados níveis de governo; organizações não governamentais, como associações de consumidores, sindicatos e entidades ambientalistas; além de representantes dos interesses da iniciativa privada.

²AMAZONAS (1994:103-106).

A mídia representa um papel determinante não apenas na transmissão das informações sobre os problemas ambientais, mas também no estabelecimento e consolidação de um novo conjunto de valores, concernentes ao próprio padrão de consumo das populações. É, portanto, peça fundamental no *marketing* de produtos “ambientalmente corretos” e no estabelecimento de um novo perfil da demanda.

Na linha dessa argumentação, a lógica da ação econômica não pode mais ignorar a dimensão ecológica. Assim, indaga-se sobre que tipo de interpretação é dada pelas Ciências Econômicas à incorporação da problemática ambiental pelos agentes econômicos.

No segundo capítulo, foi visto que o tratamento dos problemas ambientais pelas Ciências Econômicas tem na Escola Neoclássica seu principal representante. Essa corrente trata estes problemas de duas maneiras: pela “Abordagem dos *Inputs*”, o meio ambiente é visto como fornecedor de insumos para os processos produtivos (*Resources Economics*) e pela “Abordagem dos *Outputs*”, ele é considerado um receptor de sub-produtos desses processos (*Environmental Economics*). O que há de comum entre essas abordagens é a preocupação central com a alocação eficiente dos recursos naturais, de acordo com o critério da eficiência econômica.

O critério da eficiência econômica não contempla, contudo, a questão distributiva, tema tratado dentro do arcabouço analítico da Teoria do Bem Estar, na qual o conceito de Ótimo de Pareto é central.³ Uma política “Pareto eficiente” é definida como aquela em que não existem perdas, sejam elas absolutas ou relativas.

Segundo a análise neoclássica, a maximização do bem-estar é garantida pelo mecanismo de mercado que leva à alocação ótima dos recursos. A própria corrente neoclássica reconhece, entretanto, que o estado de concorrência perfeita não corresponde à situação real. As “imperfeições” que surgem no mundo real são designadas como “falhas de mercado”.

A problemática ambiental surgiria de uma falha de mercado que tem na natureza pública dos bens ambientais sua principal explicação, o que impediria a formação de um

³RANDALL (1987).

sistema de preços que refletisse convenientemente os chamados custos ambientais. A ausência de um sistema de preços, por sua vez, possibilitaria a “externalização” ou socialização destes custos, impedindo, finalmente, o alcance da situação de “bem-estar social”.

A existência dessas falhas coloca o problema ambiental como um problema econômico de determinação do *second best*, o que significa dizer, em outras palavras, que se trata de um problema de otimização sob restrição.

Os instrumentos sugeridos pela abordagem neoclássica podem ser agrupados em três categorias: i. estabelecimento de direitos de propriedade; ii. instrumentos tributários, como o uso da taxaço e de subsídios; iii. instrumentos não tributários, como os certificados (ou permissões) comercializáveis. A função desses instrumentos é justamente a superação das “falhas de mercado” através da criação de um sistema de preços, de modo a obrigar os agentes econômicos à internalização dos custos ambientais.

A idéia da incorporação das questões relacionadas à preservação do meio ambiente pelo processo decisório dos agentes econômicos como um processo fundamentalmente reativo, que busca a conformidade (*compliance*) com relação aos instrumentos de controle ambiental, está implícita tanto na apresentação do problema ambiental como um problema de “falha de mercado” quanto na formulação dos instrumentos de controle ambiental pela abordagem da Economia Neoclássica do Meio Ambiente. Dentro dessa perspectiva, a mudança tecnológica aparece como um resultado desejável da aplicação destes instrumentos, interpretação coerente com a abordagem neoclássica a respeito do processo inovativo, onde a tecnologia é considerada um elemento exógeno ao processo econômico e como um fator “corretivo” de desequilíbrios temporários.

A crítica desta abordagem feita pela corrente evolucionista é fundamentada na concepção do fenômeno da inovação tecnológica como um processo dinamizador do sistema econômico e do mercado, este entendido como espaço de enfrentamento de capitais em busca de valorização. A inovação tem, portanto, o sentido da construção de desequilíbrios ou assimetrias, através dos quais a firma pode melhorar sua posição no mercado. As assimetrias criadas a partir das inovações resultam em lucros extraordinários, seja através da criação de novos mercados, ou novos espaços concorrenciais, seja pela alteração de sua posição na estrutura de mercado.

Considerando que o comportamento inovativo da firma é a materialização de um processo de busca por desequilíbrios ou assimetrias, através do qual a firma pode melhorar sua posição no mercado, a pergunta que se coloca é: Como pode ser entendida a relação entre as decisões pelas inovações tecnológicas e a problemática ambiental?

Em primeiro lugar, é conveniente esclarecer que a distinção feita freqüentemente entre tecnologias “ambientais” e tecnologias “normais”, que pode ser encontrada, por exemplo, no texto de KEMP & SOETE (1992), merece, no mínimo, uma qualificação. Embora a mudança tecnológica possa ter como objetivo a conformidade com a legislação ambiental em vigor, a inovação constitui sobretudo um elemento de ação estratégica para a construção de vantagens competitivas. Neste sentido, que é o relevante para a compreensão das relações entre a problemática ambiental e as estratégias de inovação e capacitação tecnológica, não existe diferença entre uma tecnologia “ambiental” e uma “normal”.

O segundo passo para a análise da relação entre as estratégias de inovação e capacitação tecnológica e a problemática ambiental é reconhecer que a incorporação desta por parte dos agentes econômicos tende a representar um caráter “pró-ativo”, na medida em que signifiquem oportunidades de criação de competências na busca de vantagens competitivas.⁴ Dessa forma, o desenvolvimento ou adoção espontâneos de inovações tecnológicas ambientalmente amigáveis como a exploração de uma oportunidade tecnológica têm lugar quando o ambiente seletivo ou concorrencial no qual atua a empresa passa a incorporar a problemática ambiental como questão relevante.

Outro elemento explicativo para a incorporação espontânea da problemática ambiental por parte das estratégias de inovação e capacitação tecnológica dos agentes econômicos é o de “legitimidade contestável”.⁵ Este conceito estabelece que os produtos, atividades e empresas devem passar pelo crivo da aceitação social, e que essa aceitação é normalmente testada no terreno da conformidade com as normas em vigor. Entretanto, o dinamismo e a complexidade da sociedade ensejam a combinação de uma pluralidade de sistemas de legitimidade, de tal forma que a simples conformidade com as normas em vigor não é mais

⁴ROMEIRO & SALLES-FILHO (1995).

⁵GODARD (1993).

suficiente para garantir a segurança de uma empresa contra as mudanças futuras. Tanto as regras de direito podem ser modificadas, quanto outras formas de cancelamento social da legitimidade tendem a ser desenvolvidas através do tempo, sob o efeito ação da opinião pública, das autoridades públicas, da comunidade científica, de sindicatos e outros atores sociais, dentre os quais até mesmo os representantes do próprio setor produtivo.

Enfim, a ameaça de contestação de uma posição econômica estabelecida coloca a possibilidade ou até mesmo o imperativo da gestão antecipativa de possíveis contestações futuras da legitimidade, na forma de uma incorporação espontânea da problemática ambiental pelos agentes econômicos.

A idéia da incorporação dos problemas ambientais pelos ambientes seletivos não deve levar à conclusão de que os problemas ambientais passariam a ser solucionados como decorrência do surgimento de um eventual círculo virtuoso de inovações amigáveis do ponto de vista ambiental. Em primeiro lugar, deve-se considerar que essa incorporação deriva-se da própria lógica de construção dos ambientes concorrenciais, os quais, “por mais permeáveis que sejam às pressões de cunho ambiental, têm preceitos (de ordem econômica) que estabelecem uma hierarquia nas diversas pressões que neles atuam (que como se sabe não são somente, nem prioritariamente, de ordem ecológica).”⁶

Em segundo lugar, mas não menos importante, está o fato de que os problemas ambientais construções científicas e sociais, institucionalizadas a partir da complexa dinâmica entre os mais diferentes atores sociais e econômicos. Isso significa que, além do fato de que as formulações científicas dos problemas se dão em um estado permanente de controvérsia científica, estas formulações passam ainda por uma série de mediações e re-elaborações, as quais são influenciadas pelos próprios agentes econômicos.⁷

Feitas essas considerações a respeito das relações entre a incorporação da problemática ambiental pelas estratégias de inovação e capacitação tecnológica dos agentes econômicos, o último capítulo é dedicado à análise dessas relações na indústria de papel e celulose. Nesse capítulo são desenvolvidas algumas categorias de análise, apontadas as principais pressões

⁶ROMEIRO & SALLES-FILHO (1995:18).

⁷GODARD (1993).

ambientais efetivas e potenciais relacionadas ao setor e identificadas uma série de estratégias de inovação e capacitação tecnológicas com respeito a essas pressões.

A análise das relações entre a problemática ambiental e as estratégias de inovação e capacitação tecnológica no setor de papel e celulose coloca dois problemas: quais são os “problemas ambientais” que se colocam ao setor de papel e celulose e como esses problemas são levados até a esfera de percepção dos agentes econômicos atuantes dentro deste setor? Dessas questões nasce a necessidade da definição de alguns conceitos.

Assim, foi sugerido o conceito de “demandas ambientais”, definido como **o conjunto de fatores relacionados aos impactos ambientais das atividades de um determinado setor industrial, que passam a tomar parte no processo decisório dos agentes econômicos atuantes naquele setor, influenciando seu comportamento estratégico quanto à escolha e/ou ao desenvolvimento de produtos, processos e novas formas organizacionais.**

As demandas ambientais são referidas, portanto, aos impactos ambientais, reais ou imputados, das atividades de um determinado setor. Daí a importância, ressaltada no terceiro capítulo, da forma e do grau de percepção dos agentes econômicos das fontes de impacto ambiental de seu setor ou atividade.

Os veículos pelos quais as demandas ambientais são trazidas à esfera de percepção empresarial são os vetores de demandas ambientais. A importância desses vetores para a indústria em geral e, particularmente, para os setores exportadores e de elevado potencial de impacto ambiental, como é o caso do setor de papel e celulose, reside no fato de que eles têm se tornado importantes elementos de construção de vantagens competitivas e, por vezes, condição *sine qua non* para a permanência em determinados mercados.

As demandas ambientais que afetavam a indústria de papel e celulose até meados da década de oitenta estavam resumidas ao tratamento dos efluentes líquidos e dos odores provenientes do processo produtivo. A partir de então, contudo, as demandas ambientais começam a se ampliar para além da imposição de tratamentos de final de circuito, estendendo-se por todas as áreas da produção de papel e celulose.

Os vetores coercitivos, assim como os voluntários, passam a compor a agenda do setor de papel e celulose, impactando, entre outras, as estratégias de inovação e capacitação tecnológica.

Os vetores voluntários abrangem as decisões de agentes econômicos pertencentes a um determinado setor produtivo, relacionadas à redução dos impactos ambientais de suas atividades, e que influenciam as decisões de outros agentes pertencentes a este mesmo setor em seu comportamento estratégico sobre as escolhas de produtos, processos e formas organizacionais. A idéia de vetores voluntários coaduna-se, por um lado, com a noção de busca de NELSON & WINTER (1982), na medida em que fazem parte das estratégias empreendidas pelas firmas no sentido da procura de uma melhor posição no mercado, ou seja, da criação de assimetrias pela introdução de inovações. Por outro lado, a noção de vetores voluntários se relaciona também com o que GODARD (1993) chamou de “gestão antecipativa de uma legitimidade contestável”. Por estas razões, os vetores voluntários podem ser vistos tanto como estímulos quanto como respostas a transformações no ambiente concorrencial no qual se insere a indústria.

Entende-se por vetores coercitivos medidas de caráter legal, processos de certificação de qualidade de produtos e/ou processos, programas de rotulagem ambiental, manifestações públicas da comunidade local ou dos sindicatos e campanhas promovidas por organizações ambientalistas, as quais influenciam o processo decisório relativo à escolha e/ou ao desenvolvimento de produtos, processos e novas formas organizacionais dos agentes econômicos atuantes em determinado setor produtivo. A idéia de vetores coercitivos relaciona-se com a noção de seleção de NELSON & WINTER (1982), no sentido de que essas medidas passam a ser institucionalizadas, tornando-se parte do ambiente seletivo no qual atuam os agentes.

Tanto os vetores coercitivos quanto os voluntários atuam na conformação dos ambientes seletivos, daí sua importância para as estratégias de inovação e capacitação tecnológica.

A seguir, são apontadas as principais demandas ambientais colocadas para o setor de papel e celulose. Na apresentação das demandas é obedecida a sequência das grandes etapas do processo de fabricação da celulose: florestal, industrial e tratamento de resíduos.

A produção florestal tem sido objeto de maior escrutínio ambientalista por parte não apenas de ambientalistas e autoridades públicas, mas também de fabricantes de papel e celulose nos principais países produtores e consumidores (notadamente Estados Unidos, Canadá, Países Escandinavos, Alemanha e Japão).

As demandas ambientais relacionadas à etapa florestal da produção de papel e celulose alinham-se atualmente em duas tendências complementares: a) a utilização de métodos sustentáveis de manejo florestal e b) o aumento da porcentagem de fibra reciclada contida no produto. A manifestação de ambas as tendências tomam a forma de diversos vetores. Dentre os vetores coercitivos relacionados às duas tendências, destacam-se a rotulagem, a certificação ambiental, o uso de medidas legais e a pressão exercida por entidades ambientalistas.

Uma vez que a obtenção dos certificados e rótulos ambientais para a produção florestal está condicionada ao atendimento de padrões que dizem respeito às condições específicas à produção, consumo e disposição de resíduos nos países indicados acima, pode-se dizer que as demandas ambientais são estabelecidas com base em problemas específicos dos países que as formulam.

Para explicar melhor esta assertiva, tome-se em conta a proibição da prática do *clearcut*, a primeira tendência apontada acima. No caso dos produtores canadenses e escandinavos, o fato de que as florestas nativas de crescimento muito lento são a principal fonte de matéria-prima para a produção de celulose torna inaceitável tal prática naqueles países. No caso das florestas plantadas de eucalipto no Brasil, a prática do *clearcut* não constitui inconveniente. Os problemas ambientais específicos deste tipo de floresta, dentre os quais destacam-se o comprometimento da biodiversidade e a exaustão do solo, são diferentes dos problemas relacionados à exploração das florestas nativas do hemisfério norte. Além disso, na maioria das vezes, as florestas canadenses e escandinavas não são apropriadas privadamente, o que torna sua exploração privada ainda mais controversa, como demonstra o fato das comunidades locais pleitearem a utilização alternativa dessas florestas para atividades de recreação e educação ambiental.

No caso das exigências de elevação da porcentagem de fibra reciclada nos produtos de papel, a segunda tendência de manifestação de demandas ambientais para a produção florestal, é possível dizer que elas se relacionam ao padrão de consumo dos países em questão, uma vez

que procuram solucionar os problemas de disposição do expressivo volume de papel usado (principalmente papel imprensa e de embalagem) nos grandes centros urbanos.

As demandas ambientais estudadas para o setor florestal adquirem importância para o setor de papel e celulose no Brasil na medida em que: 1) suscitam a possibilidade de discriminação de produtos no comércio internacional, uma vez que os países mais exigentes em termos ambientais são justamente os grandes importadores dos produtos brasileiros; 2) incidem exatamente sobre a principal fonte de competitividade da indústria nacional de papel e celulose.

No caso de países como Estados Unidos, Canadá, Países Escandinavos e Alemanha, as estratégias de inovação e capacitação tecnológica para o setor florestal têm se concentrado principalmente em dois objetivos: o aumento do aproveitamento da fibra usada, notadamente pela instalação de usinas de “destintagem” e a redução das áreas submetidas ao *clearcut*.⁸

A principal ação da indústria brasileira de celulose no setor florestal não diz respeito à inovação e capacitação tecnológica, mas sim ao *marketing*. Esta indústria tem procurado modificar sua imagem negativa associada à destruição de florestas apresentando seu envolvimento com a preservação dos ecossistemas nativos, com o plantio de árvores e com o manejo integrado de suas plantações.⁹

O estudo ilustrativo do caso da Aracruz Celulose S.A. confirmou que as demandas ambientais efetivamente colocadas para a atuação da empresa na área florestal dizem respeito à utilização de fibra reciclada e à exigência de práticas de manejo sustentáveis do ponto de vista ambiental. O veículo que tem levado estas demandas à empresa tem sido os pedidos dos clientes. A busca da conformidade com estas demandas se manifesta principalmente pelo seu empenho em esclarecer os clientes quanto à origem da matéria-prima (que estava associada ao desmatamento da floresta amazônica) e pela implantação do certificado do FSC (*Forestry Stewardship Council*), buscando dar uma imagem mais “ambientalmente correta” a seu produto.

⁸*Pulp and Paper International*, vários números.

⁹ JORGE (1993).

Os projetos de P&D desenvolvidos para a área florestal na Aracruz Celulose são os seguintes: exaustão da floresta em termos de nutrientes, consumo de água, qualidade da água, “seqüestro” de CO₂, minimização dos impactos das atividades da silvicultura na qualidade ambiental (água, solo, fauna, flora), redução do período de crescimento das espécies, aumento da resistência das plantações às pragas e redução do consumo específico de madeira (volume de madeira por tonelada de celulose).¹⁰ Com isso, é possível dizer que as estratégias de inovação e capacitação tecnológica para o segmento florestal na empresa estudada estão relacionadas às demandas ambientais **potenciais** colocadas para o setor no Brasil. Estas demandas potenciais estão relacionadas aos problemas relacionados: a) à monocultura (como a perda da biodiversidade e o esgotamento de nutrientes) e b) às características do eucalipto (“drenagem” do solo). Quaisquer extrapolações para efeito do conhecimento dessas estratégias para a indústria brasileira de papel e celulose como um todo careceria, é claro, de um estudo setorial.

Na etapa industrial, a principal demanda ambiental efetiva que se coloca nos anos 90 diz respeito à redução ou à eliminação do uso do cloro no branqueamento da pasta celulósica. A questão do uso do cloro como alvejante ganhou destaque quando o grupo ambientalista *Greenpeace* publicou uma edição falsa da revista alemã *Der Spiegel*, chamada *Das Plagiat*, em um tipo especial de papel feito com polpa celulósica livre de cloro (*chlorine-free*).

As próprias estratégias de inovação tecnológica das empresas líderes do setor contribuíram decisivamente para a conformação da demanda ambiental pela redução/eliminação do cloro no branqueamento da pasta celulósica e para a inclusão do parâmetro AOX (para a detecção de níveis de substância organocloradas nos efluentes e na própria pasta) em instrumentos mandatórios (legislação) e não-mandatórios (como certificações ambientais e programas de rotulagem ambiental - selos verdes) de controle ambiental.

A partir da controvérsia inicial sobre o uso do cloro no branqueamento, a indústria de celulose mundial começou um processo de transformação tecnológica, que acabou por

¹⁰Informações extraídas do questionário aplicado pela autora e das entrevistas realizadas na Aracruz Celulose S.A. em fevereiro de 1996.

envolver outras etapas, além do branqueamento. Inicialmente, as modificações se restringiram à etapa de branqueamento, notadamente através da capacitação tecnológica representada pela adoção de tecnologias já disponíveis. Como o problema do branqueamento da celulose está intimamente relacionado com o teor de lignina residual na polpa, o pré-branqueamento com oxigênio e a substituição do cloro por dióxido de cloro (ECF - *Elemental Chlorine Free*) foram duas estratégias adotadas por um grande número de empresas. Rapidamente, as empresas líderes passaram ao desenvolvimento da polpa totalmente livre de cloro, resultado da principal inovação neste setor (TCF - *Total Chlorine Free*). A necessidade de reduzir o teor de lignina residual teve impactos também sobre o processo de polpação (etapa anterior ao branqueamento). O desenvolvimento do cozimento contracorrente (CCC - *Counter Current Cooking*) permitiu reduzir o nível de lignina durante o cozimento sem o comprometimento da integridade da celulose.

A busca pela redução/eliminação do uso do cloro gerou dois importantes efeitos sinérgicos em termos de inovação e capacitação tecnológica. De uma parte, a eliminação do cloro abriu a perspectiva do fechamento do circuito da água, área de pesquisa que vem se desenvolvendo intensivamente no setor. De outra parte, a busca por um maior controle das variáveis do processo foi um estímulo à considerável difusão dos Sistemas Digitais de Controle Distribuído (SDCD), contribuindo para a maior automação dessa indústria. O eventual sucesso no desenvolvimento do “circuito fechado da água” contribuirá, certamente, para a colocação de uma nova demanda ambiental à indústria de papel e celulose.

O surgimento do novo mercado (para polpas celulósicas totalmente livres de cloro) abriu a perspectiva de lucros extraordinários às empresas que liderassem a oferta do produto.¹¹ Isto explica o comportamento arrojado da Södra Cell ao converter toda a sua capacidade produtiva (cerca de um milhão de toneladas/ano) para o novo método. De fato, o preçopremio de abertura do novo mercado e a possibilidade de aumento na participação de sua

¹¹ A Alemanha é o mercado que concentra maior demanda por fibras TCF, seguida pela Áustria e pela Suíça. *Pulp and Paper International*, August 1992 e September 1992.

produção no mercado europeu de celulose foram os dois estímulos que motivaram a ação estratégica da empresa.¹²

Este é um fato que ilustra com propriedade a idéia de que **a questão ambiental passa a ser incorporada nas estratégias dos agentes econômicos não apenas como uma variável de internalização coercitiva dos custos derivados da exploração do meio ambiente, mas torna-se um elemento de construção de vantagens competitivas, uma oportunidade do aproveitamento de capacitações para a ampliação da participação em mercados já estabelecidos ou mesmo para a segmentação ou o desenvolvimento de novos “nichos” no mercado.**

O problema da utilização do cloro no branqueamento da celulose desencadeou uma série de respostas por parte da Aracruz Celulose. Estas respostas envolvem uma série de procedimentos: cozimento contracorrente (CCC), deslignificação com oxigênio, tecnologias ECF e TCF (esta última desenvolvida pela própria empresa), controle informatizado do processo (SDCD) e o desenvolvimento de P&D com o objetivo da redução do conteúdo de lignina ou a redução da aderência da lignina às fibras das espécies florestais cultivadas.¹³

Na etapa de tratamento de efluentes, os principais parâmetros de controle de qualidade ambiental têm se tornado progressivamente mais restritivos. Recentemente, a regulação direta tem sido complementada pela aplicação extensiva dos padrões de controle de efluentes nos instrumentos não-mandatários (certificados ambientais e selos verdes). A principal mudança nos anos 90 pode ser considerada a inclusão do parâmetro AOX tanto nos instrumentos mandatários quanto nos não-mandatários.

Apesar das exigências colocadas por este tipo de controle ao tratamento de final de circuito (principalmente no sentido da difusão do tratamento secundário dos efluentes), é possível dizer que a adoção do parâmetro AOX para o controle dos efluentes, tanto através do controle mandatório convencional quanto pelo surgimento de instrumentos não-mandatários, tem um grande impacto para efeito de modificações processo-integradas.

¹²O preço da polpa TCF de alto brilho envolvia no 1º bimestre de 92 um prêmio de 25%. *Pulp and Paper International*, March 92.

¹³Entrevistas realizadas na Aracruz Celulose em fevereiro de 1996.

A análise dos vetores de demandas ambientais trazidos no bojo das abordagens mandatória e não-mandatória torna possível dizer que os anos 90 parecem marcar a passagem de um estilo de política ambiental que engendrava respostas “reativas” por parte das empresas, para um novo estilo, em princípio menos mandatório, mas nem por isso menos restritivo, e que tende a engendrar respostas preferencialmente “pró-ativas”.

Dessa forma, a preocupação da indústria com respeito aos assuntos ligados ao meio ambiente, que durante muito tempo esteve ligada à busca da conformidade (*compliance*) com relação a normas ambientais, se confronta, nos anos 90, com um novo aparato concorrencial mais dinâmico, e que apenas começa a ser desenhado.

Alçada pelos novos vetores de demandas ambientais à ordem do dia na agenda de competitividade das grandes corporações, a questão ambiental torna-se tema corrente nas estratégias industriais, fato que demonstra a insuficiência da abordagem convencional neoclássica para a interpretação do processo de incorporação da problemática ambiental pelo processo decisório dos agentes econômicos.

Para a indústria de papel e celulose, setor produtor de *commodities* caracterizado como *supplier dominated*, dois impactos dessa nova situação aparecem como possíveis: elevação dos gastos de P&D nas empresas líderes e o surgimento de possibilidades de diversificação/diferenciação do produto.

Deve ficar claro que as demandas ambientais tendem a se modificar através do tempo, encontrando vetores progressivamente mais complexos para sua manifestação. Além disso, a experiência dos últimos anos tem demonstrado que o que hoje parece idealista, amanhã se transforma em norma social ou exigência legal.

O dinamismo da formulação de novas demandas ambientais coloca alguns requisitos fundamentais para que as empresas estejam aptas a formular respostas rápidas e eficazes, como: a) o conhecimento cada vez mais aprofundadamente o processo; b) seu aperfeiçoamento contínuo, com o desenvolvimento ou adoção de tecnologias mais seguras e eficientes do ponto de vista ambiental; c) exercício de um controle mais eficaz sobre o processo; d) prestação de maiores informações sobre os efeitos ambientais de seus produtos/processos; e) consideração sobre o fluxo de materiais (e energia) e sobre os impactos

ambientais ao longo de seus sistemas produtivos; f) incorporação, de forma definitiva, da questão ambiental em suas estratégias de inovação e capacitação tecnológica.

No caso da indústria brasileira, grande exportadora, a existência de vetores de demandas ambientais externos se apresenta ao mesmo tempo como restrição e oportunidade. A exploração das oportunidades depende de um quadro paradoxal. A gestão da inovação e da capacitação tecnológica em um ambiente de rápida transformação dos vetores de demandas ambientais deve permitir à empresas o usufruto dos benefícios da aderência a determinados padrões, sem contudo comprometer a flexibilidade técnica e a capacidade financeira para promover novas alterações.

BIBLIOGRAFIA

LIVROS

- ACOT, P. *História da Ecologia*. Rio de Janeiro, Ed. Campus, 1990.
- ASSUMPÇÃO, R. M. V., PINHO, M. R. R., CAHEN, R. & PHILIPP, P. Polpação Química. In: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. *Celulose e Papel: Tecnologia de fabricação da pasta celulósica*. Vol. 1, São Paulo, Ed. Escola SENAI "Theobaldo De Nigris", 1988.
- BARNETT, H.J. & MORSE, C. *Scarcity and Growth: the economics of natural resources*. Baltimore and London, The John Hopkins University Press, 1973.
- BAUMOL, W. J. & OATES, W. E. *The Theory of Environmental Policy*. 2ª ed., New York, Cambridge University Press, 1988.
- BOJÖ, J., MÄLER, K. G. & UNEMO, L. *Environment and Development: an economic approach*. Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1992.
- BROMLEY, D. W. *Environment and Economy: Property Rights and Public Policy*. Cambridge, Blackwell, 1993.
- BROWN, L. R. *Qualidade de Vida 1992: salve o planeta: um relatório do Worldwatch Institute sobre o progresso em direção a uma sociedade sustentável*. São Paulo, Ed. Globo, 1992.
- COMMISSARIAT GÉNÉRAL DU PLAN. *L'Économie Face à l'Écologie*. Paris, La Decouverte/LaDocumentation Française, 1993.
- D'ALMEIDA, M. L. O. Fontes de Poluição em Fábricas de Pasta Celulósica. In: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. *Celulose e Papel: Tecnologia de fabricação da pasta celulósica*. Vol. 1, São Paulo, Ed. Escola SENAI "Theobaldo De Nigris", 1988.
- DANILAS, R. M. Branqueamento de Pastas Celulósicas. In: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. *Celulose e Papel: Tecnologia de*

- fabricação da pasta celulósica*. Vol. 1, São Paulo, Ed. Escola SENAI “Theobaldo De Nigris”, 1988.
- DASGUPTA, P. Environmental Management Under Uncertainty. In: SMITH, V. K. & KRUTILLA, J. V. (Eds.) *Explorations in Natural Resources Economics*. Baltimore and London, The Johns Hopkins University Press for Resources for the Future, 1982.
- DEVARAJAN, S. & FISHER, A. Measures of Natural Resource Scarcity Under Uncertainty. In: SMITH, V. K. & KRUTILLA, J. V. (Eds.) *Explorations in Natural Resources Economics*. Baltimore and London, The Johns Hopkins University Press for Resources for the Future, 1982.
- DORFMAN, R. An Economist's View of Natural Resource and Environmental Problems. In: REPETTO, R. *The Global Possible: resources, development and the new century*. Binghamton, New York, Vail-Ballou Press, 1984.
- FISHER, A.C. *Resource and Environmental Economics*. New York, Cambridge University Press, 1990.
- FREEMAN III, A. M., HAVEMAN, R. H. & KNEESE, A. V. *Economics and Environmental Policy*. New York, John Wiley & Sons, 1973.
- FREEMAN III, A. M. Methods for Assessing the Benefits of Environmental Programs. In: KNEESE, A.V. & SWEENEY, J. L. (Eds.) *Handbook of Natural Resources and Energy Economics*. Vol. 1, Elsevier Science Publishers B. V., 1985.
- HERFINDAHL, O. C. *Resource Economics: selected works of Orris C. Herfindahl*. Edited by David D. Brooks. Baltimore and London, The Johns Hopkins University Press, 1974.
- HERRERA, A.O. *Los Recursos Minerales y los Limites des Crecimiento Económico*. Buenos Aires, Siglo Veintuno Editores, 1974.
- KAMIEN, M. I. & SCHWARTZ, N. L. “The Role of Common Property Resources in Optimal Planning Models with Exhaustible Resources”, In: SMITH, V. K. & KRUTILLA, J. V. (Eds.) *Explorations in Natural Resources Economics*. Baltimore and London, The Johns Hopkins University Press for Resources for the Future, 1982.

- KEMP, R. & SOETE, L. Inside the “green-box”: on the economics of technological change and the environment. In: FREEMAN, C. & SOETE, L. (Eds.) *New Explorations in the Economics of Technical Change*, London and New York, Pinter Publishers, 1990.
- LEWIS, T.R. Theoretical Analysis of Exhaustible Resources. (Introductory Note) In: SCOTT, A. (Ed.) *Progress in Natural Resource Economics: essays in resource analysis by members of the programme in Natural Resource Economics (PNRE) at the University of British Columbia*. New York, Oxford University Press, 1985.
- MADDOX, J. *El Síndrome del Fin del Mundo*. Barcelona, Barral Editores, 1974.
- MALTHUS, T. R. *An essay on the Principle of Population and a Summary View of the Principle of Population*, New York, Penguin Books, 1979.
- NEVES, J. M. Polpação de Alto Rendimento e Semi-Química. In: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. *Celulose e Papel: Tecnologia de fabricação da pasta celulósica*. Vol. 1. São Paulo, Ed. Escola SENAI “Theobaldo De Nigris”, 1988.
- MCCORMICK, J. *Rumo ao Paraíso: a história do movimento ambientalista*. Rio de Janeiro, Ed. Relume-Dumará, 1992.
- MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D., RANDERS, J. & BEHRENS III, W.W. *The Limits to Growth: a report for the Club of Rome’s project on the predicament of mankind*. New York, The New American Library Inc., 1972.
- NELSON, R. & WINTER, S. *An Evolucionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press, 1982.
- PEARCE, D., BARBIER, E. & MARKANDYA, A. *Sustainable Development: economics and environment in the Third World*. London, Edward Elgar Publishing Ltd., 1990.
- PEPPER, D. *The Roots of Modern Environmentalism*. London & New York, Routledge, 1986.
- RANDALL, A. *Resource Economics: an economic approach to natural resource and environmental policy*. John Wiley & Sons Inc., 1987.

- REES, J. *Natural Resources: allocation, economics and policy*. 2ª ed., London, Routledge, 1990.
- RICARDO, D. *Princípios da Economia Política e Tributação*, São Paulo, Ed. Nova Cultural, 1988.
- ROBERTS, P.C. Malthus and After: A Retrospective Look at Projection Models and Resource Concerns. In: MCLAREN, D.J. & SKINNER, B.J.(Eds.) *Resources and World Development*. S. Bernhard, Dahlem Konferenzen, John Wiley & Sons Ltd., 1987.
- ROSENBERG, N. *Tecnología y Economía*. Barcelona, Ed. G. Gilli, 1979.
- SCHMIDHEINY, S. *Mudando o Rumo: uma perspectiva empresarial global sobre desenvolvimento e meio ambiente*. Rio de Janeiro, Ed. Fundação Getúlio Vargas, 1992.
- SCHUMPETER, J. A. *Capitalismo, Socialismo e Democracia*, Rio de Janeiro, Ed. Zahar, 1994.
- SCHUMPETER, J. A. *Teoria do Desenvolvimento Econômico*. São Paulo, Coleção os Economistas, Ed. Abril Cultural, 1983.
- SCOTT, A. *Progress in Natural Resource Economics: essays in Resource Analysis by members of the Programme in Natural Resource Economics (PNRE) at the University of British Columbia*. New York, Oxford University Press, 1985.
- SIMONSEN, M. H. *Teoria Microeconômica*. vol. 1, 2ª ed., Rio de Janeiro, Ed. FGV, 1979.
- SMITH, V. K. & KRUTILLA, J. V. *Explorations in Natural Resources Economics*. Baltimore and London, The Johns Hopkins University Press for Resources for the Future, 1982.
- THOMAS, K. *O Homem e o Mundo Natural*. São Paulo, Ed. Cia das Letras, 1987.
- YOUNG, O. R. *Natural Resources and the State: the political economy of resource management*. Berkeley and Los Angeles, University of California Press, 1981.

PERIÓDICOS

- AMARAL, S.S. Meio Ambiente na Agenda Internacional: Comércio e Financiamento. *Coleção Documentos, Série Assuntos Internacionais n° 33*. São Paulo, Instituto de Estudos Avançados - IEA/USP, novembro de 1994.
- BÉRIOT, L. La Charte pour le développement durable: seize principes pour un nouveau modèle économique. *Futuribles*, (163): 66-75, mars 1992.
- BONNY, S. & DAUCÉ, P. Les Nouvelles Technologies en Agriculture: une approche technique et économique. *Cahiers d'Économie et Sociologie Rurales*, (13):5-33, 1989.
- DEVARAJAN, S. & FISHER, A. Hotelling's "Economics of Exhaustible Resources": Fifty Years Later. *Journal of Economic Literature*, 19:65-73, March 1981.
- DIÁRIO DO COMÉRCIO E INDÚSTRIA, vários números.
- FINANCIAL TIMES, Friday May 24 1991.
- FONSECA, M. da G. D. A indústria de papel e celulose no Brasil: um estudo sobre competitividade e meio ambiente. *Informações Econômicas*, 25(10):11-32.
- GAZETA MERCANTIL, Balanço Anual da Gazeta Mercantil 94/95. São Paulo, Melhoramentos, 1994.
- GAZETA MERCANTIL, vários números.
- HARDIN, G. The Tragedy of the Commons. *Science*, 162(3859):1243-1248, 13 dez. 1968.
- HOLDEN, C. Ehrlich versus Commoner: an environmental fallout. *Science*, 177(4045): 245-47, 21 jul. 1972.
- HOTELLING, H. The Economis of Exhaustible Resources. *The Journal of Political Economy*, 39(2):137-75, April 1931.
- MOTTA VEIGA, P. Evidências sobre as relações entre comércio e meio ambiente no Brasil. *Revista Brasileira de Comércio Exterior*, (41): 73 - 95, 1994.
- O'RIORDAN, T. Environmental Ideologies. *Environment and Planning*, (9):3-14, 1977.

PEARCE, D. W. & MARKANDYA, A. Pricing the Environment. *The OCDE Observer*, vol. 151, apr./may 1988.

POLE, N. An Interview with Paul Ehrlich. *The Ecologist*, 3(1): 18-24, jan. 1973.

PULP AND PAPER INTERNATIONAL, vários números.

SANDBACH, F. The Rise and Fall of the Limits to Growth Debate. *Social Studies of Science*, 8: 495-520, 1978.

SOLOW, R. M. The Economics of Resources or the Resources of Economics. *American Economic Review*, 64(2):1-14, May 1974.

OUTRAS REFERÊNCIAS

AMAZONAS, M. C. *Economia do Meio Ambiente: uma análise da abordagem neoclássica a partir de marcos evolucionistas e institucionalistas*. Campinas, IE/UNICAMP, Dissertação de Mestrado, 1994.

ALMEIDA, L. T. *Instrumentos de Política Ambiental: debate internacional e questões para o Brasil*. Campinas, IE/UNICAMP, Dissertação de Mestrado, 1994.

ARACRUZ CELULOSE S.A. *Relatório Anual / Annual Report*. Rio de Janeiro, 1994.

ARACRUZ CELULOSE S.A. *Recursos Naturais: Relatório Técnico Anual*. Gerência de Controle Técnico, Barra do Riacho, ES, 1994.

ARACRUZ CELULOSE S.A. *Fatos e Números*. Barra do Riacho, ES, 1995.

ARACRUZ CELULOSE S.A. *The Eucalyptus and Sustainable Pulp Production in Brazil. Facts & Figures*, Barra do Riacho, ES, 1996.

BUFFAUT, P. *Evolution de la Pensée Sanitaire sur 100 ans dans le domaine de l'eau au travers des règles d'hygiène*. Université Paris Val de Marne, Ministère des Affaires Sociales et de l'Emploi, 1986.

- CAPPS, C. & COCKRAM, R. *Impact of Environmental Legislation on the Pulp and Paper Industry in the 1990s*. A Multi-Client Report by The Price & Pierce Group and NLK-Celpap consultants, Surrey, UK, August 1991.
- CASTILHO, M. dos R. *Barreiras Não-Tarifárias: O Caso da Imposição de Restrições Ambientais Sobre as Exportações Brasileiras de Papel e Celulose*. Rio de Janeiro, IEI/UFRJ, Dissertação de Mestrado, 1994.
- CDMAALC *Nuestra Propia Agenda*, mimeo. 1990.
- CMMAD/ONU (1987) *Nosso Futuro Comum*. 2ª ed., Rio de Janeiro, Editora Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- EC COMMISSION *Eco Labelling Proposals*, EEC Ad Hoc Working Groups Final Proposal for Criteria for Paper Products, mimeo. January 1993.
- FONSECA, M. da G. D. *Indústria de papel e celulose no Brasil: competitividade e meio ambiente*. (versão preliminar) Sustainable Paper Cycle Project, Regional Workshop - Latin America Perspective, Rio de Janeiro e London, IIED, mimeo. 1995.
- MENDONÇA JORGE, M. Competitividade da Indústria de Celulose. In: COUTINHO, L. (Coord.) *Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira*. Campinas, IE/UNICAMP - IEI/UFRJ - FDC - FUNCEX, 1993.
- MENDONÇA JORGE, M. Competitividade da Indústria de Papel. In: COUTINHO, L. (Coord.) *Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira*. Campinas, IE/UNICAMP-IEI/UFRJ-FDC-FUNCEX, 1993.
- ONUDI, *Industrie et Développement dans le Monde: Rapport 1990/91*. Vienne, 1990.
- OTA, Congress of The United States Office of Technology Assessment. *Green Products by Design: Choices for a Cleaner Environment*. September 1992.
- PALADINO, G. G. *Papel, Técnica e Capital: estudo sobre a evolução e mutação nos processos de trabalho e de produção do papel e análise do desenvolvimento do setor papeleiro no Brasil*. Belo Horizonte, CEDEPLAR/UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Dissertação de Mestrado, 1985.

- PAULINO, S. R. *A Indústria de Pesticidas Agrícolas no Brasil: dinâmica inovativa e demandas ambientais*. Campinas, DPCT/UNICAMP, Dissertação de Mestrado, 1993.
- POSSAS, M. L. , SALLES-FILHO, S. L. M. & SILVEIRA, J. M. F. J. *The Dynamics of Innovation in Agriculture: some preliminary remarks*. Text presented at Eunetic Conference, Strasbourg, 05-07 September, 1994.
- RAUCHS, A. & WILLINGER, M. *Experimental Evidence on the Irreversibility Effect*, mimeo. Forthcoming in "Theory and Decision", 4(1):51-78, 1996.
- ROMEIRO, A. R. & SALLES-FILHO, S. L. M. *Dinâmica de Inovações sob Restrição Ambiental*. Texto apresentado no I Seminário de Economia do Meio Ambiente do Instituto de Economia da UNICAMP, Campinas, Novembro, 1995.
- SERÔA DA MOTTA, R. Política de Controle Ambiental e Competitividade. In: COUTINHO, L. (Coord.) *Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira*. Campinas, IE/UNICAMP-IEI/UFRJ-FDC-FUNCEX, 1993.
- UNCTAD United Nations Conference on Trade and Development Programme on Transnational Corporations. *Environmental Management in Transnational Corporations: report on the benchmark corporate environmental survey*. New York, United Nations Publication, 1993.
- WORLD BANK, *World Development Report 1992: development and the environment*. New York, Oxford University Press, 1992.