

II ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA
DE ECONOMIA ECOLÓGICA

São Paulo - Novembro de 1997

Mesa II:
ECONOMIA ECOLÓGICA:
teoria, metodologia e análise empírica

Título:
IMPACTOS AMBIENTAIS HÍDRICOS DA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA
- Um Estudo das Grandes Empresas do Vale do Rio Piracicaba /MG -

Autores:

Haroldo Gama Torres - Doutor em Ciências Sociais pela Universidade Estadual de Campinas e pesquisador da Fundação SEADE/SP.

Marcelo Pinho - Professor do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos (DEP/UFSCar).

Ricardo Machado Ruiz - Professor do Departamento de Economia da Faculdade de Ciências Econômicas (FACE) e pesquisador do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Rodrigo Simões - Professor do Departamento de Economia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (DCE/PUC-MG) e do Departamento de Economia da Faculdade de Ciências Econômicas (FACE) e pesquisador do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Endereço Postal:

Faculdade de Ciências Econômicas (FACE/UFMG)
Rua Curitiba, 832 , 7º andar
30170-120 Belo Horizonte - MG
Tel: (031) 271 6511 FAX: (031) 201 3657
E-mail: rmruiz@cedeplar.ufmg.br

APRESENTAÇÃO

O presente documento apresenta as conclusões parciais de estudos do projeto "Impactos Econômico-Espaciais e Ambientais da Indústria no Vale do Piracicaba", referente ao contrato entre a Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico/ Ciências Ambientais (PADCT/CIAMB) e a Universidade Federal de Minas Gerais/ Instituto de Ciências Biológicas/Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional/ Faculdade de Economia (UFMG/ICB/CEDEPLAR/FACE), coordenado pelo Prof. Dr. João Antônio de Paula (UFMG/FACE/CEDEPLAR), a quem agradecemos o apoio e estímulo na elaboração desse artigo e de outros trabalhos.

RESUMO

Este artigo discute as relações entre a estrutura industrial e seus impactos no meio ambiente. O espaço econômico e ambiental delimitado é um conjunto de grandes empresas siderúrgicas que possuem instalações na bacia do Rio Piracicaba/MG. A variável ambiental a ser analisada é a poluição hídrica no período 1985-1995.

O trabalho está dividido em três partes. A parte introdutória apresenta a metodologia a ser utilizada: o estudo das mudanças na estrutura industrial seguida da construção de um conjunto de matrizes de poluição industrial.

Na segunda parte, postula-se a existência de relações entre as opções estratégicas das empresas e seu impacto ambiental. Seis fatores foram considerados os mais relevantes para a análise dos impactos ambientais: (i) as perspectivas de expansão horizontal das atividades e as formas de realizá-la, (ii) a capacitação, aprendizado e seleção tecnológica, (iii) a amplitude das operações em termos produtos e setores de atividade, (iv) a definição dos mercados de destino, (v) a qualificação dos sistemas de gestão, (vi) a escolha dos canais de financiamento. Além desses fatores, dois outros foram identificados: (vii) os encadeamentos tecnológicos intersetoriais e (viii) a inserção da unidade industrial em um grupo industrial multiplanta.

Balizadas pela análise da estrutura industrial, são construídas as matrizes de poluição industrial e identificados os impactos ambientais nos recursos hídricos. As principais conclusões indicam que uma diversidade de impactos no meio ambiente estão relacionados com as mudanças na estrutura tecnológica e econômica do setor e, principalmente, com configuração produtiva das empresas. Três são as conclusões principais: i) tudo parece apontar para a necessidade de uma legislação e monitoramento ambientais que se preocupem com a concentração relativa de fatores poluentes e - também - com os níveis absolutos de rejeitos, ii) a legislação pode se tornar menos permissiva, iii) o auto-monitoramento ambiental não se mostrou um bom instrumento de controle da poluição.

Em seguida, na terceira parte, são apresentadas algumas considerações sobre a articulação das políticas regionais, industriais e tecnológicas e de proteção ao meio ambiente.

SUMÁRIO

1. METODOLOGIA

- | | |
|---|---|
| 1.1. Poluição Hídrica e Produção Industrial | 2 |
| 1.2. As Matrizes da Poluição Industrial | 3 |

2. ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

- | | |
|--|---|
| 2.1. Vínculos entre as Estratégias Industriais e o Meio Ambiente | 4 |
| 2.2. Os Impactos da Estrutura Produtiva | 6 |
| 2.3. As Matrizes de Poluição Industrial | 8 |

3. NOTAS SOBRE POLÍTICAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

- | | |
|---|----|
| 3.1. Políticas de Desconcentração Industrial | 18 |
| 3.2. Alocação de Recursos e Impactos Ambientais | 19 |
| 3.3. Políticas Industriais Setoriais | 20 |
| 3.4. A Eficiência das Políticas Públicas | 23 |

BIBLIOGRAFIA

24

1. METODOLOGIA

1.1. Poluição Hídrica e Produção Industrial

Como forma geral de organizar este trabalho, partimos de três opções metodológicas bastante simples: trabalhar apenas com quatro empresas, que respondem por mais de 70% do valor de produção da indústria de transformação da região e que são as mais poluentes; considerar apenas um leque restrito de poluentes, os mais freqüentemente monitorados; buscar associar esses poluentes com os volumes e características de produção gerados por essas indústrias. As principais justificativas de tais opções são as seguintes:

(i) A leitura do texto Cetec (1988a), a respeito das fontes de poluição hídrica no bacia do Rio Piracicaba revelou que um número pequeno de indústrias era responsável por uma parcela significativa da poluição industrial produzida na área do Piracicaba. De fato, excluída a poluição industrial hídrica de origem orgânica (cujo principal gerador era a usina Alcoolprata, já fechada), o documento indica que apenas quatro empresas do setor siderúrgico (Usiminas, Acesita, Cosigua/Cimetal e Belgo-Mineira) eram responsáveis por mais de 80% de toda a poluição industrial potencial¹. A única outra grande empresa próxima é a Cenibra, que, no entanto, não constava desse relatório. Assim, nossa primeira opção metodológica foi o de reduzir o âmbito de nossa investigação trabalhando com apenas quatro empresas.

(ii) O documento do Cetec (1988a) também mostrou que, ao menos do ponto de vista das indústrias siderúrgicas, existia um leque muito preciso de indicadores de poluição hídrica a ser pesquisado: presença de sólidos em suspensão (turbidez), óleos e graxas, amônia, fenóis, cianeto e fluoreto². A vantagem desses indicadores é que eles não são, de modo geral, influenciados pela poluição derivada do processo de urbanização, permitindo, assim, isolar os efeitos produzidos diretamente pela indústria. Assim, assumimos, como segunda opção metodológica, que os registros de sua presença nas águas do Rio Piracicaba refletiam sobretudo essas atividades industriais, das áreas próximas aos pontos de coleta de dados;

1 Um aspecto decepcionante do estudo foi o fato de estar baseado em potenciais de poluição: “o parâmetro utilizado para aferir a estimativa de emissão é o “Fator de Emissão”, que expressa a quantidade de poluente (em kg) emitida em cada tonelada de produto obtido ou de matéria-prima utilizada pela indústria. Os fatores de emissão utilizados neste trabalho são extraídos, em sua maior parte, de uma literatura americana e refletem, portanto, a tipologia industrial existente no país” (Cetec, 1988a: 6).

2 Outros poluentes, como metais pesados, por exemplo, não foram aqui considerados por falta de dados.

(iii) No entanto, nosso problema não tem a ver apenas com a estimativa do volume de poluentes, mas sua comparação com as características da produção.

Embora simples, essa metodologia revelou-se bastante complexa do ponto de vista das fontes de dados. De modo geral, foi mais simples obter indicadores de poluição do que relacioná-los com o volume e características da produção realizada por essas empresas. Além disso, as informações obtidas, que são afetadas pelas características técnicas de sua coleta, podem também ser distorcidas em face dos interesses e pressões em jogo no campo ambiental.

1.2. As Matrizes da Poluição Industrial

O estudo da poluição industrial na bacia do Rio Piracicaba, em sua relação com os processos de produção, terá sua organização lógica estruturada num modelo matricial. Esse modelo será composto nas linhas pelas indústrias estudadas e nas colunas pelos poluentes ou produção gerados:

(i) **A Matriz Teórica** — Será elaborada a partir dos dados de impactos potenciais de poluição presentes na literatura técnica a respeito das relações técnicas poluentes-produção e a estrutura de cada empresa selecionada;

(ii) **A Matriz Institucional** — Derivará de informações das empresas e da Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM) a respeito dos atuais estágios de controle, desagregados por poluentes;

(iii) **A Matriz do Rio** — Resultante do cotejamento entre as matrizes anteriores e comparada com os dados produzidos no projeto PADCT/CIAMB;

(iv) **A Matriz da Produção** — Nessa matriz, avaliamos a evolução quantitativa e qualitativa da produção realizada por essas indústrias e das características técnicas e econômicas dos empreendimentos;

(v) **A Matriz da Poluição** - Como resultado da manipulação algébrica das matrizes anteriores, chegaremos a hipóteses sobre o volume de poluição gerado por essas empresas ao longo do tempo.

2. ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

2.1. Vínculos entre as Estratégias Industriais e o Meio Ambiente

O debate em torno das relações entre atividades econômicas, espaço e meio ambiente já alcança largos horizontes. Nessa discussão, existem relações que já se

apresentam como consensuais, outras ainda são reconhecidamente exploratórias. Para balizar o estudo, optou-se por selecionar algumas dessas proposições e avaliá-las tomando como referência algumas empresas que compartilham o mesmo espaço econômico e ambiental

Sustentamos a hipótese de que a decisão quanto às alternativas estratégicas que se colocam para as empresas não é neutra do ponto de vista do impacto ambiental, havendo um conjunto de elementos sujeitos à decisão estratégica que, em princípio, comportam impacto regional e ambiental significativo e diferenciado. Nesse sentido, conhecer a orientação dessas estratégias tanto no âmbito da firma quanto no nível mais alto de decisão (o corporativo, referido ao grupo empresarial em que ela eventualmente se insira) foi indispensável para a compreensão de sua situação atual e, mais ainda, para a previsão de desdobramentos futuros.

A proposição de que virtualmente todo o conjunto de estratégias empresariais de firmas industriais tem impacto ambiental relevante dificilmente encontraria forte contestação. Desde os âmbitos mais óbvios da escolha da escala e da alternativa tecnológica para as unidades produtivas até outros menos evidentes, como a qualificação dos recursos humanos e o desenvolvimento dos sistemas de gestão e organização da produção, passando pela definição dos mercados e canais de financiamento prioritários, decisões estratégicas desse tipo repercutem direta e indiretamente sobre a dinâmica regional e o meio-ambiente. Uma relação, reconhecidamente apriorística, dos elementos centrais no tocante ao impacto ambiental das estratégias empresariais não poderia deixar de incluir os seguintes:

(i) Perspectivas de expansão horizontal das atividades e forma de realizá-la. É evidente que o nível de produção de resíduos das operações guarda, tudo o mais constante, relação, ainda que não necessariamente proporcional e direta, com a escala em que a produção é conduzida. Portanto, estratégias que contemplem a ampliação de plantas já instaladas ou a implantação de novas unidades têm um claro impacto ambiental, cujo horizonte geográfico depende de decisões locacionais e de características próprias da atividade. Por outro lado, se a expansão de uma empresa em seus mercados de origem se faz pela aquisição de concorrentes já estabelecidos, a situação é naturalmente diversa;

(ii) Capacitação, aprendizado e seleção tecnológica. As opções existentes quanto à tecnologia de produção de um determinado bem muitas vezes implicam diferentes requisitos em termos de uso de recursos naturais e geração de resíduos e

efluentes. Além disso, empresas mais habilitadas do ponto de vista de estruturas dedicadas ao desenvolvimento tecnológico estão, em princípio, mais preparadas para responder às demandas de maior controle do seu impacto ambiental. Somam-se às estruturas privadas de geração e aprendizado tecnológico, as instituições públicas de P&D, de treinamento de mão-de-obra, de regulamentação e controle de procedimentos produtivos que condicionam profundamente o circuito da invenção-inovação-difusão;

(iii) Amplitude das operações em termos de linhas de produto e setores de atividade. Como o impacto regional e ambiental dos vários ramos industriais e, dentro deles, das diversas linhas de produto não é homogêneo, as decisões empresariais quanto às alternativas possíveis têm impacto ambiental diferenciado. Especialização ou diversificação setorial, integração vertical para frente ou para trás, enobrecimento do *mix* ou concentração em itens mais simples são exemplos de opções estratégicas que comportam resultados distintos quanto ao impacto ambiental³;

(iv) Definição dos mercados de destino da produção. A orientação das vendas para mercados com exigências mais rigorosas de controle ambiental induz as empresas a se capacitarem mais nesta área. Por conseguinte, as opções mercadológicas quanto às regiões em que a produção é colocada afetam o impacto ambiental das operações e a definição espacial dos investimentos;

(v) Qualificação dos sistemas de gestão da produção e dos recursos humanos. A adoção de estratégias gerenciais e organizacionais modernas que procurem aprimorar a produtividade (particularmente quando voltadas para a redução dos níveis de desperdício e geração de rejeitos) e garantir a qualidade tende a melhorar os indicadores ambientais da firma ou pelo menos a facilitar a incorporação de normas ambientais aos parâmetros de acompanhamento do desempenho das plantas. Isto é particularmente verdadeiro quando aquelas estratégias contemplam um papel importante para a capacitação da força de trabalho;

(vi) A escolha dos canais de financiamento dos investimentos tampouco é neutra do ponto de vista ambiental. Bancos de fomento estatais e instituições multilaterais não raramente incluem compromissos neste campo entre as exigências contratuais.

3 Uma hipótese a princípio bastante plausível é a de que estratégias empresariais que priorizem a atuação nos elos iniciais das cadeias produtivas sejam mais agressivas ao meio-ambiente, isto por conta do caráter de uso intensivo de recursos naturais e pela própria natureza dos processos produtivos da maioria dos bens intermediários e insumos básicos.

2.2. Os Impactos da Estrutura Produtiva⁴

A análise das estratégias das grandes empresas siderúrgicas localizadas na bacia do Rio Piracicaba confirmou a hipótese apresentada, qual seja: a decisão quanto às alternativas estratégicas tem vínculos importantes com os impactos ambientais.

Dos seis fatores de influência inicialmente considerados como decisivos para a avaliação do impacto ambiental, todos apresentaram-se em diferentes graus relevantes. Os condicionantes estruturais da indústria (inserção na estrutura produtiva, escalas mínimas de produção etc) - e as características específicas das firmas (capacidade financeira, segmentos de mercados prioritários, controle do capital etc) definiram as opções estratégicas e os possíveis desdobramentos sobre o ambiente. A expansão horizontal das atividades e a forma como são implementadas, a trajetória tecnológica associada a essa expansão, o escopo das linhas de produtos e os setores de atividades relacionados. Os mercados de destino da produção, a gestão da produção e dos recursos humanos e as condições de financiamento e as instituições públicas de P&D mostraram-se também importantes condicionantes dos impactos ambientais. Contudo, esses fatores, em grande medida institucionais e públicos, dependeram de dimensões analíticas não estritamente relacionadas ao cálculo econômico privado.

Dois outros aspectos, antes não inicialmente considerados, foram também identificados como relevantes para a análise: a delimitação do espaço estratégico das empresas e os encadeamentos tecnológicos interindustriais.

(vii) A delimitação do núcleo decisório. Demonstrou-se que as empresas são partes de uma estrutura de capital (grupo econômico-industrial) que tem em outras empresas/unidades produtivas interesses específicos e que refletem as diferenças técnicas e econômicas. A interação dessas diversas empresas delineia estratégias que não são explicadas somente pelo perfil econômico de uma unidade produtiva. Mostrou-se imperativa a avaliação de estratégias implementadas em outras regiões e empresas. Observando-se as estratégias empresariais mais gerais, os impactos ambientais locais passaram a ser condicionados indiretamente (ou diretamente) por decisões relacionadas a outras unidades produtivas e mercados; essa constatação foi particularmente importante para a análise da eficiência de políticas de proteção ao meio ambiente delimitadas espacialmente.

⁴ A descrição detalhada das estratégias encontra-se em Pinho & Ruiz (1996). Esse tópico apresenta somente os pontos considerados centrais na relação Indústria-Meio Ambiente e que foram identificados no estudo das empresas selecionadas.

(viii) **As fontes de inovações de produto e de processo.** No estudo, a capacidade das empresas de inovar e imitar mostrou-se central no equacionamento de soluções para impactos ambientais. Entretanto, existem aspectos da inovação que ficaram além da capacidade decisória da empresa. As relações das empresas com os fornecedores de bens de capital foram identificados como condicionantes importantes da capacidade inovativa e, indiretamente, dos impactos ambientais. Esses laços intersetoriais estabelecem uma dependência das empresas selecionadas em relação a outras, e essas, por sua vez, têm outros padrões de concorrência e relações intersetoriais, ambos quase sempre externos ao ambiente da economia nacional⁵.

A partir desta avaliação da estrutura industrial do setor e suas interfaces com as estratégias corporativas das empresas localizadas na bacia, podemos passar para o tópico seguinte, qual seja, a avaliação do impacto ambiental destes empreendimentos sobre os recursos hídricos da região. Para tanto, criou-se uma metodologia matricial de *check and balance* que procura analisar os impactos diretos sobre os cursos d'água dos empreendimentos industriais siderúrgicos e associa-los à estrutura produtiva de cada unidade (vínculos i, ii e iii citados acima) .

2.3. As Matrizes de Poluição Industrial

Antes de analisar as Matrizes de Poluição Industrial, vale reconstituir, mesmo que sinteticamente, os principais passos lógicos adotados na elaboração das mesmas. De forma resumida, a construção das matrizes resultou dos seguintes passos metodológicos:

(i) **identificação dos impactos ambientais das estruturas tecnológicas** (Tabela 1). Essa matriz é resultado de pesquisas do Centro Tecnológico do Estado de Minas Gerais - CETEC (1985). Cada estrutura produtiva é avaliada quanto ao seu potencial impacto ambiental (fatores de emissão);

(ii) **caracterização dos equipamentos utilizados pelas empresas selecionadas** (Tabela 2). Essa segunda matriz descreve as características tecnológicas de cada empresa identificadas por Pinho & Ruiz (1996) para o ano de 1994-95;

⁵ Essas considerações têm como referência Pavitt (1984). Na tipologia apresentada, o autor classifica a indústria siderúrgica como intensiva em escala, suas características são: quanto ao comportamento inovativo, é condicionado pelos (i) departamentos internos e externo de engenharia e (ii) pelos ofertantes de bens de capital; os produtos são (iii) sensíveis a preços e (iv) relativamente padronizados; as barreiras à entrada de novos concorrentes dependem de (v) integração de processo produtivos (vi) economias de escala e (vii) descontinuidades técnicas; o regime de apropriação de rendimentos depende (viii) patentes sobre produtos, (ix) capacidade de imitação e aprendizado e (x) incrementos constantes na produtividade. A estratégia de expansão privilegia a (xi) diversificação-integração vertical.

(iii) **desenho das características específicas de cada empresa - Matriz Teórica** (Tabela 3.1. e 3.2.). Essa tabela é o resultado do cruzamento das informações em (i) e (ii) e reflete o impacto ambiental das empresas selecionadas caso mantivessem o impacto ambiental das estruturas produtivas no ano de 1985;

(iv) **monitoramento da práticas ambientais - a Matriz Institucional** (Tabela 4) é um resultado do monitoramento ambiental da Fundação de Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM) e de hipóteses arbitrárias quanto ao comportamento dos parâmetros, dada a não existência de referência temporal para os mesmos;

(v) **conversão da Matriz Institucional na Matriz do Rio** (Tabela 5.1. e 5.2.) que sintetiza os impactos ambientais em 1995 e que são passíveis de comparação com a Matriz Teórica.

(v) **estimativas de produção- Matriz de Produção** (Tabela 6). Essa matriz capta a evolução da produção bruta de aço sem especificar o padrão de diferenciação de produto típico de cada empresa;

(vi) **construção da Matriz de Poluição** (Tabela 7). Essa tabela mostra o impacto das atividades industriais na Bacia do Rio Piracicaba no ano de 1994 tomando com referência a estrutura tecnológica de 1985 (Matriz Teórica) e 1995 (Matriz do Rio) considerando o volume de produção (Matriz de Produção).

Tabela 1: Fatores de Emissão (kg/ton) de Poluentes Hídricos Segundo (1985)

Fatores de Emissão	Sinterização	Coque- ria	Alto- Forno	Aciaria	Lam. Quente	Lam. Frio	Decapa- gem	Galvani- zação	Total
Empresas que Empregam Tecnologias Avançadas									
SS	5,51		34,39	12,68	30,67	0,18			83,43
Fenóis		0,02	0,01						0,03
Cianeto		0,004	0,008						0,14
Amônia		0,03	0,01						0,04
Fluoretos			0,01						0,01
Graxas					1,08				1,08
H ₂ SO ₄							1,28		1,28
FeSO ₄							4,77		4,77
Emulsões						0,53			0,53
Empresas que Empregam Tecnologias Típicas									
SS	11,04		20,17		25,41	0,06			56,68
Fenóis		0,022	0,007						0,029
Cianeto		0,004	0,008						0,012
Amônia		0,03	0,007						0,037
Fluoretos			0,02						0,02
Graxas					1,24				1,24
H ₂ SO ₄							1,6		1,6
FeSO ₄							5,97		5,97
Emulsões						0,18			0,18
Empresas que Empregam Tecnologias Antigas									
SS			25,58		21,39	0,05			47,02

Fenóis		0,024	0,007					0,031
Cianeto		0,004	0,009					0,013
Amônia		0,031	0,007					0,038
Fluoretos			0,015					0,015
Graxas				1,4				1,4
H ₂ SO ₄						1,38		1,38
FeSO ₄						5,13		5,13
Emulsões					0,15			0,15

FONTE: Cetec (1985).

Tabela 2: Principais Tipos de Equipamentos Utilizados pelas Siderúrgicas (1994)

Equipamentos Principais	Usiminas	Belgo	Acesita	Cosigua
Coquerias	x			
Sinterização		x		
Alto-Forno	x	x	x	x
Conversor	x	x	x	x
Refino a Vácuo			x	
Forno-Panela		x	x	
Forno de Arco Elétrico			x	
Estação de Desgaseificação		x		
Aciação	x	x	x	x
Lingotamento Contínuo	x	x	x	x
Laminador de Fio-Máquina		x		
Laminador de Chapas Grossas	x			x
Laminador de Tiras a Quente	x		x	
Laminador de Tiras a Frio	x		x	
Laminador de Barras			x	
Zincagem Eletrolítica	x			

FONTE: Elaboração própria.

Tabela 3.1.: Matriz Teórica - Fatores de Poluição (kg/ton)

Fatores de Emissão	Tec. Avançada	Tecnologia Típica		Tec. Antiga
	Empresa tipo Usiminas	Empresa tipo Belgo	Empresa tipo Acesita	Empresa tipo Cosigua
Sólidos em Suspensão	77,92	56,62	45,64	46,97
Fenóis	0,03	0,007	0,007	0,007
Cianeto	0,014	0,008	0,008	0,009
Amônia	0,04	0,007	0,007	0,007
Fluoretos	0,01	0,02	0,02	0,015
Óleos e Graxas	1,08	1,24	1,24	1,4
H ₂ SO ₄	1,28	1,6	1,6	
FeSO ₄	4,77	5,97	5,97	
Emulsões	0,53		0,18	

FONTE: Elaboração própria.

Tabela 3.2.: A Matriz Teórica - Fatores de Emissão (mg/l)

Fatores de Emissão	Tec. Avançada	Tecnologia Típica		Tec. Antiga
	Empresa tipo Usiminas	Empresa tipo Belgo	Empresa tipo Acesita	Empresa tipo Cosigua
<i>Vazão (m³ ton)</i>	<i>(51,60)</i>	<i>(25,04)</i>	<i>(24,57)</i>	<i>(23,96)</i>
Sólidos em Suspensão	1510,08	2261,18	1857,55	1960,35
Fenóis	0,58	0,28	0,28	0,29
Cianeto	0,27	0,32	0,33	0,38
Amônia	0,78	0,28	0,28	0,29
Fluoretos	0,19	0,81	0,81	0,63
Óleos e Graxas	20,93	49,52	50,47	58,43
H ₂ SO ₄	24,81	63,89	65,12	-

FeSO ₄	92,44	238,42	242,98	-
Emulsões	10,27	-	7,33	-

Fonte : Elaboração própria.

Tabela 4: A Matriz Institucional - Níveis de Poluição Hídrica (1985-1995)

Parâmetros	Área de Influência da Usiminas	Área de Influência da Belgo	Área de Influência da Acesita	Área de Influência da Cosigua
Parâmetros monitorados para todas as empresas nos dois períodos considerados				
Sólidos em suspensão	0,12	0,06	0,29	0,25
Fenóis	0,54	0,002	0,16	1,00
Amônia	1,00	0,23	1,00	0,14
Óleos e Graxas	0,35	0,12	1,00	0,09
Parâmetros não monitorados para todas as empresas nos dois períodos considerados				
Fluoretos	0,50	0,50	0,50	0,50
Cianeto	0,50	0,50	0,50	0,50
H ₂ SO ₄	0,50	0,50	0,50	0,50
FeSO ₄	0,50	0,50	0,50	0,50
Emulsões	0,50	0,50	0,50	0,50

FONTE: Elaboração própria.

NOTA: O valor 1 indica que os níveis de emissão para aquele parâmetro não se alteraram ou cresceram entre 1985 e 1995; o valor 0 indica que a emissão para aquele parâmetro foi eliminada no período em questão. Atribuiu-se aos fatores não monitorados o valor 0,5.

Tabela 5.1.: Matriz do Rio - Fatores de Poluição (kg/ton.)

Fatores de Emissão	Empresa tipo Usiminas	Empresa tipo Belgo	Empresa tipo Acesita	Empresa tipo Cosigua
Sólidos em suspensão	9,35	3,4	13,24	5,75
Fenóis	0,016	0,00003	0,001	0,007
Cianeto	0,007	0,004	0,004	0,004
Amônia	0,04	0,002	0,006	0,001
Fluoretos	0,01	0,01	0,01	0,007
Óleos e Graxas	0,37	0,14	1,24	0,52
H ₂ SO ₄	0,64	0,79	0,79	-
FeSO ₄	2,38	2,99	2,99	-
Emulsões	0,26	-	0,09	-

FONTE: Elaboração própria.

Tabela 5.2.: Matriz do Rio - Fatores de Emissão (mg/l)

Fatores de Emissão	Empresa tipo Usiminas	Empresa tipo Belgo	Empresa tipo Acesita	Empresa tipo Cosigua
Sólidos em Suspensão	181,20	135,67	538,69	240,08
Fenóis	0,31	0,001	0,04	0,29
Cianeto	0,13	0,16	0,16	0,19
Amônia	0,78	0,06	0,28	0,04
Fluoretos	0,09	0,40	0,40	0,31
Óleos e Graxas	7,32	5,94	50,47	21,61
H ₂ SO ₄	12,40	31,94	32,56	-
FeSO ₄	46,22	119,21	121,49	-
Emulsões	5,13	-	3,66	-

FONTE: Elaboração própria.

Tabela 6: A Matriz da Produção - Produção Total de Aço (1985-94)

Ano	Total	Usiminas	Belgo	Acesita	Cosigua
1985	5004	3328	855	581*	240*
1986	4699	3073	805	581*	240*
1987	4551	2874	856	581	240*
1988	5918	4120	919	639	240*
1989	6074	4395	862	577	240*
1990	5149	3464	842	583	240*
1991	5774	4135	826	573	240*
1992	5728	4033	864	591	240*
1993	5986	4133	948	665	240*
1994	6517	4186	1461	630	240*

FONTES: Elaboração dos autores a partir de relatórios da Usiminas, Belgo-Mineira e Acesita.

NOTA: (*)Dados estimados. No caso da Cosigua, 240 mil toneladas correspondem à capacidade instalada.

A observação geral da Matrizes do Rio (Tabelas 5.1. e 5.2.), quando comparadas às Matrizes Teóricas (Tabela 3.1. e 3.2.) pode ser resumida nos seguintes argumentos:

(i) Existem fortes indicações de que a Usiminas realizou um esforço importante de redução de seus níveis de poluição hídrica nos últimos dez anos (em torno de 50% para os parâmetros observados em sua área de influência). No entanto, a empresa é vítima de sua própria estrutura tecnológica e de equipamentos: ao dispor de um equipamento que eleva significativamente sua produtividade — a coqueria — a empresa mantém os mais elevados níveis de poluição para os parâmetros fenóis e amônia. Os prováveis níveis elevados de emissão de emulsões estariam relacionados à presença da laminação a frio, equipamento que eleva o valor agregado de seus produtos;

(ii) Existem importantes indicações de que a Belgo teria sido a empresa que mais fortemente reduziu seus níveis de emissões nos seus últimos dez anos, sucesso que em parte é facilitado por sua estrutura técnica (ausência de coqueria e de laminação a frio). A presença da sinterização entre seus equipamentos críticos desperta, no entanto, dúvidas quanto à continuidade desse esforço. O provável nível elevado de fluoretos pode ser creditado à idade de seus altos-fornos;

(iii) Os dados de monitoramento indicam que a Acesita foi a empresa que menos evoluiu na redução dos seus níveis de emissão. Esses dados são consistentes com as informações relativas à baixa capacidade de investimento da empresa, antes de sua privatização (Pinho & Ruiz, 1996). Os piores resultados foram os parâmetros sólidos em suspensão e óleos e graxas. Os prováveis níveis elevados de fluoretos, H_2SO_4 , e FeSO_4 se devem, em parte, à sua estrutura técnica (voltada para uma linha de

aços especiais), porque nesse caso os equipamentos de laminação e decapagem são ampliados

(iv) A Cosigua, apresentou, à semelhança da Belgo, importante redução do nível de emissão de poluentes em sua área de influência, com a implantação de sua primeira Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), o que também pode ser em parte creditado ao seu pequeno porte, à pequena sofisticação de seus equipamentos e à baixa diversificação de sua linha de produtos. No entanto, dado o seu estágio tecnológico relativamente atrasado, verificou-se uma importante elevação na presença de fenóis e de cianeto⁶.

Esses resultados, mesmo que preliminares, nos dão indicações razoáveis das condições atuais de operação das empresas na área ambiental. Ao contrário do que se supõe, convencionalmente, as duas empresas mais modernas do ponto de vista técnico — Usiminas e Acesita — são as que provavelmente mais dificuldade encontram para reduzir seus níveis de emissão de poluentes. Isso se deve provavelmente ao fato de as tecnologias para ampliação da escala de produção (coquerias) e para enobrecimento da linha de produtos (decapagem, laminação a frio, galvanização eletrolítica etc.) implicarem o acréscimo, ao processo produtivo, de novos equipamentos e processos altamente poluentes⁷.

Apresentamos na Tabela 7, abaixo, os dados de poluição por empresa, para o ano de 1994, segundo uma hipótese alta e uma hipótese baixa. A hipótese alta parte do princípio de que as empresas observavam neste momento os mesmos níveis de poluição previstos na literatura da década passada; a hipótese baixa incorpora dados relativos à queda dos níveis de poluição observados no Rio Piracicaba segundo os dados do monitoramento.

Podemos observar na Tabela 7 que o conjunto de fontes de dados e hipóteses aqui adotados implicam o despejo anual de toneladas de diferentes poluentes no Rio Piracicaba, mesmo quando considerada a hipótese mais otimista. Independentemente da crítica que se possa fazer à acuidade da análise quantitativa aqui realizada, a Tabela 7 nos permite esboçar algumas conclusões:

Tabela 7: A Matriz da Poluição - Hipóteses a Respeito dos Volumes (ton.) Anuais Emitidos dos Principais Poluentes Hídricos (1994-5)

6 O parâmetro amônia relativo à área de influência da Cosigua parece ser bastante problemático.

7 A tecnologia de miniusinas, intensiva na utilização de sucata e à base de altos-fornos elétricos, é bem menos poluente. No entanto, esse tipo de unidade não será disseminado no Brasil, a curto prazo, diante da escassez de sucata no mercado nacional (Pinho & Ruiz, 1996).

Fatores de Emissão	Empresa tipo Usiminas	Empresa tipo Belgo	Empresa tipo Acesita	Empresa tipo Cosigua
Hipótese alta				
Sólidos em suspensão	326173	82722	2875	11273
Fenóis	126	10	4	2
Cianeto	59	12	5	2
Amônia	167	10	4	2
Fluoretos	42	29	13	4
Óleos e Graxas	4521	1812	781	336
H ₂ SO ₄	5358	2338	1008	-
FeSO ₄	19967	8722	3761	-
Emulsões	2219	-	113	-
Hipótese baixa				
Sólidos em suspensão	39139	4967	8341	1
Fenóis	67	0,05	1	2
Cianeto	29	6	3	1
Amônia	167	3	4	0,2
Fluoretos	21	15	6	2
Óleos e Graxas	1549	205	781	125
H ₂ SO ₄	2679	1154	492	-
FeSO ₄	9963	4368	1884	-
Emulsões	1109	-	57	-

FONTE: Elaboração própria

(i) **Cosigua:** dada sua tecnologia, possui equipamentos críticos do ponto de vista ambiental no que tange à emissão de fenóis e, em menor escala, amônia. Podemos afirmar também que pela sua posição dentro da *holding* controladora (Gerda), pelas suas características de tecnologia e pela sua capacidade de inversão, não se espera da mesma uma maior capacidade de investimento ambiental. Entretanto, em razão de sua pequena capacidade instalada, da utilização de tecnologias antigas e da inexistência de estratégias declaradas de qualificação da linha de produtos (que por si só já implicaria equipamentos críticos do ponto de vista ambiental) a Cosigua detém uma menor capacidade poluidora relativamente às outras empresas analisadas. Isto de forma alguma significa um “atestado de bom comportamento” e sim uma derivação da tecnologia utilizada e da estratégia da *holding* para a unidade;

(ii) **Belgo-Mineira:** possui equipamentos críticos do ponto de vista ambiental no tocante aos parâmetros fluoretos e amônia. Dado o controle ambiental implantado a partir do início dos 90 podemos verificar uma melhoria substantiva na concentração relativa de todos os efluentes poluidores se compararmos com a média 1985/90. Contudo, algumas questões devem ser destacadas. Uma primeira diz respeito aos altos níveis de emissão de amônia. Uma segunda diz respeito às previsões corporativas de modernização da usina de Monlevade, com conversão para coque mineral, o que levaria ao aumento da emissão de vários poluentes (óleos e graxas, ferro solúvel, sólidos em suspensão, fenóis e cianeto). Por fim, uma última consideração deve ser

feita no que se refere à escala de produção da Belgo, que faz com que a emissão absoluta nos corpos d'água ainda seja um problema a ser enfrentado, à despeito das reduções na concentração relativa de poluentes na década dos 90;

(iii) **Acesita** possui equipamentos críticos ambientalmente, particularmente no que tange aos parâmetros sólidos em suspensão, amônia, fluoretos, óleos e graxas, H_2SO_4 , $FeSO_4$. Se há uma redução substantiva da emissão de sólidos em suspensão entre 1985/90 e 1995, a Acesita vê piorar os parâmetros amônia, óleos e graxas e ferro solúvel no mesmo período. Estas características referem-se à estratégia sistêmica adotada pela empresa de melhoria na sua linha produtiva, agregando valor aos produtos finais (e.g. conversão progressiva da capacidade produtiva da usina para aço inoxidável). Se do ponto de vista da concentração relativa os resultados não se mostram alvissareiros, a emissão absoluta chega a ser alarmante se tomarmos a escala de produção da empresa. Apesar de ter uma produção menor que a metade da Belgo em 1994, os volumes de emissão absoluta inferidos para a Acesita no mesmo ano são maiores para fenóis, amônia, emulsões e óleos e graxas. Mais que isto, os valores encontrados a jusante da empresa⁸ para Cromo e Níquel - metais pesados de difícil ou impossível biodegradação, presentes no processo produtivo da fabricação do aço inoxidável - são aproximadamente 20 vezes superiores à média da região e muito acima do permitido pelos indicadores internacionais;

(iv) **Usiminas:** planta industrial siderúrgica de tecnologia mais avançada da região, apresenta os piores valores relativos na emissão de poluentes se tomarmos um ponto de vista geral. Isto refere-se basicamente à presença de equipamentos críticos decorrentes de sua escala de produção. Apesar de melhorias em alguns parâmetros, dada a instalação de tecnologias de controle ambiental após 1990, todos os parâmetros monitorados apresentam valores superiores ao permitido para águas de classe II⁹ - objetivo do “Enquadramento dos Cursos d'Água da Bacia do Rio Piracicaba - FEAM” para este trecho do rio. Dada sua capacidade instalada, a produção da Usiminas é duas vezes superior à soma da produção de todas as outras siderúrgicas da região, o nível absoluto estimado de emissão de poluentes hídricos é crítico. Por fim, é importante

8 Medição do nível de metais pesados no Rio Piracicaba realizada no âmbito do Projeto PADCT/CIAMB. Ver PAULA (1997, cap.8)

9 As coleções das águas estaduais de Minas Gerais são classificadas, segundo seus usos preponderantes, em cinco classes: Especial, 1, 2, 3 e 4. As águas Classe II são as destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, proteção de comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, e aquicultura de espécies destinadas à alimentação humana.

frisar que a capacidade financeira da empresa indica uma clara disponibilidade de recursos para investimento.

Os resultados aqui apresentados nos permitem formular algumas conclusões. Em primeiro lugar, tudo parece nos apontar a necessidade de uma legislação e monitoramento ambientais que se preocupem não só com a concentração relativa de fatores poluentes, mas também, devido à escala de produção, com o nível absoluto de poluição jogada no corpo d'água. Segundo, alguns parâmetros, como amônia e óleos e graxas, podem e devem ser apertados, uma vez que a legislação encontra-se mais permissiva que a própria realidade das empresas. Uma terceira consideração diz respeito à necessidade de substituição ou complementação do auto monitoramento, que não se mostrou um bom instrumento de controle ambiental. Cabe aqui observar que as empresas analisadas, com alguma qualificação para o caso da Cosigua, podem ser mais exigidas em relação à adoção de medidas de redução da emissão de poluentes, uma vez que existem recursos disponíveis para investimento e a possibilidade de mudança locacional da planta industrial é considerada remota..

De forma mais detalhada apresentamos a título indicativo algumas conclusões pensadas tanto do ponto de vista das políticas públicas atualmente existentes (legislação e monitoramento) quanto do ponto de vista da construção de cenários para a região:

(i) Dada a importância de sua participação na produção total das siderúrgicas da região (64% em 1994), a Usiminas responde, evidentemente, por uma parcela significativa do total de poluentes lançados nas águas do Piracicaba. Assim, uma política que opere na lógica da redução quantitativa do volume de poluentes hídricos no rio deverá pautar-se necessariamente por uma ação concentrada sobretudo nas empresas com esse grau de concentração da produção. Esse argumento é ainda mais consistente quando se sabe que a empresa atravessa uma fase excepcional do ponto de vista de sua capacidade financeira, dispondo de recursos compatíveis com um investimento ambiental mais significativo do que o atualmente realizado;

(ii) A natureza das tecnologias e das linhas de produtos buscadas pela Usiminas e pela Acesita faz com que elas sejam mais poluentes que as demais. Tais características sugerem que essas empresas devam gastar com tecnologias antipoluição de forma proporcional aos benefícios adicionais que auferem por adotar processos mais poluentes;

(iii) Na hipótese de um aumento linear do rigor do controle ambiental na região, não parece provável que essas empresas, dada sua situação atual e as características do mercado em que atuam, venham a se deslocar espacialmente (Pinho & Ruiz, 1996). A única possível exceção é a Cosigua, em virtude de seu menor porte e diversificação. No entanto, esse fechamento teria um impacto pouco significativo no volume total de produção efetuado regionalmente;

(iv) Tanto a legislação quanto os processos de monitoramento parecem pouco adequados a captar e interpretar os reais impactos ambientais dessa indústria para o rio e para as populações que dele se beneficiam. A automonitoração não parece definitivamente o instrumento de monitoramento mais adequado para assegurar a melhoria da qualidade ambiental das águas do Piracicaba.

Esses resultados, do ponto de vista do debate sobre políticas públicas de controle ambiental, sugerem que nem sempre a hipótese de que o “mais moderno é o mais limpo” é realista. Há que investigar, para cada setor industrial, suas características técnicas específicas, a natureza dos equipamentos utilizados, suas lógicas empresariais e suas estratégias espaciais.

A partir da análise desta experiência, a que se segue procura discutir os principais aspectos econômicos - setoriais e regionais - que podem vir a balizar a implementação de políticas ambientais para o conjunto do setor industrial.

3. NOTAS SOBRE POLÍTICAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

3.1. Políticas de Desconcentração Industrial

A dimensão operacional é evidentemente um determinante do grau de deterioração ambiental de uma determinada área: quanto maior a escala da planta, maior a absorção dos recursos naturais locais e maior o volume concentrado de resíduos das operações. Em indústrias onde as economias de escala são fatores determinantes da competitividade das firmas (como é o caso das empresas estudadas) as estratégias empresariais estarão voltadas para a ampliação das unidades industriais.

Nesses casos, políticas de desconcentração industrial podem ser muitas vezes pouco eficientes, posto que a ampliação geminada das plantas pode garantir menores custos relacionados ao compartilhamento, por exemplo, de estrutura técnicas ociosas,

oferta local e qualificada de mão de obra, infra-estrutura urbana, de transporte e energética. Verificar-se-ia uma ampliação concentrada das unidades industriais até o esgotamento das localizadas economias internas e externas. Resta avaliar somente se o esgotamento dessas economias é compatível com a manutenção das condições ambientais.

Para alguns, uma política industrial que estimulasse a desconcentração industrial permitiria amenizar os impactos deletérios de uma concentração espacial das empresas. Essa política teria como componentes mais comuns a dispersão da infra-estrutura pública: rede de transporte, distribuição de energia elétrica, condições de saneamento e habitação, políticas de qualificação da mão de obra; além de incentivos fiscais e creditícios.

Não obstante o fato dessa política apresentar óbvios resultados locais, no seu conjunto, pode estar ocorrendo apenas a desconcentração da deterioração ambiental e não modificando o padrão produtivo poluente. Outro aspecto polêmico pode ser levantado. O custo social dessa política seria diretamente proporcional a não exaustão das economias de escala: quanto maiores as ociosidades locais dos recursos instalados, maiores as isenções fiscais, maiores os subsídios creditícios e maiores os investimentos em infra-estrutura pública necessários à realocação espacial das firmas. Ao mesmo tempo, parcela dos recursos econômicos ficariam ociosos, o que reduziria a eficiência alocativa da firma ou indústria em questão¹⁰.

Diversamente do proposto por algumas política de desconcentração, uma relativa concentração espacial apresenta alguns aspectos positivos. Do mesmo modo que os processos industriais, máquinas e equipamentos voltados para o tratamento de resíduos parecem ser sujeitos a expressivas economias de escala, o que implica que grandes plantas podem ter um acesso relativamente mais barato e eficiente ao controle ambiental.

3.2. Alocação de Recursos e Impactos Ambientais

No estudo das empresas da bacia do Rio Piracicaba um aspecto merece ser destacado: a relação das firmas com as estratégias corporativas dos grupos industriais a que pertencem. As decisões quanto à localização das plantas industriais, à escala de produção, ao *mix* de produtos e à seleção de alternativas tecnológicas não são tomadas

10 Para maiores detalhes sobre os custos sociais e sobre a questão ambiental em uma indústria, ver Varian (1994, cap.30) e Byrns & Stone (1996: 452-453).

no âmbito exclusivo da firma. Essas decisões resultam, primeiro, das opções estratégicas das corporações à qual as firmas fazem parte e, segundo, das suas particulares dotações de recursos (operacionais, organizacionais, tecnológicos, etc). O realce desses aspectos auxilia a demonstração de possíveis ineficiências nas políticas regionais proteção ao meio ambiente.

Restrições à instalação ou expansão de empresas poluentes em alguns municípios, estados ou regiões não garantem uma menor deterioração ambiental. As corporações industriais multiplantas podem, em algum grau, realocar investimentos entre suas diversas unidades operacionais. As regulamentações locais contra, por exemplo, processos poluentes podem gerar somente diferentes alocações espaciais de recursos e, conseqüentemente, uma redução circunscrita do impacto ambiental. Além do mais, a nova alocação pode ser menos eficiente do ponto de vista da competitividade industrial e bem-estar, como descrito acima (Ruiz, 1997).

Do ponto de vista ambiental, para que políticas locais sejam eficientes, é necessário que o específico espaço possua vantagens econômicas e que só são acessíveis por empresas nele instaladas; como pode-se notar, poucas são as vantagens econômicas cumprem esses requisitos básicos. Em suma, as políticas de proteção ao meio-ambiente devem ter no espaço de valorização do capital um ponto central para alcançar eficiência máxima, esse espaço pode ser muitas vezes o país ou um conjunto de municípios, e não somente um único estado ou município.

3.3. Políticas Industrias Setoriais

As políticas de proteção ao meio ambiente que tem como referência os mecanismos de mercado e as assimetrias competitivas intra-setorias (particularmente as tecnológicas) podem ser eficientemente utilizadas na busca de uma estrutura produtiva menos agressiva ao meio ambiente. Eficiência que pode ser avaliada sob dois pontos de vista: primeiro, não produz “impactos externos” às indústrias em questão; segundo, não distorce os critérios de seletividade concorrencial estritamente econômicos¹¹.

A possibilidade de inovação - produto, processo e organizacional - é certamente uma dos principais instrumentos concorrenciais e não está homogeneamente distribuída entre as empresas. A capacidade de uma empresa de

11 Esses critérios buscam delimitar um espaço analítico: a indústria, tal qual apresentada nos modelos de equilíbrio parcial “marshallianos”. Em seguida, analisando os aspectos tecnológicos, essa limitação será parcialmente retirada.

manter-se tecnologicamente atualizada é resultado de uma persistente estratégia de investimentos em máquinas e equipamentos, em recursos humanos, na obtenção de informações etc. O aprendizado tecnológico é, portanto, temporal e específico às estratégias das empresas: as capacitações tecnológicas são assimétricas (Dosi, 1984 e 1988).

Dentro de uma indústria somente algumas empresas são capazes de liderar o processo inovativo, algumas optam copiar as inovações e outras somente inovam quando a tecnologia já está relativamente “madura”, existem diferentes taxas de progressão na curva de aprendizado tecnológico. As primeiras empresas (inovadoras) possuem profundo conhecimento sobre os processos e produtos fabricados, as segundas (imitativas) são capazes de copiar - após um certo *gap* temporal - as inovações e podem muitas vezes introduzir mudanças incrementais, as últimas (conservadoras) optam pelo licenciamento ou compra de tecnologia¹².

Essas assimetrias tecnológicas intraindustriais podem ser direcionadas por políticas ambientais. Uma política de proteção ao meio-ambiente que desestimule o uso de tecnologias agressoras ao meio-ambiente (por exemplo: aumento de impostos sobre o lucro líquido das empresas que utilizam processos poluentes), será eficiente se as empresas forem capazes de recombinação dos fatores de produção. Sendo capazes dessa inovação, os maiores impostos deixariam de onerar, inicialmente, as empresas inovadoras, seguindo-se então as outras.

As firmas inovadoras poderiam reconverter rapidamente sua base técnica. As imitativas seriam desoneradas após um certo período de tempo que seria inversamente proporcional ao volume de investimento tecnológicos e a taxa punitiva imposta. As empresas conservadoras seriam as mais penalizadas, pois teriam de arcar com impostos por um período mais longo de tempo.

Para estimular e auxiliar essas estratégias de reconversão tecnológica, pode-se imaginar linhas especiais de financiamento sustentadas pelos impostos coletados de firmas poluidoras ou agressoras do meio-ambiente, o que reduziria a necessidade de aportes externos de recursos. As empresas menos eficientes (as imitativas e conservadoras) financiariam parcialmente a reconversão tecnológica. Quanto mais intensas e rápidas as mudanças técnicas para processos produtivos não-poluidores,

12 Essa classificação das empresas tem como referência as diferenças intraindustriais discutidas e apresentadas por Freeman (1982, caps. 7 e 8) e por Dosi (1984, cap. 2 e 3).

menos penalizadas seriam. Completada a reconversão técnica, o volume de impostos arrecadados tenderia a zero¹³.

Para uma maior eficiência dessa política deve se ter também como referência as assimetrias tecnológicas inter-indústrias. Dentro do conjunto das indústrias é possível localizar setores geradores de tecnologia (ex.: máquinas elétricas, material de transporte, eletrônica e alguns segmentos da indústria química) e outros absorvedores (ex: metalurgia, alimentos, construção civil, bebidas, têxtil e confecções). Ao taxar discricionariamente um setor absorvedor de tecnologia, o agente público pode obter somente uma limitada reconversão tecnológica¹⁴.

Uma política mais eficiente seria aquela que penalizasse também os setores geradores de tecnologia. Nesse caso, um imposto sobre o preço de produtos poluentes e subsídios para produtos não-poluentes. Desse modo, toda a cadeia industrial direcionar-se-ia para inovações minimizadoras de impactos ambientais: as empresas ofertantes de tecnologia tenderiam produzir um *mix* de produtos não-poluentes, pois seriam mais competitivos, as empresas demandadoras de tecnologia optariam por tecnologias não-poluentes, pois obteriam bens de capital mais baratos e as isentariam de impostos punitivos.

A proposta de taxação é um dos modos, mas não o único e mais eficiente ou menos polêmico, de se criar custos e rentabilidade diferenciados entre as diversas firmas em uma indústria. Byrnes & Stone (1996), Mendes & Motta (1996) e Suzigan (1995) apresentam instrumentos de políticas públicas que poderiam forçar a reconversão tecnológica: regulamentação direta, créditos seletivos, acesso preferencial a infra-estrutura pública, multas, incentivos fiscais, depreciação acelerada de ativos e aval do órgãos públicos para captação de recursos podem ser outros mecanismos geradores de assimetrias¹⁵.

Por meio dessas políticas públicas, gerar-se-iam estímulos de mercado pró-proteção ambiental e que estariam associados as estratégias de capacitação tecnológica específicas das empresas. As firmas mais eficientes em termos econômicos e

13 Porter & Linde (1995) afirmam que as inovações de processo e produto são os mecanismos concorrenciais centrais na redução dos impactos ambientais. Sustentam que os custos ambientais devem ser imputados à firma pelo uso da regulamentação e da taxação, instrumentos avaliados como eficientes no direcionamento do esforço inovativo à proteção ambiental.

14 Esses encadeamentos intersetoriais relacionados a geração e absorção de tecnologias são construídos e detalhados por Pavitt (1984).

15 Nos países europeus e nos EUA tais regulamentações e taxações para a proteção do meio ambiente são comuns. Uma apresentação resumida desses instrumentos e de seus resultados pode ser encontrada em Barde & Smith (1997) e uma outra mais detalhada em Mendes & Motta (1996).

tecnológicos tornar-se-iam as mais eficientes no que tange a proteção ambiental¹⁶. Não há, portanto, uma ruptura dos mecanismos de seletividade estritamente econômicos, o que se obtém é uma ampliação de assimetrias competitivas que se verificaria no decorrer do processo competitivo. A proteção ambiental passaria a ser mais um critério de eficiência sob o acicade da concorrência.

3.4. A Eficiência das Políticas Públicas

Para concluir, pode-se ressaltar três aspectos gerais que foram destacados no estudo no que tange a eficiência das políticas públicas:

(i) as políticas de proteção ambientais devem abranger todo o espaço econômico, e não somente espaços regionais ou locais. Caso em contrário, podem ser geradas ineficiências alocativas juntamente com a dispersão do impacto ambiental com a manutenção do padrão tecnológico agressor ao meio ambiente. A articulação entre as diversas esferas públicas (União, Estados e municípios) é fundamental para a elaboração de políticas ambientais;

(ii) as políticas industriais devem considerar as especificidades inter e intra industriais. É possível direcionar as assimetrias competitivas pró-proteção ambiental sem criar mecanismos intensamente deformadores da eficiência estritamente econômica. A seleção de instrumentos fiscais, regulatórios e financeiros são mecanismos convencionais de política industrial que podem incorporar o critério de grau de proteção ao meio ambiente;

(iii) políticas pró-competitividade apresentam complementaridades com políticas de proteção ao meio-ambiente. Uma referência comum a essa questão seria a inclusão dos aspectos ambientais no processo de qualificação da mão-de-obra e o direcionamento de instituições públicas e privadas de ensino e pesquisa para desenvolvimento de processos produtivos menos agressores ao meio ambiente, fugindo da lógica do controle *end of the pipe*.

BIBLIOGRAFIA

- BARDE, J.P. & SIMTH, S. (1997). "Do economic instruments help the environment ?", in OCDE - *The Observer*, n.204, Fevereiro-Março. Paris, OCDE.
- BARNETT, D.F. & CRANDALL, R.W. (1986). *Up From the Ashes: The Rise of Steel Minimill in the United States*. Washington D.C., Brookings Institution.

16 Ao contrário do observado na região em estudo.

- BRAGA, T. (1995).** “Grandes Indústrias e Meio Ambiente: otimismo do discurso, pessimismo da ação”. In: *VI Encontro Economia Mineira*. Belo Horizonte, CEDEPLAR
- BYRNS, R.T. & STONE, W.S. (1996).** *Microeconomia*. São Paulo, Makron Books.
- CSBM (1994).** *Informações Gerais*. Belo Horizonte, mimeo., Abril.
- CETEC (1985).** *Poluição na Indústria Siderúrgica: processo, poluentes e controle de emissões*. Belo Horizonte, CETEC.
- CETEC (1988).** *Levantamento da Poluição Hídrica da Bacia do Rio Piracicaba - Relatório Final*. Belo Horizonte, CETEC.
- CETEC (1988-a).** *Inventário das Fontes de Poluição Hídrica Industrial da Bacia do Rio Piracicaba*. Belo Horizonte, CETEC (mimeo).
- DE PAULA, G.M. & FERRAZ, J.C. (1990).** *Modernização e Enobrecimento de Produtos: Proposta para uma Estratégia Tecnológica para a Indústria Siderúrgica*. Relatório de Pesquisa. Campinas, IPT/FECAMP/UNIDO.
- DE PAULA, G.M. (1993).** *Estudo da Competitividade da Indústria Siderúrgica Brasileira*. Relatório de Pesquisa. Campinas UNICAMP-IE/IEI-UFRJ/FDC/FUNCEX (Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira).
- DE PAULA, G.M. (1994).** *Siderurgia do Leste Europeu: Hiato Tecnológico, Evolução Recente e Perspectivas*. Textos para Discussão IEI/UFRJ nº 310, Rio de Janeiro.
- DOSI, G. (1984).** *Technical Change and Industrial Transformation*. London, Macmillan.
- DOSI, G. (1988).** “Sources, Procedures and Microeconomics Effects”, in **FREEMAN, C. (1988)** *The Economics of Innovations*. Elgar Reference Collection, 107-161.
- EPA (1995).** *Toxics Release Inventory: Public Paper Release*. Washington, EPA
- FREEMAN, C. (1982).** *The Economics of Industrial Innovation*. London, Frances Pinter (Publishers).
- FURTADO, A.T. (org.) (1992).** *Capacitação Tecnológica e Competitividade: Uma Abordagem Setorial e por Empresas Líderes*. Relatório de Pesquisa. Campinas, IPEA/PNUD/DPCT-IG-Unicamp.
- IBS (1991).** *Empresas Siderúrgicas do Brasil*. Rio de Janeiro, IBS.
- LEAL, F.L. (1990).** *Tecnologias Assimiladas que Evoluíram para Tecnologias Próprias*. Paper apresentado à 8ª Reunião do Conselho do PROSID/IPT, São Paulo.
- LEAL, J.P.G. & PINHO, M. (1995).** *O Grupo Usiminas*. Relatório de Pesquisa do Projeto "Grupos Econômicos da Indústria Brasileira e a Política Econômica: Estrutura, Estratégia e Desafios". Campinas, Fundap/ FECAMP/IE-Unicamp.
- LEONARD, H.J. (1988)** *Polution and Struggle for the World Products*. New York, Cambridge University Press.
- MARCUS, P.F. & KIRSIS, K.M. (1991).** *World Steel Dynamics: Cost Monitor*. Nº 13. PaineWebber.
- MARQUES, I.(1990).** *L'Industrie Sidérurgique*. Relatório de Pesquisa do Projeto "Desenvolvimento Tecnológico da Indústria e a Constituição de um Sistema Nacional de Inovação no Brasil". Campinas, IPT/FECAMP/ UNIDO.
- MENDES, F.E. & MOTTA, R.S. (1997).** *Instrumentos Econômicos para o Controle Ambiental do Ar e da Água: uma resenha da experiência internacional*. Texto para Discussão n. 479. Rio de Janeiro, IPEA.
- OLIVEIRA, M.M. (1995).** *Controle da Poluição Hídrica nas Siderúrgicas que interferem na qualidade das águas do Rio Piracicaba*. Belo Horizonte, FEAM/COPAM (mimeo).
- PASSANEZI Fº, R. (1992).** *Saneamento Financeiro e Privatização da Siderurgia Brasileira*. Dissertação de Mestrado. Campinas, IE/Unicamp.
- PAULA, J.ª de (1997)** *Biodiversidade, população e economia*. Belo Horizonte, UFMG (no prelo).
- PAVITT, K. (1984).** “Sectoral Patterns of Technological Change: towards a taxonomy and a theory”, in *Research Policy*, vol.13, nº6.

- PEIXOTO, H.L. (1990).** *Organização vs. ambiente: o caso da Usiminas (das origens à privatização)*. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte, FACE/UFMG.
- PINDYCK, R.S. & RUBINFELD, D.L. (1994).** *Microeconomia*. São Paulo: Ed. Makron Books.
- PINHO, M.S. (1993).** *Tecnologia e Competitividade na Indústria de Aços Não-Planos Comuns*. Dissertação de Mestrado. Campinas, IE/Unicamp.
- PINHO, M.S. (1995).** *Grupo Belgo-Mineira*. Relatório de Pesquisa do Projeto "Grupos Econômicos da Indústria Brasileira e a Política Econômica: Estrutura, Estratégia e Desafios". Campinas, Fundap/FECAMP/ NEIT-IE-Unicamp.
- PINHO, M.S. & RUIZ, R.M.(1996).** *Estratégias Empresariais e Impactos Ambientais: uma avaliação preliminar de Grandes Empresas do Vale do Piracicaba*. Relatório de Pesquisa. Belo Horizonte, PADCT/CEDEPLAR.
- PORTER, M.E. & LINDE, C.V. (1995).** "Ser Verde Também é Ser Competitivo", in *Revista Exame*, 22 de Novembro de 1995.
- RUIZ, R.M. (1997).** *Notas sobre Políticas Industriais Setoriais de Proteção ao Meio Ambiente*. Belo Horizonte: CEDEPLAR (mimeo).
- SOARES, R.C. (1987).** Estágio Atual de Desenvolvimento da Indústria Siderúrgica Brasileira e Perspectivas Futuras. *Metalurgia ABM*, 43 (351), Fevereiro, São Paulo.
- SUZIGAN, W. (1995).** *Experiência Histórica de Política Industrial no Brasil*. Texto para Discussão, n. 48. Campinas, IE/UNICAMP.
- TORRES, H.G. (1992).** "Industrialização em Minas Gerais: forte concentração de indústrias sujas e intensivas em recursos naturais". In: *ANAIS...VI ENCONTRO ECONOMIA MINEIRA*. Diamantina, CEDEPLAR/UFMG.
- TORRES, H.G.; SIMÕES, R. & BRAGA, T. (1997).** Poluição hídrica, produção industrial e controle ambiental: o caso das siderúrgicas da bacia do Rio Piracicaba. In: *ANAIS... VII ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR*. Recife, ANPUR.
- VARIAN, H. (1994).** *Microeconomia*. São Paulo: Ed. Campus.