

TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 403

**INDICADORES AMBIENTAIS NO BRASIL:
ASPECTOS ECOLÓGICOS, DE
EFICIÊNCIA E DISTRIBUTIVOS***

Ronaldo Seroa da Motta**

Rio de Janeiro, fevereiro de 1996

* O autor gostaria de agradecer os comentários recebidos de José Carlos Libânio, Washington Novaes, Francisca Fagá e Rubens Bom ao termo de referência inicial deste estudo e os de Regina Petti a uma versão preliminar do texto. Aos colegas Peter May e José Cavalcanti agradece os comentários e o acesso aos seus trabalhos ainda em fase preliminar. Eduardo Mendes, Larisa Chermont, Gustavo Gontijo, Adriana Expósito e José Ricardo Brun, da Coordenação de Estudos do Meio Ambiente (Cema) do IPEA, participaram intensamente na elaboração de indicadores e revisão do texto.

** Coordenador do Meio Ambiente da DIPES/IPEA.



O IPEA é uma fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento e Orçamento, cujas finalidades são: auxiliar o ministro na elaboração e no acompanhamento da política econômica e prover atividades de pesquisa econômica aplicada nas áreas fiscal, financeira, externa e de desenvolvimento setorial.

Presidente

Fernando Rezende

Diretoria

Claudio Monteiro Considera

Luís Fernando Tironi

Gustavo Maia Gomes

Mariano de Matos Macedo

Luiz Antonio de Souza Cordeiro

Murilo Lôbo

TEXTO PARA DISCUSSÃO tem o objetivo de divulgar resultados de estudos desenvolvidos direta ou indiretamente pelo IPEA, bem como trabalhos considerados de relevância para disseminação pelo Instituto, para informar profissionais especializados e colher sugestões.

ISSN 1415-4765

SERVIÇO EDITORIAL

Rio de Janeiro – RJ

Av. Presidente Antônio Carlos, 51 – 14º andar – CEP 20020-010

Telefax: (021) 220-5533

E-mail: editrj@ipea.gov.br

Brasília – DF

SBS Q. 1 Bl. J, Ed. BNDES – 10º andar – CEP 70076-900

Telefax: (061) 315-5314

E-mail: editbsb@ipea.gov.br

© IPEA, 1998

É permitida a reprodução deste texto, desde que obrigatoriamente citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são rigorosamente proibidas.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. ASPECTOS ECONÔMICOS E DISTRIBUTIVOS DA POLUIÇÃO NO BRASIL	4
2.1. Recurso Água	4
2.2. Poluição Hídrica	5
2.3. Poluição Atmosférica	32
3. O PADRÃO DE USO DOS RECURSOS FLORESTAIS NO BRASIL	41
3.1. Recursos Florestais.....	41
3.2. Produção Agropecuária	52
3.3. Custos de Uso dos Recursos Florestais	56
4. RESÍDUOS SÓLIDOS E RECICLAGEM	57
4.1. Resíduos Sólidos	58
4.2. Coleta e Disposição de Lixo Urbano	58
4.3. Reciclagem Industrial.....	63
5. DEGRADAÇÃO DO SOLO	65
5.1. O Recurso Solo.....	65
5.2. Os Custos de Degradação do Solo.....	66
6. APERFEIÇOANDO A GESTÃO AMBIENTAL	67
6.1. O Consumo de Capital Natural no Brasil	67
6.2. A Gestão Ambiental no Brasil	70
6.3. Opções de Instrumentos de Gestão Ambiental	73
ANEXOS	86
BIBLIOGRAFIA	92

RESUMO

Este texto é uma tentativa de apresentar indicadores ambientais que não retratem somente os aspectos ambientais (degradação e exaustão dos usos dos recursos naturais), mas também revelem a dimensão econômica (eficiência alocativa do uso dos recursos) e eqüitativa (distribuição dos custos e benefícios do uso dos recursos) das principais questões ambientais do Brasil. O objetivo é procurar indicar alguns aspectos que definam uma avaliação do grau de sustentabilidade de uma economia brasileira.

1. INTRODUÇÃO

Este texto é uma tentativa de apresentar indicadores ambientais que não retratem somente os aspectos ambientais (degradação e exaustão dos usos dos recursos naturais), mas também revelem a dimensão econômica (eficiência alocativa do uso dos recursos) e equitativa (distribuição dos custos e benefícios do uso dos recursos) das principais questões ambientais do Brasil.

O objetivo é procurar indicar alguns aspectos que definam uma avaliação do grau de sustentabilidade de uma economia brasileira.

Crescimento econômico e preservação ambiental são freqüentemente considerados objetivos antagônicos. Existem evidências suficientes para comprovar que a industrialização, a expansão da fronteira agrícola e a urbanização criam pressões significativas na base natural de uma economia, seja pela utilização acelerada de recursos naturais exauríveis nos processos produtivos, seja devido à geração de poluição que degrada a qualidade ambiental. Advoga-se, também, com evidências igualmente irrefutáveis, que as nações, atualmente consideradas as mais ricas, alcançaram níveis satisfatórios de crescimento à custa destas perdas ambientais. Portanto, tal padrão de crescimento se torna inevitável para aquelas nações que hoje se encontram ainda em processo de desenvolvimento.

No entanto, a questão ambiental não deve ser necessariamente entendida dentro dessa contradição. Embora ainda carente de evidências igualmente fortes, existem argumentos teóricos consolidados que permitem refutar as posições extremas acima mencionadas. Esta alternativa tem sido denominada desenvolvimento sustentável. Nos últimos anos uma vasta literatura foi elaborada no sentido de construir as bases de um crescimento econômico dissociado da degradação ambiental [ver Pearce e Atkinson (1992), Turner (1992), Victor (1991) e Common e Perrings (1992)].

Dentro de uma perspectiva econômica,¹ no cerne deste novo paradigma do crescimento -- desenvolvimento sustentável -- observam-se dois aspectos:

a) A escassez dos recursos naturais e a dos serviços ambientais² já se encontram em níveis suficientemente elevados para constituir uma ameaça à continuidade do padrão de crescimento até aqui observado.

b) Isso implica que um novo padrão deve ser incentivado através do estabelecimento de novos preços relativos destes recursos naturais e serviços ambientais dentro de critérios de eficiência e equidade.

¹Para uma visão mais associada à ciência política ou à sociologia, ver Colby (1990).

²Serviços ambientais referem-se a todos os serviços gerados pelo capital natural que não correspondem ao uso direto do recurso natural na forma de insumo.

Embora tais aspectos permeiem esta nova literatura e em grande parte as ações das Organizações Não-Governamentais (ONG), a dimensão em que estes são colocados diverge em substância e delimitação. Nos extremos estão duas correntes: uma que segue o padrão de "fraca sustentabilidade", no qual se encontra a hipótese de que existe substituíbilidade perfeita entre capital natural e capital material. Ou seja, existe a possibilidade tecnológica de crescimento contínuo, desde que parte da renda econômica seja reinvestida de forma a manter o nível total de capital -- natural e material -- de uma economia. Desta forma, garante-se uma capacidade produtiva (e de acesso a recursos naturais de consumo direto) a gerações futuras equivalente ao que é disponível à geração presente.³ No outro extremo, situa-se o padrão de "forte sustentabilidade", no qual as duas formas de capital não são substituíveis e, portanto, o crescimento sustentável só se daria se o nível do estoque de capital natural fosse mantido constante. Ou seja, como seriam muito restritas as possibilidades tecnológicas de compensar perdas de capital natural por capital material, o bem-estar de gerações futuras somente estaria garantido se o estoque de capital natural fosse mantido intacto.⁴

Conforme se observa, o nível de consumo de capital natural torna-se, assim, um importante índice de sustentabilidade.

Definir as possibilidades de substituição entre capital natural e capital material, isto é, níveis de degradação e exaustão dos recursos naturais socialmente desejáveis em termos dos respectivos custos e sua distribuição entre contemporâneos e no tempo, torna-se, assim, uma condição básica na tentativa de seguir trajetórias de sustentabilidade.

Generalizando, a questão da sustentabilidade se formaliza na capacidade de uma economia em realizar investimentos que compensem o seu consumo de capital.

Esta generalização torna-se, contudo, sem conteúdo prático, para a tomada de decisões em direção a qualquer trajetória de sustentabilidade, se a sociedade não é capaz de reconhecer e reorientar os custos ecológicos, econômicos e distributivos das possibilidades de substituição entre capital natural (capacidade de gerar bens e serviços ambientais) e capital material (capacidade de gerar bens de consumo material) resultante do processo de crescimento da renda nacional.

A contribuição deste estudo é neste sentido. Ou seja, analisar indicadores que possam ajudar a refletir sobre a dimensão destes custos. Não se procurará, por convicção, mensurar ou indicar níveis de sustentabilidade, mas sim, e somente,

³Esta é a premissa dos textos seminais de Solow (1978) e Hartwick (1977) sobre equidade intertemporal na alocação de recursos naturais.

⁴Uma hipótese intermediária de sustentabilidade seria aquela em que se determinaria que tipo de capital é substituível ou qual o nível de substituição possível.

trazer indicadores que permitam esclarecer as restrições ambientais ao crescimento econômico.

Aspectos normativos, se houver, aparecerão unicamente no último capítulo que analisa sugestões de política no debate de opções que semeiam a literatura do tema.

O objetivo maior deste texto não será o de apontar os limites do crescimento, mas discutir os limites da sustentabilidade. No entanto, a contribuição oferecida será muito limitada, por três razões principais:

a) primeiro, devido as restrições usuais de tempo e recursos financeiros.

b) segundo, uma análise ambiental tem que privilegiar o ciclo de vida do produto. Isto é, analisar os impactos ambientais na produção dos insumos necessários para sua transformação até a disposição final do produto final e seus resíduos. Tal análise é bastante complexa dado que é de difícil delimitação a definição do início e fim deste ciclo, sem comentar as necessidades de informações para avaliar devidos impactos.

c) terceiro, a geração de indicadores ambientais é complexa porque as estatísticas ambientais não estão ainda sistematizadas como as de demografia e das atividades produtivas e muito menos integradas a estes sistemas de informações. Enquanto, por exemplo, os estudos de distribuição de renda podem contar com o sistema de pesquisas domiciliares e os estudos de desempenho econômico com o sistema de contas nacionais, os estudos ambientais têm que se referenciar a diversas fontes de dados e estimativas pontuais no tempo e espaço.

A necessidade de sistematização das estatísticas ambientais e sua conciliação com outros sistemas é também requisito básico de sustentabilidade. Dessa forma, a análise das questões ambientais foi certamente limitada e dirigida de acordo com a disponibilidade de informações estatísticas. Todavia, o leitor poderá ter a certeza que se procurou privilegiar as questões ambientais que são consideradas mais urgentes por especialistas, órgãos governamentais, entidades ambientalistas e de interesse da opinião pública. As omissões na seleção de indicadores e as limitações das análises, entretanto, não passarão despercebidas e estudos futuros tentarão corrigir estas lacunas.

Assim sendo, na Seção 2 discute-se a questão da poluição, particularmente a de origem doméstica e industrial. A Seção 3 apresenta uma análise do padrão de uso do solo florestal em termos de desmatamento e exploração de recursos florestais. A coleta, disposição e reciclagem dos resíduos sólidos são temas específicos da Seção 4. A Seção 5 analisa alguns aspectos da degradação do solo devido às atividades agrícolas. E, finalmente, na Seção 6, discutem-se opções de política ambiental e econômica que poderiam induzir a economia brasileira a trajetórias mais sustentáveis de crescimento.

Pelas mesmas razões de disponibilidade de dados, alguns temas e suas análises ganharam espaço editorial maior. Livre de dúvidas que tal fato não está associado à importância do tema.

Nos temas associados à degradação, a análise das questões econômica e distributiva foi concentrada nas questões intratemporais devido aos seus efeitos imediatos entre contemporâneos. Para os recursos naturais em processo de exaustão, a questão distributiva intertemporal prevaleceu de forma a refletir a transferência desses recursos para gerações futuras.

Vale mencionar que o anexo estatístico apresenta todos os indicadores básicos, isto é, estimados por levantamentos sistemáticos, disponíveis em nível de estado. Outros indicadores obtidos de estudos específicos constam somente do texto analítico.

Este texto, contudo, por questões de densidade de informações e para facilidade de interpretação do leitor, concentrou-se mais nas informações em nível de grande regiões sempre que a análise estadual não foi considerada essencial para a compreensão dos fatos.

2. ASPECTOS ECONÔMICOS E DISTRIBUTIVOS DA POLUIÇÃO NO BRASIL

Esta seção apresenta indicadores ambientais que refletem a dimensão econômica e distributiva da poluição hídrica e atmosférica no Brasil, com suas principais fontes e impactos. Em seguida, procura discutir alguns indicadores econômicos dos custos destes impactos e os seus possíveis efeitos distributivos intratemporais.⁵

2.1. Recurso Água

A água é um dos recursos naturais de uso mais intensivo e diversificado pelo homem. Entre os usos mais comuns, pode-se citar sua utilização para dessedentação humana e de animais, irrigação, criação de espécies aquáticas, geração de energia, insumo industrial, higiene pessoal e ambiental, transporte, lazer, composição de paisagens e diluição de efluentes industriais e dejetos orgânicos (inclusive os humanos).

Cada uma dessas possíveis formas de utilização da água demanda um padrão de quantidade e qualidade diferenciado, que normalmente não é compatível com a qualidade da água devolvida após seu uso para um determinado fim. Com isso, a despeito de sua capacidade natural de renovação em um horizonte de tempo relativamente curto (se comparado ao de outros recursos naturais), a inexistência de esforços no sentido de controlar e recuperar a água utilizada pela ação humana

⁵Embora importante, não foram consideradas neste estudo as questões de poluição relacionadas à insalubridade dos locais de trabalho.

pode comprometer, temporária ou definitivamente, outras possíveis aplicações deste recurso.

Antes de avaliar os efeitos da poluição do uso do recurso água, vale discutir sua disponibilidade e a distribuição dos seus principais usos.

A Tabela 1 mostra estimativas de consumo apresentadas em Barth (1991) e disponibilidade de água no Brasil e a relação entre ambas que determina o balanço hídrico. Verifica-se imediatamente que existe um balanço bastante favorável no país de 0,65. Em termos regionais as diferenças são significativas.

Enquanto na região Norte este balanço é de 0,01, nas regiões mais desenvolvidas e populosas o balanço é 5 a 8 vezes maior que a média nacional. Tal cenário é propício para conflitos de usos localizados em bacias nas quais há grandes concentrações de atividades econômicas e de população, como é o caso das regiões metropolitanas de São Paulo e Rio de Janeiro. O balanço favorável da região Centro-Oeste é superavaliado considerando a fragilidade hidrológica do Pantanal.

Os dados da Tabela 1 indicam também que quase 60% do consumo de água no país são destinados à irrigação. Nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul, onde o balanço hídrico é mais desfavorável, este percentual é, respectivamente, de 69,9, 40,8 e 80,9. Os percentuais nestas regiões para os outros usos da água se equivalem. Isto confirma a potencialidade da irrigação de gerar conflitos em diversas bacias onde é maior a concentração do uso da água.

2.2. Poluição Hídrica

Associada ao uso que altera o volume disponível do recurso, a descarga de água que retorna ao meio com qualidade alterada, na forma de poluição, resulta em custos ambientais que geralmente não são internalizados nas decisões de uso do recurso.

As principais fontes de poluição hídrica são originárias do setor produtivo (indústria, serviços e agropecuária) e das famílias em termos de esgoto e águas pluviais.

Os principais poluentes são as matérias orgânicas e as matérias inorgânicas (por exemplo, metais pesados, fenóis, componentes nitrogenados e fosfatados e outras cargas tóxicas de origem química).

As matérias orgânicas geradas tanto pelas famílias quanto pelo setor produtivo, além da sua contribuição para a redução de oxigênio dissolvido na água, que afeta a fauna e a flora aquáticas, podem indicar a concentração de coliformes e outros agentes patogênicos que causam a incidência de doenças nas populações humanas via contato direto ou contaminação de produtos agrícolas.

Tabela 1
Disponibilidade e Estimativas de Consumo Hídrico no Brasil

Região	Disponibilidade (1) m ³ /s	Consumo						Balanço (%) (2/1)	
		Urbano		Industrial		Irrigação			Total m ³ /s (2)
		m ³ /s	(%)*	m ³ /s	(%)*	m ³ /s	(%)*		
Norte	121.847	9,3	58,13	4,0	25,00	2,7	16,88	16,0	0,01
Nordeste	5.900	42,9	17,32	31,6	12,76	173,2	69,92	247,7	4,20
Centro Oeste	27.842	16,1	34,62	5,8	12,47	24,6	52,90	46,5	0,17
Sudeste	10.589	144,7	29,26	148,3	29,98	201,6	40,76	494,6	4,67
Sul	11.578	42,0	11,93	25,4	7,21	284,8	80,86	352,2	3,04
Brasil	177.757	255,1	22,05	215,0	18,58	686,9	59,37	1.157,0	0,65

*Porcentagem sobre o total do consumo da região.

Fonte: Barth (1991).

Concentrações elevadas de matérias inorgânicas podem ser também prejudiciais à vida aquática e humana. Os rejeitos de metais pesados e outras cargas tóxicas das atividades industriais e o **run-off** urbano apresentam geralmente toxicidade com efeitos cumulativos e de conseqüências desastrosas na saúde humana e animal. Os poluentes nitrogenados e fosfatados dos fertilizantes e do esgoto urbano, através da eutrofização, e, principalmente, as cargas químicas dos pesticidas e herbicidas liberadas pela agropecuária, tornam-se uma forma de degradação de difícil recuperação.

Adicionalmente, observa-se um processo acelerado de deposição de sedimento nos meios hídricos pelo uso inadequado do solo (por exemplo, desmatamento, agricultura de várzea e mineração) nas áreas marginais dos rios que afetam a disponibilidade do recurso além de afetar sua qualidade. Entre os efeitos mais negativos citam-se as incidências de cheias, perda de navegabilidade e danos às matas ciliares.⁶

Dessa forma, tais processos de degradação da qualidade das águas restringem o acesso à água potável, às atividades produtivas e recreacionais e à própria preservação da biodiversidade.

A recuperação dessa qualidade somente é possível através de investimentos vultosos em controle de poluição que, conseqüentemente, elevam os custos de uso do recurso hídrico com efeitos distributivos significativos.

⁶Um efeito também bastante conhecido da sedimentação é o desgaste na capacidade de turbinagem nas usinas hidrelétricas.

Certamente as camadas mais pobres da população serão as mais afetadas na medida em que seu nível de renda não permite habitar as áreas urbanas mais valorizadas com melhor infra-estrutura de saneamento e qualidade ambiental ou mesmo despendendo gastos para evitar ou mitigar os efeitos negativos da degradação. Portanto, estas camadas estão mais expostas ao contato e contágio das águas poluídas.

Conforme será analisado, são os mais pobres que, por falta de saneamento, geram uma parte significativa da poluição hídrica urbana e, ao mesmo tempo, são os que mais sofrem com esta degradação.

As informações sobre qualidade das águas são muito precárias dadas a dimensão do Território Nacional e a reduzida capacidade institucional de monitoramento. Índices de qualidade de água são elaborados em alguns estados brasileiros para algumas bacias hidrográficas, mananciais subterrâneos e regiões costeiras.⁷ Estes índices quase sempre incluem somente indicadores de matéria orgânica e sedimentos (por exemplo, demanda por oxigênio, coliformes e turbidez). Assim, uma análise destes índices será evitada na medida em que revelariam apenas aspectos pontuais e localizados sem permitir resultados conclusivos.⁸

Nesta seção serão, então, discutidos as fontes de poluição hídrica, seus efeitos econômicos e distributivos em termos de saúde humana e os respectivos custos de controle que a sociedade deveria incorrer para evitar esta forma de degradação.

2.2.1. As Fontes de Poluição Hídrica no Brasil

No caso de matérias orgânicas, um estudo recente [ver Mendes(1994)] estima a participação das principais fontes de poluição hídrica no Brasil, conforme apresentado na Tabela 2. As estimativas referem-se ao ano de 1988 devido a disponibilidade de dados para todo o país, principalmente, os da indústria e de tratamento de esgoto urbano, ser possível, somente neste período.⁹

As estimativas apresentadas nas seis primeiras colunas da Tabela 2 são de emissões que potencialmente seriam geradas sem qualquer prática de controle (carga potencial) pelos efluentes industriais e agropecuários, esgotos urbano e rural e **run-off** agrícola. Nas colunas seguintes da Tabela 2 estimou-se também a carga residual que é gerada após a introdução de práticas de controle (carga remanescente) para os efluentes industriais e o esgoto urbano. Para

⁷A Resolução Conama 20 de 18/06/86 estabelece critérios para classificação das águas no Território Nacional.

⁸Estes índices podem ser encontrados em publicações de órgãos federais de controle ambiental ou de gestão dos recursos hídricos. Para uma análise dos casos de São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná, ver Seroa da Motta **et alii.** (1993).

⁹Estes dados foram obtidos de Pronacop(1989) e IBGE(1992). Ver detalhes metodológicos e de base de dados em Mendes (1994).

as outras fontes não foi possível realizar estimativas desta carga remanescente devido à ausência de informações ou técnicas adequadas de estimação.

Estas estimativas revelam que potencialmente o setor agropecuário (incluindo o esgoto rural) representa mais de 40% das emissões de carga orgânica nos meios hídricos brasileiros.¹⁰ As variações regionais refletem o grau de atividade do setor.

É possível afirmar que em ambos os casos o nível de controle da poluição na agropecuária está determinado, principalmente, pela percolação do solo e raramente, devido a razões tecnológicas e sua dispersão espacial, por controle direto nas fontes. Dessa forma, é de esperar que suas emissões remanescentes sejam igualmente elevadas.

Tabela 2

Estimativas de Carga Potencial de Matéria Orgânica nos Recursos Hídricos no Brasil - 1988

(% das emissões totais)

Região	Carga Potencial						Carga Remanescente		
	Indústria	Esgoto Urbano	Esgoto Rural	Pecuária	Run-Off	Total	Indústria	Esgoto Urbano	Total
Norte	1,9	7,9	7,5	27,5	55,1	100,0	20,9	79,1	100,0
Nordeste	11,2	11,0	8,1	33,4	36,3	100,0	26,5	73,5	100,0
Centro-Oeste	3,9	5,2	1,4	49,6	39,9	100,0	32,1	67,9	100,0
Sudeste	21,7	17,4	2,5	32,0	26,4	100,0	22,6	77,4	100,0
Sul	14,7	8,9	3,6	39,9	32,9	100,0	46,0	54,0	100,0
Brasil	15,5	12,6	4,1	35,5	32,4	100,0	28,0	72,0	100,0

Obs: Região Sudeste (RJ, SP, MG, ES), Região Sul (RS, PR, SC), Região Centro-Oeste (GO), Região Nordeste (BA, CE, MA, PE), Região Norte (PA).

Fonte: Mendes, 1994.

Outra fonte potencialmente importante é o **run-off** urbano que corresponde a mais de 30 % do total da carga potencial. As variações regionais são determinadas pelas intensidades de concentração urbana, nível de coleta e formas de disposição de lixo e índice pluviométrico. Também este tipo de carga, geralmente por questões tecnológicas e espaciais, é pouco controlado na fonte, ainda que seja uma fonte importante de poluição hídrica urbana com conseqüências econômicas e distributivas significativas.

Embora as cargas potencialmente geradas da indústria e do esgoto doméstico sejam, somadas, inferiores a 30% do total estimado, sua concentração espacial lhes atribui um significado de importância para o controle ambiental que afeta os

¹⁰Note-se que estas estimativas referem-se somente a carga orgânica. O **run-off** agrícola, conforme já salientado, gera também emissões de nitrogenados e fosfatados e resíduos de difusivos e herbicidas.

grandes centros urbanos.¹¹ Além de serem emissões pontuais que permitem constante monitoramento, o seu controle é tecnologicamente avançado e de relativa facilidade operacional.

Em termos percentuais, as cargas potenciais da indústria e do esgoto urbano são equivalentes em termos nacionais. Entretanto, observando a Tabela 2, a carga orgânica remanescente da indústria é menos da metade gerada pelo esgoto urbano. Tal fato evidencia que o controle dos efluentes industriais, representado pelo nível de tratamento, está muito acima daquele praticado no esgoto urbano. Entretanto, conforme já assinalado e que será analisado detalhadamente mais adiante, o tratamento do esgoto urbano é apenas um aspecto da importância ambiental e econômica desta fonte de poluição. O acesso aos serviços de saneamento (água potável e coleta de esgoto e lixo) também apresenta importantes impactos distributivos.

Para as fontes de carga inorgânica não existe ainda estimativas adequadas, exceto as relativas a metal pesado na indústria que serão analisadas na subseção seguinte.

Entretanto, em relação a estes poluentes, é possível afirmar que: **a)** dada a intensidade de uso de insumos químicos na agricultura brasileira seu carreamento afeta tanto os corpos d'águas superficiais como subterrâneos em termos de nitrogenados, fosfatados e cargas químicas tóxicas e **b)** as emissões de metais pesados e fenóis podem ocorrer com intensidade no **run-off** urbano devido à existência de descarga direta (e ilegal) de produtos químicos (por exemplo, atividades protéticas, de galvanização e de troca de óleo automotivo) na rede pluvial.

2.2.2. A Poluição Hídrica na Indústria Brasileira

Estudo recente de Mendes (1994), utilizando metodologia proposta inicialmente em Seroa da Motta **et alii**(1993),¹² apresenta indicadores que permitem analisar o desempenho do controle da poluição hídrica da indústria brasileira por setor e unidade da Federação.

Estimou-se o nível de controle ou remoção de carga orgânica e de metais pesados por setor e estado como a relação entre carga potencial (carga emitida sem

¹¹Este problema pode também ser verificado nas emissões agropecuárias em diversas regiões do país onde tais atividades são intensas e concentradas. Entretanto, os dados disponíveis não permitem uma análise mais detalhada desta questão.

¹²Em Seroa da Motta **et alii** (1993) estes indicadores são também estimados. As estimativas de Mendes (1994) são realizadas com uma base de dados revisada e ampliada.

qualquer prática de controle) e carga remanescente (carga residual após introdução de procedimentos e equipamentos de controle).

Dividindo as medidas de cargas pelo PIB do estado ou setor, estimaram-se indicadores de intensidade de poluição potencial e remanescente que representam a capacidade de geração de poluição por unidade de produto industrial.

Os dados utilizados referem-se ao único levantamento nacional de cargas poluidoras industriais realizado para a avaliação do Programa Nacional de Controle da Poluição Industrial (Pronacop) e referem-se a uma pesquisa conduzida em 1988 junto aos cadastros dos diversos órgãos ambientais estaduais. Estes dados estão agregados a partir da classificação de atividades industriais dos Censos Econômicos do IBGE a dois dígitos,¹³ a saber:

código IBGE	gênero da indústria
11	Metalurgia
12	Mecânica
14	Material de Transportes
15	Madeira
17	Papel e Papelão
19	Couros e Peles, Artigos para Viagem
20	Química
21	Produtos Farmacêuticos e Veterinários
22	Perfumaria, Sabões e Velas
24	Têxtil
26	Produtos Alimentares
27	Bebidas

Os dados sobre níveis de emissão do Pronacop estão disponíveis somente para doze estados brasileiros: Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, Goiás, Bahia, Pernambuco, Ceará, Maranhão e Pará.

Incluíram-se os dados relativos ao Estado de São Paulo que foram fornecidos diretamente pelo seu órgão ambiental -- a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb).

¹³Vale observar que a classificação do IBGE refere-se a estabelecimentos de produtos homogêneos e não a estabelecimentos com o mesmo produto principal como classifica o cadastro ambiental. Entretanto, a dois dígitos tal divergência não afeta significativamente as comparações realizadas. Para uma discussão desta base de dados, ver Seroa da Motta **et alli** (1993) e Mendes (1994).

Ambas as bases de dados fornecem informações sobre a atividade principal e as de cargas potenciais e remanescentes de carga orgânica (medidas em DBO -- Demanda Bioquímica de Oxigênio) e metais pesados dos principais estabelecimentos da indústria de transformação, constantes dos cadastros dos órgãos ambientais estaduais.

Nível de Controle Setorial

A Tabela 3 demonstra que o nível médio de remoção de matéria orgânica de origem industrial para o país como um todo é de 73,06% e de metais pesados 51,66%.

Os setores com o melhor desempenho de controle de matéria orgânica -- metalurgia (11) e química (20) -- apresentam níveis de controle de 96,6 e 81,4%, respectivamente. Todos os outros setores apresentam níveis de controle abaixo da média nacional. As indústrias de papel e celulose (17), junto com as de material de transporte (14), bebidas (27), alimentos (26), madeira (15) e couro (19) possuem níveis de remoção variando de 52,2 a 65,4%. Em seguida, com níveis mais baixos, estão os setores têxtil (24), perfumaria, sabões e velas (22) e farmacêutica (21), que controlam as emissões orgânicas em 38,2, 34,7 e 34,6%, respectivamente. O menor grau de controle, 18,3%, aparece na indústria mecânica (12).

Tabela 3

Níveis Setoriais de Remoção e Intensidade da Poluição Hídrica Industrial no Brasil - 1988

Carga Orgânica						Metais Pesados					
NR		IP (g/US\$)		IR (g/US\$)		NR		IP (g/US\$)		IR (g/US\$)	
11	96,6%	27	105,11	27	40,98	17	88,84%	19	1,84	11	0,85
20	81,4%	20	86,85	19	21,69	14	62,26%	11	1,73	19	0,76
Brazil	73,1%	19	45,36	20	16,15	24	62,06%	Brazil	0,32	Brazil	0,15
17	65,4%	17	37,35	17	12,91	19	58,94%	12	0,16	12	0,07
14	63,8%	26	27,96	26	11,31	12	58,68%	14	0,13	14	0,05
27	61,0%	Brazil	27,62	15	8,82	Brazil	51,66%	20	0,03	20	0,03
26	59,5%	15	19,83	Brazil	7,44	11	50,57%	24	0,00	24	0,00
15	55,5%	24	7,11	22	4,58	20	18,25%	17	0,00	17	0,00
19	52,2%	22	7,02	24	4,40						
24	38,2%	21	2,25	21	1,47						
22	34,7%	11	1,12	12	0,60						
21	34,6%	12	0,73	14	0,18						
12	18,3%	14	0,49	11	0,04						

Fonte: Mendes (1988).

Notas: (a) Ver texto para definições dos indicadores.

(b) Os valores 0,00 são arredondamentos.

NR - Nível de remoção.

IP - Intensidade de poluição potencial.

IR - Intensidade de poluição remanescente.

No Gráfico 1 evidencia-se que os setores com maior carga orgânica potencial (17, 20, 26 e 27), apesar de apresentarem elevados níveis de controle, são também aqueles com maior carga remanescente. A química, por exemplo, controla mais de 80% da carga potencial e ainda assim possui a carga remanescente mais alta. Estes indicadores revelam, assim, que o controle ambiental está dirigido a estes setores mais poluidores.

A Tabela 3 também aponta para uma possível correlação positiva entre o indicador de intensidade potencial de poluição e o indicador de remoção. Os setores com intensidades de poluição baixa -- 24, 22, 21 e 12 -- possuem níveis de controle bastante reduzidos e aqueles com intensidades altas têm um controle mais elevado. Nos setores com alta intensidade potencial, destaca-se a química (20) com um nível de controle de 81,21%. A metalurgia (11) é uma exceção, pois mesmo apresentando uma baixa intensidade potencial, atinge um controle de 96,6%.

Esta correlação parece indicar que o controle ambiental tem sido eficaz em reduzir a intensidade de poluição orgânica da indústria. Os dados da Tabela 3 comprovam a redução nacional da intensidade de poluição de 27,7 ao nível potencial para 8,8 ao nível remanescente, embora exista uma ordenação setorial semelhante entre os dois indicadores de intensidade.

No caso dos metais pesados, observa-se na Tabela 3 que o nível de controle de poluição por metal pesado é relativamente homogêneo entre setores e situa-se em torno da média nacional de 51,7%. As indústrias de papel e celulose (17) e a química (20) são as únicas que se distanciam da média com níveis de controle de 88,8 e 18,3%, respectivamente.

Entretanto, os indicadores do Gráfico 2 revelam que a metalurgia (11), responsável por grande parte da carga poluidora, não apresenta o nível de controle mais elevado. Os demais setores apresentam cargas, tanto potenciais como remanescentes, muito abaixo da metalurgia e um maior nível de controle, exceto pela química(20).

A intensidade de poluição por metal pesado na indústria como um todo reduziu-se de 0,32 em termos potenciais para uma remanescente 0,15. Esta redução de aproximadamente 50% foi inferior à observada para carga orgânica, em torno de 75%.

Entretanto, comparando-se os resultados do Gráfico 2 e da Tabela 1 percebe-se que, conforme indicado no caso de carga orgânica, os indicadores setoriais de intensidade potencial e remanescente para metais pesados também mantêm uma ordenação setorial semelhante. Os setores de maior intensidade -- 11, 12, e 19 -- são aqueles que igualmente possuem as maiores cargas de metal pesado.

GRÁFICO 1

NÍVEIS REGIONAIS DE EMISSÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA NOS EFLUENTES INDUSTRIAIS NO BRASIL-1988

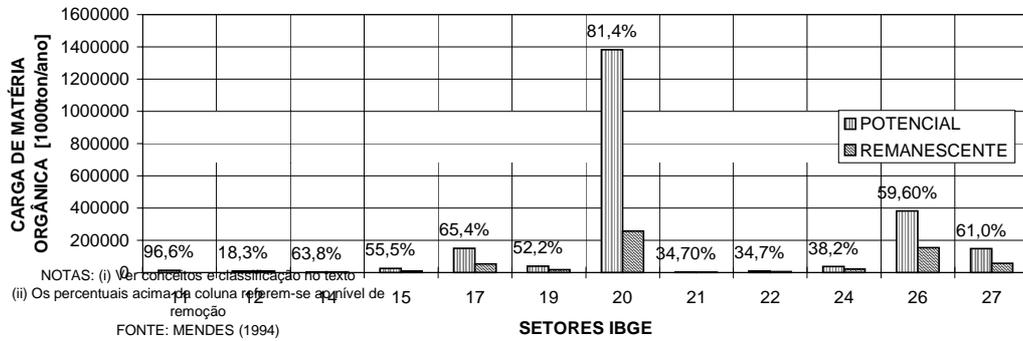
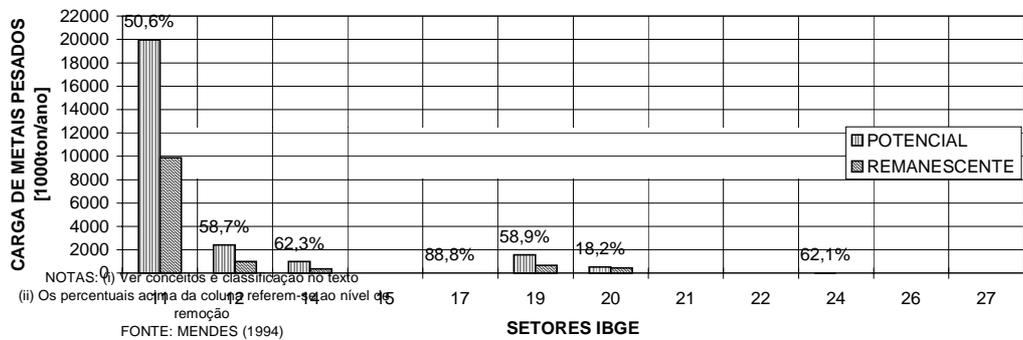


GRÁFICO 2

NÍVEIS REGIONAIS DE EMISSÃO DE METAIS PESADOS NOS EFLUENTES INDUSTRIAIS NO BRASIL-1988



O indicador de intensidade poluidora remanescente pode ser utilizado como um indicador de eficiência ambiental. Portanto, constata-se que a indústria metalúrgica, além de apresentar as maiores cargas, é a que mais lança metais pesados por unidade de receita gerada na atividade produtiva.

Em suma, analisando os indicadores de intensidade remanescente de poluição orgânica e de metais pesados na indústria brasileira, percebe-se que estes acompanham a ordenação setorial dos indicadores de intensidade potencial, ou seja, os setores com alta intensidade potencial mantêm-se, em termos relativos, com elevada intensidade remanescente. Desta forma, apesar de o controle ambiental da poluição hídrica na indústria se concentrar nos maiores poluidores e naqueles setores com maior intensidade potencial, o resultado final sugere que a intensidade de poluição industrial, embora reduzida, ainda se deve aos setores potencialmente poluidores.

Assim sendo, a expansão econômica destes setores, mantendo-se o nível de controle observado, conduz a uma estrutura produtiva com alta intensidade de poluição.

Nível de Controle Regional

A Tabela 4 indica que São Paulo, o estado mais industrializado, apresenta o maior nível de remoção de carga orgânica em torno de 93%. Todavia, os indicadores desta tabela não confirmam uma forte correlação entre grau de industrialização e nível de remoção. Bahia, Pernambuco e Paraná apresentam níveis de controle de carga orgânica em torno da média nacional de 73,1%. Maranhão, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Rio Grande do Sul controlam as emissões orgânicas em 68,9, 51,4, 50,4 e 47%, respectivamente. Goiás controla 38,4%, enquanto Minas Gerais, Santa Catarina e Ceará atingem níveis de controle entre 24,2 e 29,1%. Com o menor controle, 13,7%, surge o Pará.

No Gráfico 3, apesar dos resultados para São Paulo e Pará, a correlação entre a carga potencial orgânica e o nível de controle não é tão evidente em outros estados como, por exemplo, Minas Gerais ou Bahia.

O mesmo se observa no controle de metais pesados, conforme mostram a Tabela 4 e o Gráfico 4. Embora Rio de Janeiro e São Paulo sejam os estados que apresentam maior carga poluidora destes metais, não se constata uma correlação significativa entre nível de carga e nível de remoção.

Outra semelhança observada para os metais pesados com o padrão de controle de matéria orgânica por estados se revela na fraca associação entre o nível de remoção e o nível de industrialização nos estados.

Tabela 4

Níveis Regionais de Remoção e Intensidade da Poluição Hídrica Industrial no Brasil - 1988

Carga Orgânica			Metais Pesados				
NR	IP (g/US\$)	IR (g/US\$)	NR	IP (g/US\$)	IR (g/US\$)		
SP	93,4%	MA 204,14	MA	63,40	MA 87,8%	RJ 1,19	PE 0,65
BA	75,7%	PE 171,60	GO	60,85	GO 79,2%	PE 0,66	RJ 0,44
PE	75,2%	GO 98,70	PE	42,49	BA 67,3%	ES 0,64	MG 0,41
PR	74,9%	PR 70,81	CE	28,73	SP 63,6%	MG 0,42	ES 0,38
Brasil	73,1%	CE 37,90	PA	24,29	RJ 62,8%	Brasil 0,32	CE 0,27
MA	68,9%	ES 35,91	MG	21,40	RS 56,6%	BA 0,30	Brasil 0,15
RJ	51,4%	MG 30,19	SC	17,85	Brasil 51,7%	CE 0,28	PR 0,12
ES	50,4%	PA 28,15	ES	17,81	ES 40,4%	RS 0,25	RS 0,11
RS	47,0%	Brasil 27,62	PR	17,78	PA 35,7%	SP 0,18	BA 0,10
GO	38,4%	SC 23,89	RS	8,16	PR 29,3%	PR 0,17	SP 0,07
MG	29,1%	SP 22,63	Brasil	7,44	SC 16,5%	GO 0,07	SC 0,04
SC	25,3%	RS 15,40	RJ	5,07	MG 2,9%	SC 0,05	GO 0,02
CE	24,2%	BA 15,09	BA	3,67	PE 2,0%	MA 0,02	MA 0,00
PA	13,7%	RJ 10,43	SP	1,49	CE 1,0%	PA 0,00	PA 0,00

NOTAS: (i) Ver texto para definições dos indicadores.

(ii) Os valores 0,00 são arredondamentos.

NR- Nível de remoção.

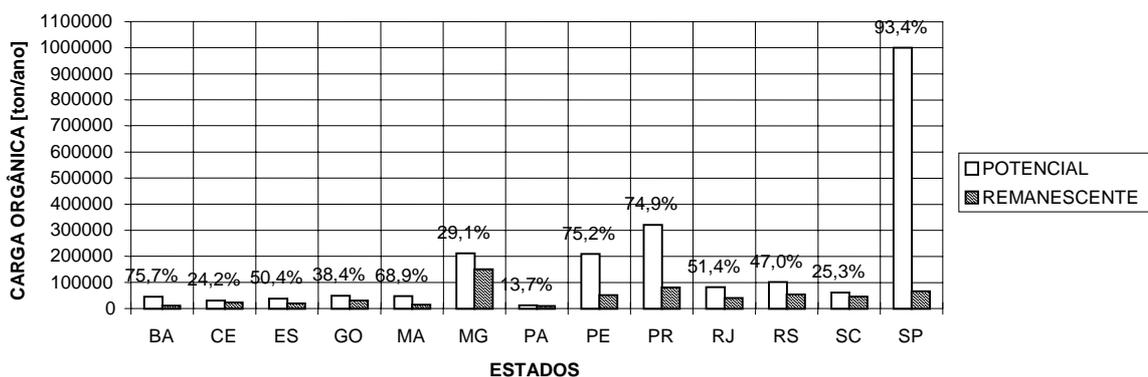
IP- Intensidade de poluição potencial.

IR- Intensidade de poluição remanescente.

FONTE: Mendes (1988).

GRÁFICO 3

NÍVEIS REGIONAIS DE EMISSÃO DE CARGA ORGÂNICA NOS EFLUENTES INDUSTRIAIS NO BRASIL - 1988



Notas: a) Ver conceitos e classificação no texto.

b) Os percentuais acima da coluna referem-se ao nível de remoção.

Fonte: Mendes (1994).

GRÁFICO 3

NÍVEIS REGIONAIS DE EMISSÃO DE CARGA ORGÂNICA NOS EFLUENTES INDUSTRIAIS NO BRASIL - 1988

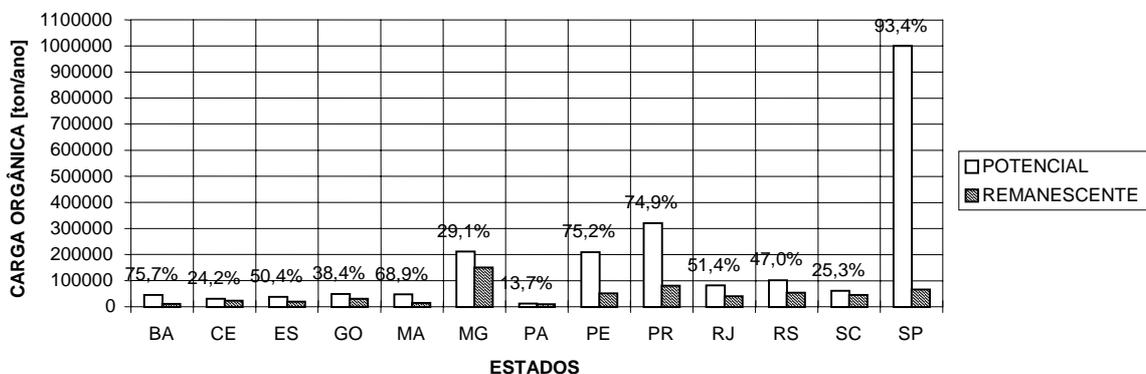
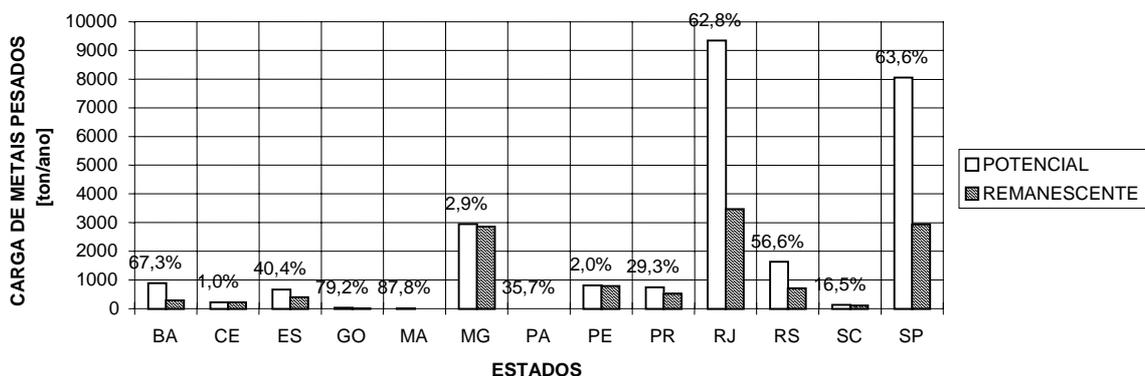


GRÁFICO 4

NÍVEIS REGIONAIS DE EMISSÃO DE METAIS PESADOS NOS EFLUENTES INDUSTRIAIS NO BRASIL - 1988



Notas: a) Ver conceitos e classificação no texto.

b) Os percentuais acima da coluna referem-se ao nível de remoção.

Fonte: Mendes (1994).

Conforme diagnosticado na avaliação setorial, a ordenação dos estados em termos de intensidade potencial e remanescente não se altera significativamente. Ou seja, mantida a expansão espacial atual da indústria, não se observaria uma redução da intensidade de poluição do setor.

As Necessidades de Investimento em Controle

Para atender a metas maiores de controle, o setor industrial requer investimentos na sua estrutura produtiva. Estes abrangeriam gastos em conversão para processos

de produção mais limpos e/ou obras e instalação de equipamentos para redução da carga poluidora emitida.¹⁴

Os gastos em conversão de processo são de difícil estimação quando se trata de converter o estoque de capital já existente. Sua adoção tende a ser mais ampla na expansão do processo produtivo.

Dessa forma, somente gastos em obras e equipamentos de controle serão aqui considerados nas estimativas das necessidades de investimento em controle da poluição hídrica do setor.

O custo total de remoção de poluentes hídricos industriais por planta industrial é estimado a partir do produto entre as cargas a serem removidas e o custo unitário de remoção de poluentes, conforme inicialmente apresentado em Seroa da Motta (1994) e atualizado posteriormente em Mendes (1994).

As medidas de carga por fonte poluidora são as mesmas utilizadas nas estimativas de carga potencial e remanescente da subseção anterior.

Os dados sobre custos unitários de tratamento foram obtidos de estimativas de custos internacionais em Jantzen (1993). Neste trabalho são apresentadas seqüências de tecnologia de tratamento adequadas para os diversos setores da indústria, com os respectivos custos analisados de controle de carga orgânica e metais pesados com base em preços internacionais. Estes custos representam custos de investimentos unitários analisados, à taxa de 12%, para um período de depreciação de 25 anos, e também custos operacionais.

A adoção de preços internacionais pode significar vieses nos cálculos realizados. Todavia, é de se esperar que a médio prazo os custos domésticos se aproximem dos custos internacionais, principalmente porque são empresas multinacionais que dominam este setor.

Os custos de tratamento são dados por faixas de volume de efluentes a serem tratados, o que permitiu reduzir os problemas relacionados com economias de escala.

Os valores dos custos unitários variam com a eficiência da tecnologia de tratamento empregado. Assim, adotaram-se três cenários: 50 e 75% de remoção mínima e individual e de quase 100% no qual as tecnologias mais avançadas são adotadas.

Os resultados da Tabela 5 indicam que a indústria como um todo teria que comprometer aproximadamente 1% do seu PIB para atingir um nível de 50% de controle da sua poluição potencial em cada setor. Este percentual de gastos se eleva em mais ou menos 0,25 para atingir a meta de 75 e dobra para 2,08 se 100

¹⁴Está aqui admitindo-se que a introdução de técnicas de gerenciamento para redução de resíduos teria efeito limitado no total da carga do setor.

(utilizando a melhor tecnologia disponível). Ou seja, a indústria brasileira deveria aumentar de 1 a 2% a sua formação bruta de capital para evitar as perdas ambientais devidas a sua poluição hídrica.

Tabela 5

Custos Anuais dos Investimentos Necessários para Controle da Poluição Hídrica na Indústria Brasileira - 1988

Setor	Nível de Remoção da Carga Potencial (% do PIB do Setor)		
	50%	75%	100%
Alimentos	0,13%	0,14%	0,29%
Bebidas	0,26%	0,29%	0,61%
Couros e Peles	5,01%	5,96%	16,01%
Farmacêutica	0,03%	0,03%	0,06%
Madeira	1,00%	1,06%	1,37%
Material Transportes	0,20%	0,32%	0,68%
Mecânica	0,10%	0,34%	0,73%
Metalúrgica	5,30%	6,18%	8,99%
Papel e Celulose	0,16%	0,18%	0,55%
Perf. Sabões e Velas	0,11%	0,11%	0,24%
Química	0,39%	0,57%	1,19%
Têxtil	0,48%	0,53%	0,74%
Total	1,02%	1,26%	2,08%

Fontes: Serôa da Motta, 1993 e Mendes, 1994.

Conforme pode ser observado, os custos de controle são crescentes, principalmente no último quartil analisado. Isto se deve à reconhecida exponencialidade dos custos de controle e também pelo fato, já analisado anteriormente, que o setor já pratica um nível de controle médio de carga orgânica próximo de 75%. A significância da magnitude destes custos é de difícil avaliação em termos da indústria como um todo. Entretanto, é possível discutir alguns aspectos:

a) Estes percentuais são estimativas médias para os setores, que por sua vez apresentam alto grau de agregação. Uma análise da distribuição destes percentuais entre os subsetores e as firmas dentro destes revela desvios padrão significativos.¹⁵ Ou seja, tais percentuais podem ser bastante elevados em alguns subsetores e firmas.

b) Embora uma análise de relações intersetoriais e de ciclo de vida dos produtos fosse mais adequada,¹⁶ as magnitudes dos custos estimados dos setores de

¹⁵Estas análises ainda estão em elaboração na Coordenação de Estudos Ambientais (Cema) do IPEA e a densidade dos resultados preliminares não permitiria uma apresentação objetiva.

¹⁶O estudo de relações intersetoriais com base nestes coeficientes de intensidade também está em elaboração na Cema/IPEA.

demanda final que refletem a parte preponderante da cesta de consumo das camadas mais pobres -- como, por exemplo, alimentos, bebidas, farmacêuticos, sabões e velas e têxtil -- são bem inferiores a 1%. Portanto, estes resultados indicariam que um controle mais restrito da poluição hídrica industrial não geraria efeitos distributivos significativos diretos.

c) Somente os setores de couros e peles e o metalúrgico apresentam percentuais de custos muito altos, variando de 5 a 16, que certamente resultam em restrições de investimentos para melhorar seu desempenho ambiental. Sendo importantes setores de insumos industriais, sua participação no ciclo do produto dos setores consumidores poderia resultar em impactos distributivos negativos.

2.2.3. O Esgoto Urbano

Esta seção discute o tratamento do esgoto urbano que, conforme apontado na Tabela 2, se situa como uma das principais fontes de poluição hídrica orgânica.

O acesso a serviços de saneamento na área rural ainda é incipiente e com informações imprecisas. Em 1990, estimativas da cobertura do serviço de rede geral de abastecimento de água situavam-se em 16% e de coleta de esgoto em torno de 5%.

Esta preferência pelo urbano nos investimentos de saneamento justifica-se pela ampliação dos efeitos ambientais negativos que as concentrações urbanas tendem a gerar sem a adequada provisão destes serviços. Isto não significa a inexistência destes problemas ambientais derivados da carência de saneamento no setor rural, mas que apenas sua magnitude é de menor escala e suas soluções podem ser alcançadas com alternativas tecnológicas diferenciadas.

Tratamento de Esgoto

A Tabela 6 apresenta os percentuais de tratamento do esgoto urbano por estações de tratamento ligadas à rede de coleta e por fossas sépticas em relação ao volume total gerado e ao volume total coletado por rede geral no país. O percentual do volume coletado que é tratado foi obtido da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico e refere-se a dados das empresas de saneamento de 1989.

Estes percentuais, todavia, não diferenciam a eficiência do tratamento adotado, que em grande parte se realiza em nível primário, cuja eficiência é muito baixa.¹⁷ Vale observar, entretanto, que o lançamento de efluentes por emissários submarinos, não incluído nestes indicadores por ausência de informações adequadas, pode também representar um tipo de disposição adequado sob o ponto

¹⁷O cálculo dos percentuais da Tabela 2 considera estimativas destes níveis de eficiência.

de vista sanitário e ambiental. Este tipo de tratamento não é muito representativo no total, mas pode ser significativo em algumas cidades costeiras.

Os percentuais para esgoto gerado que é tratado foram estimados multiplicando os percentuais de tratamento pelos percentuais de cobertura populacional do serviço de coleta de esgoto obtido da Pesquisa por Amostras de Domicílio do IBGE para o ano de 1990. Isto é, admitiu-se que a cobertura de tratamento em 1988 foi mantida em 1990 para compensar a inadequação do nível de tratamento existente.

Observa-se na Tabela 6 que a média nacional de tratamento do total de esgoto gerado realizado por estações de tratamento é muito baixa, sendo inferior a 10%. As variações regionais indicam que a região Sudeste apresenta o maior percentual com 14,4, seguida das regiões Sul e Centro-Oeste com aproximadamente 8 e 7, respectivamente, e as regiões Nordeste e Norte com percentuais, respectivamente, de 3,7 e 1,4.

Somente alguns estados apresentam níveis de tratamento significativos. Entre eles estão Rio de Janeiro (29,3%), Distrito Federal (23,6%), Paraná (18,1%), São Paulo (14,6%), e Espírito Santo (9,8%). Os outros estados apresentam níveis inferiores a 5% e em muitos casos, principalmente no Norte e Nordeste, menores que 1%.

Tabela 6
Níveis de tratamento de esgoto urbano no Brasil - 1990

GRADES REGIÕES E UNIDADES DA FEDERAÇÃO	NÍVEL DE TRATAMENTO DO ESGOTO (%)			
	DO TOTAL GERADO			DO TOTAL COLETADO*
	POR ESTAÇÕES DE TRATAMENTO (1)	POR FOSSA SÉPTICA (2)	TOTAL (1)+(2)	
Brasil	9,9	18,6	28,5	19,9
Região Norte	1,4	41,8	43,2	15,2
Rondônia	0,0	54,7	54,7	0,0
Acre	0,6	10,9	11,5	2,2
Amazonas	1,0	39,4	40,3	5,8
Roraima	0,0	54,8	54,8	0,0
Pará	1,1	42,5	43,6	23,3
Amapá	1,8	43,5	45,3	26,1
Região Nordeste	3,7	19,6	23,3	16,5
Maranhão	0,1	23,0	23,1	1,6
Piauí	0,8	34,5	35,3	47,2
Ceará	3,3	52,4	55,7	41,2
Rio Grande do Norte	0,3	25,0	25,3	2,3
Paraíba	4,9	11,8	16,7	14,2
Pernambuco	4,5	2,8	7,3	14,8
Alagoas	5,2	4,9	10,1	59,0
Sergipe	5,7	9,6	15,3	27,0
Bahia	2,8	15,2	18,0	8,1
Região Centro-Oeste	8,3	4,4	12,7	20,8
Mato Grosso do Sul	0,0		0,0	8,5
Mato Grosso	0,3	9,2	9,5	1,9
Goiás	4,8	0,4	5,2	15,2
Distrito Federal	23,6	5,9	29,5	26,3
Região Sudeste	14,4	10,1	24,5	19,4
Minas Gerais	0,7	0,2	0,9	1,0
Espírito Santo	9,8	8,4	18,2	15,1
Rio de Janeiro	29,3	28,3	57,7	53,3
São Paulo	14,6	6,2	20,7	17,7
Região Sul	6,5	46,9	53,4	27,1
Paraná	18,1	25,1	43,2	57,4
Santa Catarina	0,5	78,3	78,7	11,8
Rio Grande do Sul	4,1	55,1	59,2	16,3

Fontes: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 1989, IBGE.

Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílios, 1990, IBGE.

*Relativos a 1989.

Incluindo fossas sépticas como uma forma de tratamento, a média nacional se eleva para 28,5% e a distribuição regional se altera radicalmente. As regiões Sul e Norte, onde tal prática é mais adotada, passam a ser as que apresentam níveis de tratamento mais elevados. Nas regiões Sudeste e Nordeste os percentuais situam-se em torno da média nacional, enquanto na região Centro-Oeste é de apenas 12,7%.

Vale observar também que a construção de fossas sépticas resulta de decisões de gastos privados e depende, em última instância, da capacidade de financiamento do seu construtor. Já no caso da rede de coleta e tratamento, é o setor público que financia o serviço de forma coletiva e com ganhos de escala. Quase sempre a adoção de fossas representa uma alternativa ao uso de redes de coleta, seja por motivos técnicos ou pelo alto custo das redes.

Os percentuais que apenas refletem o tratamento do esgoto coletado indicam que apenas 20% do volume coletado recebem algum tipo de tratamento.

Como veremos a seguir, os aspectos econômicos e distributivos do nível de tratamento de esgoto devem ser analisados dentro de um contexto mais amplo em que se considere o acesso aos serviços de saneamento.

O Acesso aos Serviços de Saneamento Urbano

Até então considerou-se somente o tratamento final do esgoto urbano. Todavia, a deterioração da qualidade ambiental urbana deve ser também mensurada pela proporção e distribuição do acesso da população aos serviços de saneamento.

A Tabela 7 apresenta os percentuais da população brasileira urbana, por região e classe de renda,¹⁸ que nos seus domicílios tinham acesso aos serviços de rede geral de abastecimento de água¹⁹ e esgotamento sanitário (rede de coleta de esgoto ou sistema de fossa séptica). As informações disponíveis permitiram uma análise consistente para a década de 80.

¹⁸Renda familiar estimada na época da pesquisa sem ajustes para o poder de compra do salário mínimo.

¹⁹Um indicador aceitável de acesso à água potável, embora nem sempre a qualidade oferecida nas redes é adequada como também outras formas de abastecimento como fontes e poços podem, de acordo com o grau de contaminação local, garantir potabilidade. Na impossibilidade de ajustar estes indicadores, optou-se pelas estatísticas de rede geral (com e sem canalização interna nos domicílios) que tendem na sua maioria a garantir níveis de controle adequados.

Tabela 7

Proporção da População Urbana com Acesso aos Serviços de Saneamento por Região e Nível de Renda Familiar (%)

Regiões	Nível de Renda	Abastecimento de Água por Rede Geral - Canalização Interna e Externa			Esgotamento Sanitário								
					Rede Geral			Fossa Séptica			Total		
		1981	1990	1990-1981	1981	1990	1990-1981	1981	1990	1990-1981	1981	1990	1990-1981
Norte	0-1 SM	43,8	61,1	17,3	1,8	3,3	1,5	8,5	17,0	8,5	10,3	20,2	10,0
	1-2 SM	57,1	69,9	12,8	1,9	2,9	1,0	9,6	20,3	10,7	11,5	23,2	11,7
	2-5 SM	69,8	77,3	7,5	5,5	4,1	-1,5	19,6	29,9	10,3	25,2	34,0	8,8
	>5 SM	83,3	86,4	3,1	19,0	13,0	-5,9	37,1	52,5	15,4	56,1	65,5	9,4
	Total	71,6	81,5	9,9	9,8	9,2	-0,6	24,1	41,8	17,8	33,9	51,0	17,1
Nordeste	0-1 SM	45,0	61,8	16,9	1,7	9,5	7,8	6,0	8,8	2,8	7,7	18,3	10,6
	1-2 SM	53,5	69,2	15,8	3,1	11,8	8,6	11,1	13,7	2,6	14,2	25,4	11,2
	2-5 SM	67,6	81,6	14,0	6,8	17,6	10,8	20,0	17,6	-2,4	26,8	35,2	8,4
	>5 SM	87,5	92,1	4,6	20,7	36,3	15,6	39,2	27,8	-11,4	59,9	64,2	4,3
	Total	65,3	81,0	15,7	8,4	22,4	14,0	20,1	19,6	-0,5	28,5	42,0	13,5
Centro-Oeste	0-1 SM	40,2	62,6	22,4	5,0	13,1	8,1	3,0	1,3	-1,7	8,0	14,3	6,4
	1-2 SM	48,3	71,4	23,1	5,3	17,9	12,6	5,7	4,2	-1,5	11,0	22,1	11,1
	2-5 SM	58,5	77,3	18,8	10,6	24,2	13,6	9,1	3,8	-5,3	19,7	28,0	8,3
	>5 SM	77,3	88,3	11,0	34,4	51,6	17,2	10,1	4,9	-5,1	44,4	56,5	12,1
	Total	62,2	83,0	20,9	17,8	39,8	22,1	8,4	4,4	-4,0	26,2	44,3	18,1
Sudeste	0-1 SM	66,4	86,1	19,7	30,1	54,5	24,4	8,4	7,7	-0,7	38,5	62,2	23,7
	1-2 SM	72,1	87,6	15,5	36,2	53,8	17,6	9,5	11,2	1,7	45,7	65,0	19,3
	2-5 SM	83,0	91,9	9,0	49,2	61,3	12,1	13,4	13,7	0,3	62,6	75,0	12,4
	>5 SM	94,6	97,1	2,5	73,5	82,4	9,0	11,1	8,6	-2,5	84,6	91,0	6,5
	Total	86,5	94,8	8,2	58,4	74,1	15,7	11,7	10,1	-1,5	70,0	84,2	14,2

Regiões	Nível de Renda	Abastecimento de Água por Rede Geral - Canalização Interna e Externa			Esgotamento Sanitário								
					Rede Geral			Fossa Séptica			Total		
		1981	1990	1990-1981	1981	1990	1990-1981	1981	1990	1990-1981	1981	1990	1990-1981
Sul	0-1 SM	60,2	84,5	24,2	4,2	11,3	7,0	13,4	21,3	7,9	17,6	32,5	14,9
	1-2 SM	66,5	89,7	23,2	6,5	11,2	4,6	20,9	30,8	9,9	27,4	41,9	14,5
	2-5 SM	76,0	89,7	13,8	11,4	15,0	3,6	33,5	44,0	10,5	45,0	59,0	14,0
	>5 SM	87,9	95,7	7,8	26,8	31,0	4,2	48,6	51,9	3,2	75,5	82,9	7,4
	Total	78,8	93,1	14,3	16,6	24,0	7,4	37,0	46,9	9,9	53,6	71,0	17,3
Brasil - Total	0-1 SM	52,6	71,3	18,7	10,9	23,2	12,3	7,3	9,5	2,3	18,2	32,7	14,5
	1-2 SM	62,2	78,3	16,1	16,7	26,7	10,0	11,2	14,5	3,3	28,0	41,3	13,3
	2-5 SM	76,3	87,1	10,9	29,7	37,6	7,9	17,9	19,3	1,4	47,6	56,8	9,3
	>5 SM	91,3	95,0	3,7	55,4	62,5	7,1	21,1	19,7	-1,4	76,5	82,2	5,7
	Total	78,4	90,0	11,5	36,6	49,9	13,3	17,4	18,6	1,2	54,0	68,5	14,4

Fonte: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 1981 e 1990.

Observando a Tabela 7, nota-se que, em 1990, o serviço de rede de abastecimento de água, representando acessibilidade à água potável, atingiu 90% da população urbana brasileira. Esta cobertura indicou uma expansão total de 11,5% na década. As regiões Sudeste e Sul apresentam cobertura do serviço água acima da média nacional, enquanto nas outras regiões menos desenvolvidas economicamente os percentuais situam-se pouco acima de 80%. Por outro lado, foi nestas regiões de menor cobertura, exceto na região Norte, que presenciou-se um crescimento na década superior à média nacional.

Os estados com menor cobertura dos serviços urbanos de água em 1990 são o Ceará (59,9%) e Rondônia (64,9%). Todos os outros estão com cobertura acima de 70%. Os maiores níveis de cobertura, acima de 95%, encontram-se em Minas Gerais (95,5%), Espírito Santo (95,6%), Rio Grande do Sul (95,9%), Distrito Federal (97%), São Paulo (97,6%) e Roraima (99,1%).

Por classe de renda, classificada por nível de salário mínimo(SM), observa-se também na Tabela 7 que a proporção da população mais pobre, com renda de 0 a 5 SM, está bastante abaixo da média nacional de 90%. No caso das classes de 0-1 SM este percentual é de apenas 71,3, enquanto na classe acima de 5 SM a média é de 95%. Estas discrepâncias são mais acentuadas nas regiões menos desenvolvidas.

Analisando a taxa de expansão na década, a expansão do serviço de água nas classes de renda de 0-1 foi, contudo, bastante superior à média nacional de 11,5% nas classes até dois salários mínimos (SM), um pouco abaixo nas classes de 2-5 SM e de apenas 3,7% nas classes acima de 5 SM. Este padrão observa-se também na expansão intra-regional. Tais indicadores evidenciam que os investimentos em serviços de água foram efetivamente orientados para as classes de renda mais baixa.

O acesso aos serviços de esgotamento sanitário (rede geral de esgoto e fossa séptica) permite o afastamento do esgoto **in natura** das proximidades do domicílio, mitigando os efeitos negativos do contato direto com estes efluentes, e também apresenta comportamento muito semelhante ao do abastecimento de água. A cobertura deste serviço no país em 1990 é de 68,5% em comparação a 54% em 1981.

No caso do esgotamento sanitário, a cobertura regional é ainda mais diferenciada. As regiões Sudeste e Sul apresentam percentuais de 84,2 e 71, enquanto as outras regiões situam-se entre 51 e 42.

A expansão dos serviços de esgotamento, à semelhança do serviço de fornecimento de água, também se concentra nas classes de renda mais pobres. A média nacional de 14,4% é ligeiramente superada pela expansão das classes de renda de 0-1 SM, enquanto as classes de 1-2 SM se situam em 13,3%. As outras classes, 2-5 SM e maior que 5 SM, apresentam, respectivamente, expansão de 9,3 e 5,7%. Este padrão é observado em todas as regiões, exceto na Centro-Oeste

onde as classes acima de 5 SM tiveram a maior expansão, apesar de o mesmo ocorrer em menor magnitude nas classes de 1-2 SM.

O serviço de rede geral de esgoto representa isoladamente 49,9% no total de cobertura, enquanto fossa séptica apenas 18,6%. Sendo a expansão da rede resultado direto dos investimentos públicos, é possível constatar que a expansão da rede de esgotamento, à semelhança do caso da rede de água, foi dirigida aos segmentos de baixa renda ao longo da década de 80.

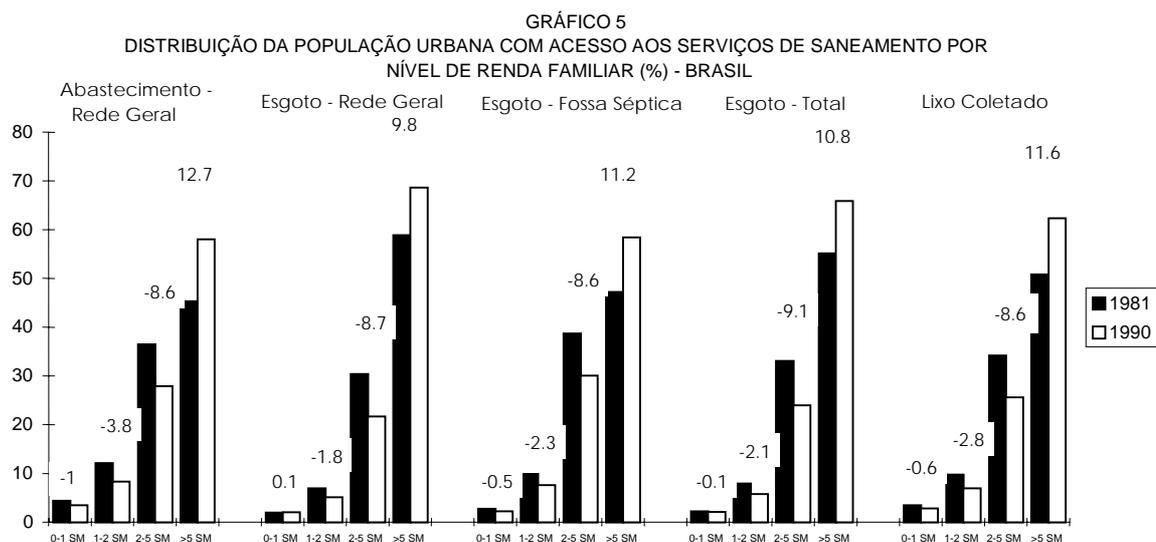
Destacam-se com cobertura de rede geral de esgoto acima da média nacional os Estados do Rio de Janeiro (55%), Espírito Santo (65%) Minas Gerais (75,4%), São Paulo (82,5%) Distrito Federal (89,6%). Os níveis mais baixos de cobertura, menor que 5%, encontram-se em Santa Catarina (3,9%), Piauí (1,8%) e Pará (4,9%).

Entretanto, a influência da disponibilidade de fossa séptica na expansão do serviço de esgotamento é significativa nas regiões Sul e Norte onde, além da maior adoção desta prática, presenciou-se uma expansão positiva e elevada na década. Na região Sul, a expansão das fossas de 9,9% supera a de 7,4% da rede geral e também orientada em nível nacional para os mais pobres.

Na região Norte a expansão da rede somente se observa nas classes mais baixas de renda em contraste com a expansão de fossas de quase 18%, particularmente localizada nas classes mais altas. A expansão das fossas nas outras regiões, por outro lado, apresenta uma ligeira redução na cobertura. Ou seja, persiste o padrão de investimentos públicos em rede de esgoto dirigido às classes de renda mais baixas.

Entretanto, observando o Gráfico 5, no qual a distribuição da população com acesso aos serviços de saneamento é apresentada por nível de renda, nota-se que a concentração dos serviços de saneamento de água e esgoto, a despeito da expansão dirigida aos pobres ao longo da década de 80, ainda está fortemente concentrada nas classes de renda mais altas, em particular naquelas com rendimento superior a 5 SM.

Além do mais, observa-se no Gráfico 5 que todas as classes de renda, exceto a mais alta acima de 5 SM, tiveram sua participação reduzida no total da população servida ao final da década e apresentaram variações de participação negativas ou próximas a zero. Este padrão, observado em todas as classes mais baixas de renda, reduz significativamente os vieses que poderiam existir nos dados domiciliares destes serviços que pudessem representar uma estratégia de sobrevivência dos mais pobres de sempre ocuparem áreas de baixa cobertura sanitária. Na presença de vieses significativos, seria de se esperar que as classes intermediárias tivessem sua participação relativa menos alterada. Justamente o oposto se observa no Gráfico 5.



Obs.: Os valores sobre as colunas referem-se à variação entre os anos de 81 a 90.

Em suma, a oferta dos serviços de saneamento foi historicamente de tal forma orientada para as classes mais altas que mesmo o padrão de investimentos públicos adotado na última década, com forte orientação para os mais pobres, não foi sequer capaz de alterar a participação relativa de qualquer classe de renda representativa destes mais pobres ao acesso a estes serviços.

Estas evidências sugerem que os mais pobres são aqueles que estão mais alijados do sistema de saneamento e, portanto, impelidos a gerar volumes maiores de efluentes e, ao mesmo tempo, mais expostos aos efeitos negativos desta degradação.

As Necessidades de Investimentos em Saneamento Urbano

No objetivo de estimar as necessidades de investimentos em saneamento urbano, adotaram-se as estimativas de custos da tecnologia de saneamento convencional utilizada no país. Certamente, trata-se de valores contestáveis devido às inúmeras oportunidades de oferecer alternativas menos custosas em comunidades onde a escala dos projetos convencionais se revela antieconômica.

Devido à dificuldade de se selecionar estas alternativas e os locais da sua adequação, e pelo fato de admitir-se que as mesmas venham a ser numerosas em quantidade de projetos mas menos expressivas em volume de serviço, optou-se por manter nos cálculos realizados as estimativas de custos convencionais.

Todavia, a magnitude dos valores finais estimados **vis-à-vis** as restrições de renda da população alvo indicará que estas soluções de baixo custo devem ser perseguidas e incentivadas.

Conforme já discutido, uma aproximação das necessidades de investimentos em saneamento urbano consiste nos gastos da expansão dos serviços de rede geral de água e de coleta e tratamento de esgoto à população que ainda não tem acesso a estes serviços. Estes gastos foram calculados pelo produto entre população não-atendida e custos de investimentos por habitante para o ano de 1990.²⁰

O tratamento de esgoto pode ser realizado com distintos graus de eficiência. O tratamento primário consiste em combinações de operações físicas e químicas que têm como objetivo a eliminação de sólidos suspensos, coloidais, voláteis e graxas, bem como a remoção de odores e a desinfecção das águas residuais. O tratamento secundário/terciário compreende adicionalmente processos biológicos que convertem a matéria orgânica em sólidos sedimentáveis, que podem ser eliminados em tanques de sedimentação. Já as fossas sépticas são tanques subterrâneos onde a digestão dos sólidos faz-se anaerobiamente e que podem ser comparadas a um tratamento secundário quando as condições de permeabilidade do solo e as soluções de depósito da sua depuração são satisfatórias.

Para estimar os investimentos totais necessários para que atendam a toda a população urbana com serviço adequado de água e esgoto, foram utilizados três tipos de custos de investimento por habitante:

- . custo de abastecimento de água = US\$100/hab;
- . custo de coleta de esgoto = US\$ 120/hab;
- . custo de tratamento primário de esgoto = US\$ 32,50/hab;
- . custo de tratamento secundário/terciário adicional ao primário = US\$ 97,50/hab.

Estes custos foram obtidos de Bio (1991) e Seroa da Motta **et alii** (1994) com base nos custos de obras de saneamento realizadas no Brasil.

Observe-se que a capacidade de assimilação de certos recursos hídricos pode ser suficientemente elevada para que os danos ambientais sejam reduzidos e, portanto, não se justificaria economicamente um tratamento mais sofisticado. Por outro lado, optar por tratamento secundário/terciário em todos os casos asseguraria que estes danos fossem praticamente eliminados.

²⁰No objetivo de evitar as estimativas de população superavaliadas da PNAD de 1990, as estimativas de população para 1990 foram obtidas de Rocha(1995) que usa dados do Censo Demográfico de 1991 ajustados com as ponderações da PNAD de 1990. Neste caso, optou-se por admitir toda a população das regiões metropolitanas como urbana. Os percentuais de cobertura dos serviços de saneamento são aqueles discutidos nas subseções anteriores para o ano de 1995.

O custo total de investimentos foi então calculado em dois cenários:

O Cenário I, no qual toda população é 100% coberta com todos os serviços. No caso de esgoto, o tratamento secundário é oferecido para todos, exceto àqueles cujos domicílios já possuem fossa séptica.

No Cenário II, a cobertura do tratamento de esgoto é reduzida. Nesse caso, o tratamento secundário abrange somente 50% da população ainda não servida. Em ambos os cenários admitiu-se que o nível de tratamento de esgoto já oferecido é adequado.

Os resultados da Tabela 8 indicam que a necessidade de investimentos no setor de saneamento estaria na ordem de US\$ 11,5 bilhões (a preços de 1990) no Cenário II, em que o tratamento de esgoto urbano secundário cobre somente metade da população não servida em 1990. Este montante, no Cenário I, elevaria-se para US\$ 15,3 bilhões, caso toda a população não servida fosse provida deste tratamento mais eficiente.

Tabela 8
Necessidades de Investimentos em Saneamento Urbano no Brasil - 1990

Regiões	Rede Geral de Água	Coleta de Esgoto	Tratamento de Esgoto		Total	
			Cenário I	Cenário II	Cenário I	Cenário II
Norte	95.896.212	304.794.445	382.791.053	239.244.408	783.481.710	639.935.065
Nordeste	481.091.172	1.762.312.925	2.524.478.829	1.577.799.268	4.767.882.926	3.821.203.365
Centro Oeste	135.607.147	534.132.621	905.562.623	565.976.639	1.575.302.391	1.235.716.408
Sudeste	282.167.512	1.028.826.158	5.327.124.396	3.329.452.748	6.638.118.066	4.640.446.417
Sul	111.659.533	565.094.332	980.052.226	612.532.642	1.656.806.091	1.289.286.506
Brasil - Total	1.089.265.820	4.117.424.800	10.119.050.286	6.324.406.429	15.325.740.906	11.531.097.049
Custo Anual Brasil*	143.783.088	543.500.074	1.335.714.638	834.821.649	2.022.997.800	1.522.104.810

*Taxa de desconto igual a 12%, mais custo de manutenção equivalente a 10% do custo anual, vida útil de 50 anos.

Fonte: Dados populacionais - Rocha (1995) e Serviços de saneamento - PNAD 1990.

Notas: Cenário I - tratamento secundário de esgoto a 100% da população não atendida.

Cenário II - tratamento secundário de esgoto a 50% da população não atendida.

Utilizando uma taxa de anualização destes investimento de 12% a.a., considerando uma vida útil superior a 50 anos e um custo de operação e manutenção conservador de 10% sobre os gastos analisados, os gastos totais anuais para a provisão de serviços adequados de saneamento urbano são calculados e apresentados na última linha da Tabela 7 para o país como um todo. Os valores variariam de US\$ 1,5 a US\$ 2,0 bilhões a.a..

Os valores da Tabela 8 indicam do que a sociedade brasileira deveria dispor anualmente para prover os serviços de saneamento urbano em cada cenário

desenvolvido. Estes montantes representariam, considerando todos os serviços analisados, menos de 1% do consumo das famílias medido nas Contas Nacionais em 1990.

Embora estes percentuais possam representar uma magnitude pouco expressiva no seu agregado, podem, contudo, devido ao elevado nível de concentração da renda nacional, adquirir dimensões significantes quando se tratar de provisão às famílias mais pobres cuja capacidade de pagamento por estes serviços é bastante reduzida. Nesta perspectiva, na ausência de programas ambiciosos de saneamento com tarifas efetivamente progressivas, é de se esperar que tais investimentos em saneamento tendam a aumentar ainda por muito tempo a participação relativa das classes mais ricas.

Custos de Saúde Associados à Poluição Hídrica

Uma dimensão mais precisa dos efeitos negativos da carência de serviços de saneamento se revela quando se analisa a correlação entre esta carência de serviços de saneamento e a incidência de doenças de veiculação hídrica.

A Tabela 9 apresenta os casos de óbitos por doenças gastrointestinais e outras altamente associadas ao contato e contágio com água poluída. As infecções intestinais representam mais de 95% dos casos²¹ e atingiram majoritariamente 72% em 1989, ou seja, crianças menores de 1 ano de idade. As crianças entre 1 e 14 anos representaram no mesmo ano 10,4% dos casos, enquanto as maiores de 14 anos, 17,6%.

Embora os dados disponíveis não permitam verificar a distribuição por renda destes casos de óbitos, é plenamente reconhecido na literatura sobre sanitário [ver Martines *et alii* (1994)] que a mortalidade destas doenças ocorre majoritariamente nos segmentos mais pobres da população. Estes, conforme visto, estão mais expostos ao contato com água contaminada e não contam também com adequados serviços médico-ambulatoriais, sem mencionar os baixos níveis de higiene pessoal decorrentes das condições de pobreza.

²¹Dados mais recentes indicariam maior incidência de cólera não verificada ainda em 1989.

Tabela 9
Casos de Óbitos por Doenças de Veiculação Hídrica no Brasil - 1981/1989

Idade	Número de Óbitos (% do total)			
	Infecções Gastro-intestinais		Outras*	
	1981	1989	1981	1989
Menos de 1 ano	28,606 (81.8)	13,598 (72.0)	87 (9.4)	19 (2.9)
Entre 1 e 14 anos	3,908 (11.2)	1,963 (10.4)	44 (4.8)	21 (3.2)
Mais de 14 anos	2,439 (7.0)	3,330 (17.6)	793 (85.8)	608 (93.8)

Fonte: Ministério da Saúde.

*Cólera, febre Tifóide, poliomielite, amebíase, esquistossomose e shigelose.

Entretanto, a mesma Tabela 9 indica que o número de óbitos destas doenças declinou drasticamente na última década, principalmente as doenças gastrointestinais entre as crianças.

Um estudo recente [ver Seroa da Motta (1995a e b)] estimou, para diversas classes de renda das famílias brasileiras, uma função de correlação entre o acesso aos serviços de saneamento urbano e a redução da incidência de casos de mortalidade infantil por doenças de veiculação hídrica (as indicadas na Tabela 8) no período 1981/89 para os 25 estados brasileiros.

O método estatístico de correlação adotado foi um modelo probabilístico que associa a probabilidade de um óbito ocorrer com a probabilidade de uma criança estar habitando um domicílio coberto por um serviço de saneamento.

Os resultados estatísticos encontrados confirmam que o nível de renda familiar é uma variável importante para a correlação entre estas doenças e a provisão de serviços de saneamento.

Conforme apresentado na Tabela 10, em termos quantitativos, o estudo revela que se reduziriam de 6,1% as mortes de crianças ocorridas na população pobre brasileira (famílias com renda menor que 5 SM) caso o acesso desta população aos serviços de saneamento crescesse em 1%. Os percentuais de redução de casos para coleta e tratamento seriam, respectivamente, 1,6 e 2,1.

A mesma tabela indica que a oferta de água potável ainda constitui um serviço de maior impacto para redução destes óbitos infantis com probabilidade de redução de casos de 2,5%. A probabilidade associada ao tratamento de esgoto de 2,1%, próxima à da água e superando a de coleta de esgoto (1,6%), pode ser explicada pela sua importância em eliminar a possibilidade de contaminação das águas e, também, por seu baixo índice de cobertura **vis-à-vis** os observados nos outros serviços.

Tabela 10
Efeitos do aumento de 1% da população com acesso a Serviços de saneamento no Brasil - 1989

	Serviços (1)			
	Água Potável	Coleta de Esgoto	Tratamento de Esgoto	Todos os Três Serviços
Número de Casos de Óbitos Infantis Reduzidos (2) (% dos casos totais)	463 (2.5)	298 (1.6)	395 (2.1)	1.133 (6.1)

(1) Cada serviço sendo expandido sem alterações nos outros, exceto na última coluna onde os três são expandidos igualmente.

(2) Óbitos associados com doenças de veiculação hídrica.

(3) Investimento total necessário para aumentar de 1% a população com acesso ao serviço dividido pelo número de óbitos reduzidos.

Fonte: Seroa da Motta (1995 e 1995a)

O mesmo estudo calcula qual seria o custo anual de uma vida salva, dividindo os gastos em investimento necessários para ampliar o acesso de cada serviço de saneamento a 1% da população não atendida pelo número de vidas que seriam probabilisticamente salvas.

Dividindo os custos anuais estimados segundo os mesmos procedimentos semelhantes aos adotados na seção anterior para o caso de expansão em 1% dos três serviços de saneamento urbano em 1989 pelo número de vidas salvas da Tabela 10, é possível calcular o custo de uma vida salva por inversões em saneamento urbano. Isto é, o custo associado à probabilidade de salvar uma vida pela expansão do serviço de saneamento.

Considerando os três serviços juntos, este custo anual em saneamento para salvar uma vida seria de aproximadamente US\$16,000. Ou seja, quase quatro vezes a renda **per capita** brasileira. Tal magnitude revela claramente o dilema distributivo da questão do saneamento no Brasil: as camadas mais pobres não possuem a capacidade de renda para financiar estes custos e com isso sofrem quase que integralmente, em termos de saúde, os efeitos da inadequação destes serviços.

Por outro lado, outro estudo [ver Seroa da Motta **et alii** (1994)] calcula os gastos hospitalares do Inamps²² mais a produção sacrificada do trabalhador vitimado em relação a estas doenças em torno de US\$ 20,000 por caso de óbito. Ou seja, a simples comparação de gastos de saúde com seus respectivos custos de controle

²²Gastos com internações obtidos da base de dados Sintese/Inamps/Dataprev. Ver Seroa da Motta **et alii** (1994) para uma análise destes dados e uma versão menos sofisticada dos custos de saúde associados à poluição hídrica.

via saneamento indica que, além do aspecto distributivo, a provisão de serviços de saneamento pode apresentar justificativas de eficiência econômica.

2.3. Poluição Atmosférica

A qualidade do ar tem se tornado um dos principais temas de preocupação ambiental nos grandes centros urbanos.

As fontes antrópicas de poluição atmosférica são bastante conhecidas. O Quadro 1 discrimina estas fontes e seus principais poluentes. Seus efeitos afetam principalmente a saúde humana. Todavia, também se observam impactos negativos no processo vegetativo das plantas, na corrosão de materiais e na saúde de animais.

As emissões cumulativas de outros gases atmosféricos, tais como metano, dióxido de carbono(CO₂), clorofluorcarbonos (CFCs), podem gerar mudanças climáticas futuras significativas no planeta, embora sem afetar no momento a saúde humana. Tais gases não serão aqui discutidos por não se tratar de uma questão de solução unicamente brasileira. Todavia, não se poderia negar sua importância distributiva entre nações.²³

O grau de concentração de um poluente emitido depende da sua interação com a atmosfera, que se realiza por diluição e por reações químicas. Este processo de interação, está, assim, sujeito a variações relativas às condições climáticas e meteorológicas.

2.3.1. As Fontes de Poluição Atmosférica no Brasil

Somente o Estado de São Paulo mantém uma rede integrada e automática de monitoramento do ar com medições de diversos poluentes para a região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e Cubatão.²⁴

²³Isto quer dizer que as soluções globais têm um conteúdo distributivo significativo [ver, por exemplo, Parikh (1984) e Rose(1994)].

²⁴Pontos de monitoramento são também encontrados em outros 18 municípios do estado, mas sem apresentar informações suficientes para critérios mínimos de representatividade.

Quadro 1
Principais Fontes de Poluição do Ar e Principais Poluentes

FONTES		POLUENTES
ESTACIONÁRIAS	COMBUSTÃO	Material Particulado Dióxido de Enxofre e Trióxido de Enxofre Monóxido de Carbono, Hidrocarbonetos e Oxidos de Nitrogênio
	PROCESSO INDUSTRIAL	Material Particulado (fumos, poeiras, névoas) Gases - SO ₂ , SO ₃ , HCL, Hidrocarbonetos, Mercaptanas, HF, H ₂ S, NOX
	QUEIMA DE RESÍDUO SÓLIDO	Material Particulado Gases - SO ₂ , SO ₃ , HCL, NOX
	OUTROS	Hidrocarbonetos, Material Particulado
FONTES MÓVEIS	VEÍCULOS GASOLINA/DIESEL ÁLCOOL, AVIÕES, MOTOCICLETAS, BARCOS LOCOMOTIVAS, ETC.	Material Particulado, Monóxido de Carbono, Óxidos de Enxofre Óxidos de Nitrogênio, Hidrocarbonetos, Aldeídos Ácidos Orgânicos
FONTES NATURAIS		Material Particulado - Poeiras Gases - SO ₂ , H ₂ S, CO, NO, NO ₂ , Hidrocarbonetos
REAÇÕES QUÍMICAS NA ATMOSFERA Ex: Hidrocarbonetos + óxidos de Nitrogênio (luz solar)		Poluentes Secundários - O ₃ , Aldeídos, Ácidos Orgânicos, Nitratos Orgânicos, Aerossol Fotoquímico, etc.

Fonte: CETESB (1992).

O Estado do Rio de Janeiro, embora pioneiro nas atividades de monitoramento na cidade na região Metropolitana do Rio de Janeiro, sofreu descontinuação de mensurações ao longo da década de 80, exceto no caso de medidas dos particulados (PI). Este também foi o caso do Estado de Minas Gerais. Recentemente, estes estados estão reiniciando e modernizando suas atividades de monitoramento.

Outras unidades da Federação, como Rio Grande do Sul, Paraná e Pernambuco, também acabam de iniciar suas redes de monitoramento.

A análise aqui apresentada, então, será preponderantemente baseada nas informações consolidadas pela Cetesb.

A Tabela 11 apresenta a participação de cada fonte de poluição urbana estimada na RMSP para 1990.

Tabela 11

Contribuição Relativa das Fontes para os Problemas de Poluição do Ar na Região Metropolitana de São Paulo - 1990

(%)

FONTES	POLUENTES				
	CO	HC	NOx	SOx	PARTÍCULAS (1)
Veículos pesados	16	15	73	60	27
Veículos leves	78	74	19	4	13
Indústria	3	5	7	36	10
Queima de lixo	3	6	1	0	0
Ressuspensão de partículas	0	0	0	0	25
Aerosóis secundários	0	0	0	0	25
TOTAL	100	100	100	100	100

Fonte: CETESB, Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo, 1991.

(1) = Contribuição conforme estudo de modelo receptor para partículas inaláveis. Contribuição dos veículos (40%) foi rateada entre veículos a gasolina e diesel de acordo com os dados de emissão disponíveis.

CO - monóxido de carbono.

HC - hidro carboneto.

NOx - óxido de nitrogênio.

Observa-se nesta tabela que os veículos automotivos são as principais fontes de poluentes atmosféricos. Estes contribuem com mais de 90% nos casos de CO, HC e NOx, 64% no SOx e 40% nos particulados (PI).

Os veículos leves contribuem quase cinco vezes mais que os veículos pesados em CO e HC, mas quatro vezes menos em NOx, 15 vezes menos em SOx e menos que a metade em particulados.

Entretanto, considerando a emissão por passageiro transportado, certamente o transporte coletivo representa uma emissão **per capita** extremamente superior ao transporte individual.

A indústria, exceto para os gases sulfurados, contribui com menos de 10% na emissão de outros poluentes. No caso de CO e HC sua contribuição é igual à da queima de lixo. Todavia, a poluição atmosférica industrial não pode ser considerada sem importância. Locais de alta concentração industrial e condições atmosféricas de diluição desfavoráveis podem gerar níveis de concentração de poluentes extremamente elevados com efeitos negativos desastrosos. Um exemplo amplamente citado é a cidade de Cubatão (“O Vale da Morte”) onde até medidas de evacuação da população foram necessárias. Apesar de uma campanha agressiva de controle de poluição industrial, esta cidade ainda apresenta níveis de concentração de poluentes bastante acima, por exemplo, da RMSP.

Entre os poluentes analisados, são as partículas inaláveis (com menos de 10 micromilímetros de diâmetro) que mais afetam as condições respiratórias da população de forma acumulativa e prolongada, por se reterem nos pulmões. Exposições prolongadas a óxidos de enxofre podem agravar também as doenças

respiratórias e cardiovasculares. O monóxido de carbono, embora sem efeito acumulativo, pode gerar mal-estar diminuindo reflexos e acuidade visual.

Os óxidos de nitrogênio em reação com os hidrocarbonetos formam por reação fotoquímica o gás ozônio (O_3) que, além de irritação ocular, também agrava doenças respiratórias. A presença constante de NO_x nos pulmões pode ser um agente cancerígeno.

2.3.2. Indicadores de Concentração da Poluição Atmosférica

Os Gráficos 6 a 8 apresentam medidas mensais de concentração de poluentes atmosféricos para diversos pontos de monitoramento nas regiões Metropolitanas de São Paulo (RMSP) e Rio de Janeiro (RMRJ).

No caso da RMSP, estas medidas são disponíveis para particulados e dióxido de enxofre, enquanto a única série atualizada disponível na RMRJ se refere a particulados com alguns períodos sem mensuração.

Nestas tabelas estão indicados os padrões legais de qualidade do ar²⁵ que procuram garantir o mínimo efeito nocivo da poluição na saúde humana, fauna e flora e materiais.²⁶

Observa-se no Gráfico 6 que a concentração de dióxido de enxofre na RMSP tem declinado acentuadamente, se situando, a partir de 1984, abaixo do padrão legal. Tal tendência se explica em decorrência do controle e afastamento das indústrias poluidoras.

Em termos de particulados, observa-se uma tendência oposta tanto na RMSP e na RMRJ, conforme mostram, respectivamente, os Gráficos 7 e 8.

No caso da RMSP, as estações selecionadas indicam uma tendência semelhante de quase estabilidade de concentração ao longo da década, com concentrações bastante acima do padrão legal.

Na RMRJ, esta estabilidade somente se verifica em alguns pontos de monitoramento, enquanto outros apresentam tendência crescente de concentrações. Em todos os pontos selecionados os padrões mínimos foram ultrapassados.

²⁵Resolução Conama 03 de 28/06/90.

²⁶Embora sejam internacionalmente aceitos, devido à incerteza dos efeitos destes poluentes, principalmente na saúde humana, tais níveis são muitas vezes contestados.

No objetivo de oferecer uma visão mais completa da qualidade do ar, a Tabela 12 apresenta dados da distribuição diária das medidas do índice de qualidade do ar (IQA) na RMSP em termos de números de dias em que estes índices são classificados como bom, regular e inadequado nos diversos pontos de monitoramento. O IQA é um índice composto de função linear segmentada, com base nas concentrações de todos os poluentes medido pela Cetesb.²⁷

GRÁFICO 6

Medidas de Concentração de Dióxido de Enxofre (SO₂) em Estações da Região Metropolitana de São Paulo

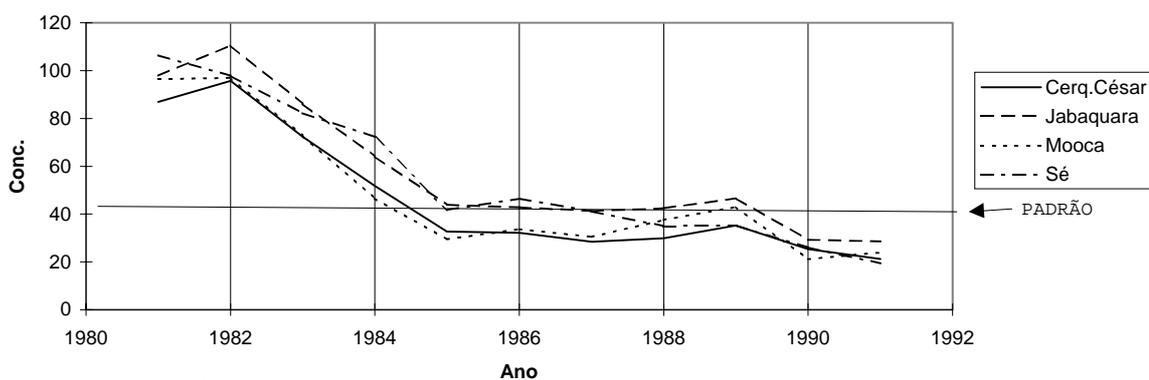
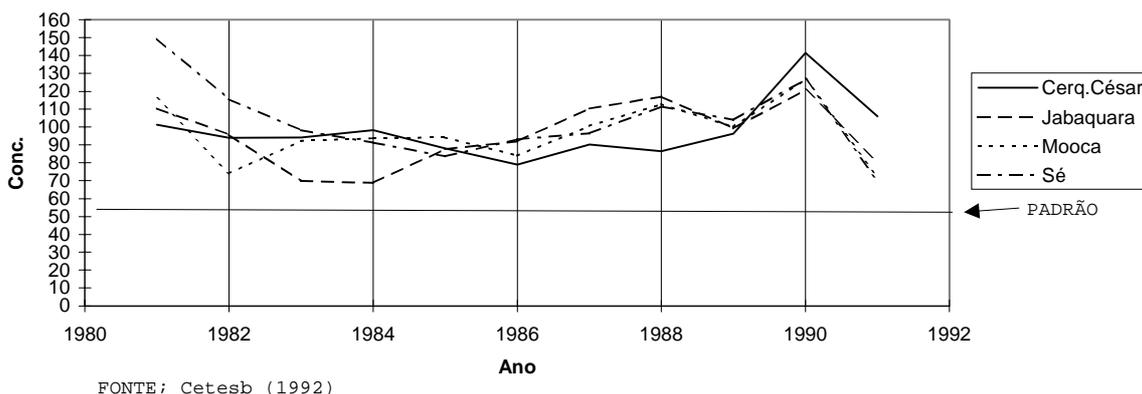


GRÁFICO 7

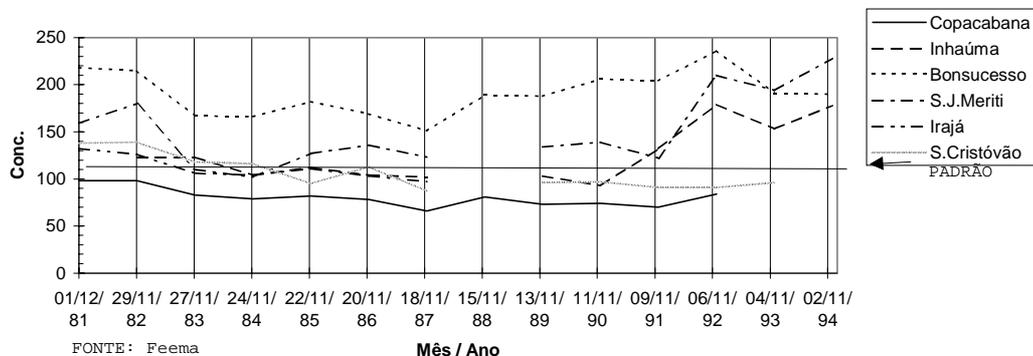
Medidas de Concentração de Particulados (MP10) em Estações da Região Metropolitana de São Paulo



²⁷Ver Cetesb (1992) para uma descrição detalhada do IQA.

GRÁFICO 8

Medidas de Concentração de Particulados (PM10) em Estações da Região Metropolitana do Rio de Janeiro



Observa-se na Tabela 12 que a qualidade do ar varia substancialmente entre os diversos pontos de monitoramento.²⁸ É possível verificar, contudo, que apenas seis dos 23 pontos de monitoramento indicam que o IQA era bom na metade dos dias analisados. Em dois casos o IQA era inadequado em mais de 30% dos dias e em outros quatro o percentual era superior a 10%.

²⁸Esta é a razão principal para não apresentar índices de concentração da poluição do ar no anexo estatístico.

Tabela 12
Distribuição Diária do Índice Geral de Qualidade do Ar na Região Metropolitana de São Paulo

ESTAÇÃO	NÍVEIS DO ÍNDICE					
	BOM		REGULAR		INADEQUADO*	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
P. D. Pedro II	58	16,4	266	75,4	29	8,2
Santana	21	12,8	137	83,5	6	3,7
Moóca	65	19,3	221	65,8	50	14,9
Cambuci	246	74,5	82	24,8	2	0,6
Ibirapuera	201	57,8	143	41,1	4	1,1
N. Senhora do O	175	52,2	155	46,3	5	1,5
S. Caetano do Sul	19	5,8	200	61,0	109	33,2
Congonhas	23	6,7	246	71,3	76	22,0
Lapa	76	21,4	223	62,8	56	15,8
Cerqueira César	13	3,6	230	64,2	115	32,1
Penha	171	49,0	169	48,4	9	2,6
Correio	4	1,4	269	92,8	17	5,9
Centro	28	66,7	14	33,3	0	0,0
Guarulhos	54	15,4	248	70,9	48	13,7
S. André - Centro	160	50,0	141	44,1	19	5,9
Diadema	161	48,2	156	46,7	17	5,1
Santo Amaro	126	35,6	211	59,6	17	4,8
Osasco	121	36,2	205	61,4	8	2,4
S. André - Capuava	96	30,3	213	67,2	8	2,5
V. Paulicéia	156	45,9	172	50,6	12	3,5
Taboão da Serra	106	29,6	230	64,2	22	6,1
S. Miguel Paulista	197	62,3	106	33,5	13	4,1
Mauá	265	89,2	32	10,8	0	0,0

Notas: Freq = dias com o índice.

% = percentagem de dias com o índice.

* Inclui níveis de má, péssima e crítica qualidade do ar.

Fonte: CETESB (1992).

2.3.3. Ações de Controle da Poluição Atmosférica

Os indicadores das subseções anteriores revelam que os veículos automotivos são as principais fontes de poluição atmosférica nas grandes áreas urbanas.

Indicou-se também que os níveis de concentração nas cidades mais desenvolvidas do país excedem, principalmente em particulados, os padrões desejados. Dessa forma, os efeitos negativos sobre a saúde humana podem ser consideráveis, conforme será analisado mais adiante.

Todavia, vale mencionar anteriormente alguns aspectos econômicos e distributivos da poluição do ar.

As iniciativas de controle da poluição do ar na indústria, além da instalação de equipamentos de controle e substituição e conservação energética, atuaram mais eficazmente através da realocação espacial das grandes instalações industriais.²⁹

No caso da poluição automotiva, uma iniciativa merece destaque: o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve)³⁰ que instituiu metas de níveis de emissão veicular a serem atendidas pela indústria automobilística na produção de veículos novos. A consecução das metas estabelecidas até 1992 tem sido bastante satisfatória, atingindo, no caso dos veículos novos, mais de 80% de redução média de poluentes em relação a 1986 [ver Cetesb (1992)]. Inclusive, algumas metas estabelecidas para 1997 já estão quase atendidas.

Além de variações tecnológicas adotadas nos veículos novos (por exemplo, nos processos de ignição e carburação), o Proconve estimulou a introdução de catalisadores que atuam nos escapamentos dos veículos.

Também como exigência do Proconve consolidou-se melhoria na qualidade dos combustíveis com eliminação do chumbo e fixação do percentual da mistura do álcool à gasolina e redução do teor de enxôfre no óleo diesel.

Os resultados do Proconve referem-se aos veículos novos a partir de 1986 e as metas realmente significativas foram alcançadas na sua fase II em 1992. Além do mais, estes níveis de emissão requerem contínua manutenção e regulagem dos motores.³¹

²⁹Em termos de padrões de emissão, ver Resolução Conama 05 de 15/06/89 que institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar.

³⁰Resolução Conama 18 de 06/05/86.

³¹A inspeção da manutenção dos veículos foi estabelecida na Resolução Conama 07 de 31/08/93, mas ainda não implementada.

Estando a propriedade dos veículos leves concentrada nas camadas mais ricas da população, então é plausível afirmar que são estes os maiores responsáveis pelas emissões destes veículos. Positivamente estes proprietários pagam, via preço do veículo novo, os custos de controle de emissão possivelmente derivados do Proconve.

Entretanto, os segmentos dos mais pobres acabam, devido a suas restrições de renda, possuindo veículos mais antigos e, portanto, com maior potencial poluente e exigência de manutenção e regulação.

No caso dos veículos pesados, as emissões derivadas do transporte coletivo são as mais importantes. Alterando o perfil modal dos serviços de transporte coletivo urbano para alternativas com menor impacto na qualidade do ar (metrovias, por exemplo), a comutação dos mais pobres seria menos degradadora, além de oferecer menor tempo de locomoção e maior conforto. Adicionalmente, induziria os mais ricos a reduzirem seu uso de transporte individual.³²

Resumindo, o problema de qualidade do ar nos centros urbanos está fortemente associado ao sistema de transporte coletivo que atualmente gera grande parte das emissões totais e incentiva o transporte individual. Os efeitos negativos não se restringem à qualidade do ar, mas incluem o aumento do congestionamento do tráfego e a exigência de comutação de longa duração para os mais pobres em veículos inseguros e com pouco conforto. Em suma, tal situação resulta em perdas ambientais, gera ineficiência energética e reduz a produtividade do trabalho.

2.3.4. Custos de Saúde Associados à Poluição do Ar

Um estudo recente [ver Fernandes Mendes(1994) e Seroa da Motta e Fernandes Mendes (1995)] realizado para os efeitos na saúde humana devido à poluição do ar (particulados) na cidade de São Paulo indica que os casos de óbitos por doenças respiratórias estão fortemente associados a este tipo de poluição.

As estimativas foram realizadas através de regressões múltiplas que correlacionavam casos de óbitos com nível de escolaridade da pessoa falecida, concentração do poluente e fatores meteorológicos. Os resultados indicaram que a redução do nível de concentração de particulados inaláveis na RMSP para o nível do padrão mínimo legal resultaria na redução de mais de 6% nos casos de óbitos registrados por doenças respiratórias. Os custos hospitalares anuais com internações que poderiam ser evitadas seriam da ordem de US\$ 750,000.00.

³²No inverno de 1995, no centro da cidade de São Paulo está se testando um sistema de rodízios de carros particulares. Medidas emergenciais como estas são necessárias. Todavia, mais eficaz no médio prazo seria elevar a taxa do álcool e gasolina para financiar o transporte coletivo mais limpo [ver Seroa da Motta et alii (1995a)].

Vale mencionar que estes valores não refletem os custos ambulatoriais de tratamento destas doenças e tampouco a perda de bem-estar que estas doenças e outros sintomas, como por exemplo irritações oculares, resultam nas pessoas impactadas.

Todavia, não se verificou uma forte correlação com nível de renda da população afetada. Nesta pesquisa, a variável instrução foi utilizada como uma aproximação da variável renda devido às restrições de dados. Os resultados evidenciam uma baixa representatividade estatística na variável nível de instrução das pessoas vitimadas por doenças respiratórias.

Esta constatação era esperada na medida em que a exposição à poluição atmosférica não é tão facilmente minimizada como no caso da poluição hídrica, em que a água pode ser tratada e o esgoto desviado para regiões desvalorizadas onde, conseqüentemente, habitam as camadas mais pobres da população. Entretanto, observou-se nas subseções anteriores que as principais fontes de emissão de particulados são os veículos leves e pesados.

Conforme já discutido, o uso de automóveis pode ser entendido como um benefício da riqueza, e não como conseqüência da pobreza.

O transporte coletivo com base em veículos automotivos, embora essencial no transporte de massa, não representa a forma mais eficiente em termos ambientais e energéticos. Estas evidências demonstram que, no caso da poluição do ar, as camadas mais pobres da população se tornam os maiores prejudicados ao assimilarem custos ambientais equivalentes aos dos mais ricos sem, contudo, usufruírem igualmente dos benefícios do crescimento econômico que originam esta forma de degradação.

3. O PADRÃO DE USO DOS RECURSOS FLORESTAIS NO BRASIL

Esta seção apresenta indicadores que discutem o grau de sustentabilidade do padrão de exploração dos recursos florestais no Brasil.

Estes indicadores procuram refletir os principais usos destes recursos e as suas implicações em termos de esgotamento da base natural e os efeitos distributivos intertemporais decorrentes.

3.1. Recursos Florestais

O Brasil possui as maiores áreas de florestas tropicais do planeta e também extensas áreas cobertas com cerrados (savanas) e caatingas. Dessa forma, são ilimitados os benefícios que podem ser obtidos da exploração destes recursos florestais.

Os recursos florestais são todos os bens e serviços ambientais derivados das florestas e outras formas de vegetação.

No presente, em termos comerciais, os recursos mais importantes são os produtos madeireiros e extrativos.

A biodiversidade da fauna e flora também oferece ilimitadas possibilidades comerciais ainda pouco exploradas em termos de conhecimento científico e tecnológico (por exemplo, desenvolvimento de fármacos) ou mesmo para sua exploração turística.

As florestas também oferecem serviços indiretos e não comerciais que refletem um valor econômico ao garantirem sustentabilidade a diversas atividades econômicas. Entre estes estariam a regulação da disponibilidade e da qualidade das águas, a estabilidade climática, a redução da concentração de poluentes atmosféricos e a própria preservação do solo.

O valor existencial das florestas, às vezes denominado valor ecológico, pode ser de igual importância quando se considera a preservação de espécies não-humanas.

Conforme já amplamente reconhecido, a dominância ou a dinâmica de um tipo de exploração geralmente afeta o benefício de outro uso. Para avaliar a dimensão deste conflito, e a sustentabilidade das formas de exploração, é preciso inicialmente discutir os usos antrópicos do solo florestal.

3.1.1. O Padrão de Exploração do Solo Florestal

O padrão de uso dos recursos florestais resulta, em última instância, dos usos antrópicos destinados ao solo florestal.

Na maioria das formas de exploração, a vegetação nativa é retirada para que o solo seja utilizado para diversos fins, tais como: assentamentos populacionais, atividades agropecuárias, exploração mineral e construção de barragens e reservatórios para geração hidrelétrica.

Nestes casos, fica caracterizado o processo de desmatamento. Na medida em que a conversão de áreas florestais para estes fins não permite a regeneração da vegetação primária, o desmatamento se assemelha à exploração de um recurso finito. Ou seja, os recursos florestais tornam-se exauríveis.

Outras formas de uso do solo florestal, entretanto, não resultam no esgotamento dos recursos florestais como seriam diversas práticas de extrativismo e as unidades de conservação.

Desmatamento no Brasil

Nesta subseção são apresentados alguns indicadores que refletem o nível de desmatamento nos principais ecossistemas brasileiros.

Conforme ilustrado no mapa anexo, a composição da vegetação brasileira é bastante diversa.

A análise a seguir se concentrará na Floresta Amazônica, na Mata Atlântica e no Cerrado, onde a disponibilidade de dados é maior devido à importância ecológica e econômica destes recursos. Estes tipos de vegetação são considerados os mais ricos em biodiversidade e ainda ocupam as regiões economicamente mais dinâmicas do país.

Isto não quer dizer que outros ecossistemas não sejam importantes. No caso da caatinga, por exemplo, é amplamente reconhecida a sua riqueza genética e a sua contribuição para as variações climáticas da região nordestina.³³

A Tabela 13 apresenta um levantamento recente [ver S.O.S. Mata Atlântica (1993) e May e Rocha (1995)] das áreas remanescentes de domínio da Mata Atlântica.

Em termos de Brasil como um todo, as áreas remanescentes significam apenas 8,19% das áreas originalmente florestadas. Indiscutivelmente, a Mata Atlântica é o ecossistema nacional mais ameaçado do país. Esta situação alarmante gerou matéria legal que em 1990 proibiu qualquer tipo de desmatamento em áreas de domínio da Mata Atlântica.³⁴

Os Estados do Rio de Janeiro e Bahia são os que mantêm percentuais de áreas remanescentes mais elevados, respectivamente 20,9 e 16, indicando taxas de desmatamento³⁵ menos acentuadas que os outros estados. As maiores taxas de desmatamento são observadas em Minas Gerais (2,9%) e Rio Grande do Sul (4%) onde a área remanescente representa 2,9 e 4%, respectivamente.

³³Ver, por exemplo, Magalhães(1992) para uma análise destes aspectos nas regiões semi-áridas do Nordeste brasileiro.

³⁴Ver Decreto 99547 alterado pelo Decreto 750 de 1993. No momento que se elabora este relatório, o Ministério do Meio Ambiente propõe rever o critério desta legislação em delimitar este domínio para reduzir as áreas intocáveis. Esta revisão tem suscitado controvérsias e reações contrárias de grupos e especialistas do meio ambiente.

³⁵A estimativa exata destas taxas não foi realizada porque a conversão das áreas nos estados se realizou em distintos períodos de tempo. Todavia, a razão entre área remanescente e área original é um indicador preciso das magnitudes relativas das taxas entre os estados.

Tabela 13
Áreas Remanescentes de Domínio de Mata Atlântica no Brasil - 1990

(ha)

Estados	Domínio de Mata Atlântica		Matas Remanescentes		Área Remanescente (%)
	Ha	%	Ha	%	
Bahia	11.575.425	10,7	1.267.478	14,3	11,0
Espírito Santo	4.000.000	3,7	402.392	4,5	10,1
Minas Gerais	30.356.792	28,0	876.504	9,9	2,9
Paraná	16.782.400	15,5	1.503.098	17,0	7,6
Rio de Janeiro	4.294.000	4,0	896.234	10,1	20,9
Santa Catarina	9.571.647	8,8	1.527.794	17,2	16,0
São Paulo	20.450.000	18,9	1.731.472	19,5	8,5
Rio Grande do Sul	11.202.705	10,4	656.717	7,4	4,0
Total	108.232.969	100,0	8.861.689	100,0	8,2

Nota: Domínio da Mata Atlântica refer-se à área originalmente em florestas densa em cada estado, nas categorias de floresta primária ou secundária.

Fontes: SOS MATA ATLÂNTICA (1993). MAY e ROCHA (1995).

Devido à magnitude das áreas originais, os estados de São Paulo, Santa Catarina, Paraná e Bahia apresentam as maiores áreas remanescentes variando em torno de 1,5 milhão de hectares. Estes estados mantêm quase 70% do total da área remanescente de Mata Atlântica do país.

Conforme pode-se observar, a distribuição espacial da Mata Atlântica coincide com as regiões que têm liderado historicamente a expansão agropecuária, industrial e conseqüentemente urbana do país e, portanto, constata-se que a conversão da floresta foi parte desse processo de desenvolvimento.

A expansão da fronteira agropecuária e industrial, seguindo o modelo de desenvolvimento adotado nas regiões ao Sul do país, foi também estimulada nas regiões Norte e Centro-Oeste, nas quais predominam, respectivamente, a Floresta Amazônica e o Cerrado.

Esta expansão logrou a conversão de enormes áreas de solo florestal. Isto foi possível, por um lado, pela concentrada estrutura fundiária e de distribuição de renda existente no país, e, por outro, pela abertura de estradas de integração nacional, assentamentos agrícolas, concessão de incentivos fiscais à agropecuária e implantação de megaprojetos de desenvolvimento nessas regiões.

A eficiência econômica e distributiva desse processo de ocupação é questionável,³⁶ mas os resultados em termos de área desmatada são expressivos.

³⁶Diversos são os estudos sobre a expansão da fronteira produtiva e a conversão das florestas na Amazônia e Cerrado [ver, entre outros, Seroa da Motta (1993a), Reis (1992) e WWF (1994) e Cunha *et alii* (1994)].

O desmatamento da Floresta Amazônica ainda não pode ser avaliado pela magnitude das áreas remanescentes. Primeiro porque, conforme já salientado, é uma área de fronteira, ou seja, de recente ocupação. Segundo, a extensão da área originalmente florestada é quatro vezes maior que a estimada para a Mata Atlântica e representa quase 50% do Território Nacional.

A Tabela 14 apresenta as taxas recentes de desmatamento da Floresta Amazônica (limitada na sua demarcação legal).

No período 1978/89, no qual se inicia o processo mais recente e ambicioso de ocupação da região, a taxa de desmatamento anual atingiu a média de 0,54% ou mais de 21.000 ha por ano. Mantida esta taxa, a floresta desapareceria em menos de 130 anos.

Tabela 14
Taxa Anual de Desmatamento Bruto na Amazônia Legal

ESTADO/ÁREA	1978/89		1988/89		1989/90		1990/91	
	Área	Taxa	Área	Taxa	Área	Taxa	Área	Taxa
Acre	620	0,42	540	0,39	550	0,39	380	0,28
Amapá	60	0,06	130	0,12	250	0,23	410	0,37
Amazonas	1.510	0,10	1.180	0,08	520	0,04	980	0,07
Maranhão	2.450	1,79	1.420	1,30	1.100	1,03	670	0,63
Mato Grosso	5.140	1,01	5.960	1,31	1.020	0,90	2.840	0,64
Pará	6.990	0,62	5.750	0,55	4.890	0,47	3.780	0,37
Rondônia	2.340	1,11	1.430	0,78	1.670	0,91	1.110	0,62
Roraima	290	0,18	630	0,39	150	0,10	420	0,27
Tocantins	1.650	2,97	730	2,00	580	1,61	440	1,26
Amazônia Legal	21.130	0,54	17.860	0,48	13.810	0,37	11.130	0,30

Fonte: INPE/1992.

O processo recessivo da economia brasileira após este período que reduziu os investimentos em estradas e megaprojetos, as alterações na estrutura de incentivos fiscais e o fortalecimento da capacidade fiscalizatória dos órgãos ambientais é o principal fator explicativo para a significativa redução dessas taxas nos anos posteriores.

No ano de 1991, último dado oficial disponível, esta taxa declinou para 0,30%, mas ainda sendo responsável por uma área desmatada de mais de 11.000 ha.

Observa-se também que as frentes de expansão, onde as taxas são mais elevadas e acima de 1%, ocorrem nos Estados de Tocantins, Maranhão, Rondônia e Mato Grosso. Os Estados do Acre e Amapá e o Território de Roraima apresentaram taxas constantes ou crescentes no período, o que pode indicar uma nova frente de

expansão. O Estado do Amazonas, por outro lado, ainda mantém ao longo do todo o período as menores taxas.

Vale mencionar que as taxas verificadas no Pará e no Maranhão são relativas a um processo de desmatamento anterior ao período recente analisado.

A manutenção da tendência declinante dessas taxas, todavia, dependerá basicamente das condições políticas e econômicas que assegurem a constante reversão dos fatores indutores ao desmatamento acima discutidos.

Entretanto, para dar uma dimensão da magnitude do desmatamento já realizado na região Amazônica, o total da área desmatada entre 1978 e 1991 equivale somente a 5% da originalmente florestada, mas com uma extensão territorial próxima à do Estado de São Paulo.

As áreas abertas no Cerrado são mais expressivas. De acordo com WWF (1994), 50,7 milhões de hectares foram abertos até 1985 de uma área original de aproximadamente 180.000 hectares.

Ainda de acordo com WWF (1994), estimativas para 1994 seriam de 69,5 milhões de hectares, ou seja, 38,6% da área original teriam sido abertos para fins agropecuários a uma taxa de 0,77% a.a., no período 1985/94. Esta área de 69,5 milhões de hectares equivale à soma dos Estados do Mato Grosso do Sul e Goiás.

Produção de Madeira

Conforme já discutido, a produção de madeira roliça -- madeira sem beneficiamento após sua extração -- é um dos usos comerciais mais importantes dos recursos florestais.

A Tabela 15 apresenta a evolução desta produção no país da década de 80 de acordo com dados preliminares levantados no estudo da Funatura/Itto e publicados em Prado(1995).

Observa-se que a região Norte em 1980 contribuía com apenas 9,2% do total da produção de madeira oriunda de matas nativas. Este percentual eleva-se para 22,5 em 1990/91 devido a um crescimento de mais de 170% no período.

A produção de madeira de matas nativas manteve-se mais ou menos constante nas regiões Nordeste e Sudeste, registrou queda de 25% na região Sul e um crescimento de 8,5% na Centro-Oeste. Como a produção nacional cresceu 11,8%, a expansão foi praticamente toda conduzida pela região Norte.

Tabela 15
Produção de Madeira Roliça por Estado/Região - 1980-1990/91

Região / Unidade da Federação	MATAS NATIVAS 1.000 m3 (% total Brasil)					MATAS PLANTADAS 1.000 m3 (% total Brasil)					TOTAL				
	1980		1990/91*		Variação	1980		1990/91*		Variação	1980		1990/91*		Variação
	1000m3	%	1000m3	%	%	1000m3	%	1000m3	%	%	1000m3	%	1000m3	%	%
Região Norte	19.880	9,2	54.312	22,5	173,2	1.392	2,4	1.586	2,1	13,9	21.272	7,8	55.898	17,6	162,8
Pará	13.672	6,3	43.335	18,0	217,0	1.392	2,4	1.246	1,6	-10,5	15.064	5,5	44.581	14,1	195,9
Amazonas	3.692	1,7	3.614	1,5	-2,1	-	-	-	-	-	3.692	1,3	3.614	1,1	-2,1
Rondônia	361	0,2	2.417	1,0	569,5	-	-	-	-	-	361	0,1	2.417	0,8	569,5
Amapá	599	0,3	829	0,3	38,4	-	-	340	0,4	-	599	0,2	1.169	0,4	95,2
Roraima	136	0,1	98	0,0	-27,9	-	-	-	-	-	136	0,0	98	0,0	-27,9
Acre	1.420	0,7	1.317	0,5	-7,3	-	-	-	-	-	1.420	0,5	1.317	0,4	-7,3
Tocantins	-	-	2.702	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	2.702	0,9	-
Região Nordeste	74.496	34,6	73.872	30,7	-0,8	-	-	1.498	2,0	-	74.496	27,2	75.370	23,8	1,2
Alagoas	2.959	1,4	2.125	0,9	-28,2	-	-	-	-	-	2.959	1,1	2.125	0,7	-28,2
Sergipe	985	0,5	1.330	0,6	35,0	-	-	-	-	-	985	0,4	1.330	0,4	35,0
Paraíba	5.879	2,7	3.454	1,4	-41,2	-	-	-	-	-	5.879	2,1	3.454	1,1	-41,2
Pernambuco	6.001	2,8	3.657	1,5	-39,1	-	-	-	-	-	6.001	2,2	3.657	1,2	-39,1
Ceará	11.876	5,5	15.734	6,5	32,5	-	-	-	-	-	11.876	4,3	15.734	5,0	32,5
Rio Grande do Norte	4.569	2,1	5.612	2,3	22,8	-	-	-	-	-	4.569	1,7	5.612	1,8	22,8
Bahia	27.652	12,8	28.892	12,0	4,5	-	-	1.498	2,0	-	27.652	10,1	30.390	9,6	9,9
Maranhão	10.662	4,9	9.870	4,1	-7,4	-	-	-	-	-	10.662	3,9	9.870	3,1	-7,4
Piauí	3.913	1,8	3.198	1,3	-18,3	-	-	-	-	-	3.913	1,4	3.198	1,0	-18,3

Região / Unidade da Federação	MATAS NATIVAS 1.000 m3 (% total Brasil)					MATAS PLANTADAS 1.000 m3 (% total Brasil)					TOTAL				
	1980		1990/91*		Variação	1980		1990/91*		Variação	1980		1990/91*		Variação
	1000m3	%	1000m3	%	%	1000m3	%	1000m3	%	%	1000m3	%	1000m3	%	%
Região Centro-Oeste	21.631	10,0	23.472	9,7	8,5	353	0,6	4.401	5,8	1146,7	21.984	8,0	27.873	8,8	26,8
Goiás	14.739	6,8	8.956	3,7	-39,2	353	0,6	325	0,4	-7,9	15.092	5,5	9.281	2,9	-38,5
Mato Goro	6.807	3,2	8.923	3,7	31,1	-	-	-	-	-	6.807	2,5	8.923	2,8	31,1
Mato Grosso do Sul	-	-	5.514	2,3	-	-	-	3.876	5,1	-	-	-	9.390	3,0	-
Distrito Federal	85	0,0	79	0,0	-7,1	-	-	200	0,3	-	85	0,0	279	0,1	228,2
Região Sudeste	64.665	30,0	63.217	26,2	-2,2	48.510	82,8	44.000	58,0	-9,3	113.175	41,3	107.217	33,8	-5,3
São Paulo	9.315	4,3	8.781	3,6	-5,7	38.805	66,2	26.180	34,5	-32,5	48.120	17,6	34.961	11,0	-27,3
Rio de Janeiro	3.113	1,4	1.941	0,8	-37,6	388	0,7	218	0,3	-43,8	3.501	1,3	2.159	0,7	-38,3
Espírito Santo	3.255	1,5	2.058	0,9	-36,8	2.895	4,9	2.138	2,8	-26,1	6.150	2,2	4.196	1,3	-31,8
Minas Gerais	48.982	22,7	50.437	20,9	3,0	6.422	11,0	15.464	20,4	140,8	55.404	20,2	65.901	20,8	18,9
Região Sul	34.804	16,2	26.095	10,8	-25,0	8.346	14,2	24.428	32,2	192,7	43.150	15,7	50.523	15,9	17,1
Paraná	12.042	5,6	9.474	3,9	-21,3	4.155	7,1	8.917	11,7	114,6	16.197	5,9	18.391	5,8	13,5
Santa Catarina	10.401	4,8	7.614	3,2	-26,8	2.966	5,1	8.044	10,6	171,2	13.367	4,9	15.658	4,9	17,1
Rio Grande do Sul	12.361	5,7	8.287	3,4	-33,0	1.225	2,1	7.467	9,8	509,6	13.586	5,0	15.754	5,0	16,0
BRASIL - TOTAL	215.476	100,0	240.968	100,0	11,8	58.601	100,0	75.913	100,0	29,5	274.077	100,0	316.881	100,0	15,6

Fonte: Prado (1995). Obs: (-) = não-disponível

* Média referente aos anos de 1990 e 1991. ** A variação é igual ao volume de 1990/91 sobre o volume de 1980.

Na mesma Tabela 15, nota-se que a produção de madeira de matas plantadas (de reflorestamento) correspondeu em 1990/91 a menos de 25% da produção total de madeira no país, embora tenha apresentado um crescimento superior a 30% durante a década de 80. Este crescimento localizou-se predominantemente na região Sul, mas é a região Sudeste ainda que representa quase 60% da produção de madeira de matas plantadas. Na região Norte a produção de matas plantadas corresponde a somente 2,1% do total do país. Entretanto, observando a Tabela 16 constata-se que 76,1% da produção de madeira nativa destinam-se ao uso industrial (para geração de energia ou como insumo de artefatos) e o restante ao uso doméstico (principalmente para cocção).

Enquanto na região Norte quase a totalidade da produção tem destino tipicamente industrial, nas outras regiões o uso domiciliar corresponde de 20 a 40% do consumo total. Este padrão se explica pela baixa densidade populacional da região Norte em relação à sua produção madeireira e também pelo alto valor da madeira de espécie amazônica.

O consumo industrial das madeiras de matas nativas, no país como um todo, em 1990/91, detalhado na Tabela 17, é predominantemente 71,7% para uso energético (lenha e carvão vegetal). O restante destina-se à indústria de artefatos de madeira na forma de toras e toretas. Esta composição se altera um pouco nas matas plantadas onde o uso energético é aproximadamente o mesmo do uso para artefatos.

Na região Norte, entretanto, somente 28% da madeira nativa destinam-se ao uso energético. Conseqüentemente, este uso nas outras regiões se situa acima da média nacional.

A composição regional do uso da madeira de matas plantadas da Tabela 18 também se concentra nos energéticos, principalmente na região Centro-Oeste. A reduzida produção da região Norte é toda para toras e toretas.

Os indicadores acima discutidos confirmam que a expansão da produção madeireira para artefatos ocorrerá com base na extração de espécies amazônicas. Sendo este destino final fortemente associado com as exportações de madeira,³⁷ o crescimento observado do mercado internacional acentuará ainda mais esta tendência.

³⁷As exportações somente se realizam em forma de madeira processada e predominantemente como madeira serrada ou laminada. A exportação de toras é proibida.

Tabela 16

Uso de Madeira Roliça Produzida de Matas Nativas por Estado/Região (1.000 m3) - 1990/91

Região / Unidade da Federação	INDUSTRIAL		DOMICILIAR		TOTAL
	1000m3	%	1000m3	%	1000m3
Região Norte	54.312	100,0	-	0,0	54.312
Pará	43.335	100,0	-	0,0	43.335
Amazonas	3.614	100,0	-	0,0	3.614
Rondônia	2.417	100,0	-	0,0	2.417
Amapá	829	100,0	-	0,0	829
Roraima	98	100,0	-	0,0	98
Acre	1.317	100,0	-	0,0	1.317
Tocantins	2.702	100,0	-	0,0	2.702
Região Nordeste	59.970	81,2	13.902	18,8	73.872
Alagoas	1.213	57,1	912	42,9	2.125
Sergipe	733	55,1	597	44,9	1.330
Paraíba	1.636	47,4	1.818	52,6	3.454
Pernambuco	2.522	69,0	1.135	31,0	3.657
Ceará	13.702	87,1	2.032	12,9	15.734
Rio Grande do Norte	5.120	91,2	492	8,8	5.612
Bahia	24.089	83,4	4.803	16,6	28.892
Maranhão	8.488	86,0	1.382	14,0	9.870
Piauí	2.467	77,1	731	22,9	3.198
Região Centro-Oeste	14.300	60,9	9.172	39,1	23.472
Goiás	4.834	54,0	4.122	46,0	8.956
Mato Grosso	6.819	76,4	2.104	23,6	8.923
Mato Grosso do Sul	2.617	47,5	2.897	52,5	5.514
Distrito Federal	30	38,0	49	62,0	79
Região Sudeste	41.249	65,2	21.968	34,8	63.217
São Paulo	4.052	46,1	4.729	53,9	8.781
Rio de Janeiro	456	23,5	1.485	76,5	1.941
Espírito Santo	403	19,6	1.655	80,4	2.058
Minas Gerais	36.338	72,0	14.099	28,0	50.437
Região Sul	14.689	56,3	11.406	43,7	26.095
Paraná	5.754	60,7	3.720	39,3	9.474
Santa Catarina	4.656	61,2	2.958	38,8	7.614
Rio Grande do Sul	3.559	42,9	4.728	57,1	8.287
BRASIL - TOTAL	184.520	76,6	56.448	23,4	240.968

Fonte: Prado (1995).

* Média referente aos anos de 1990 e 1991.

Obs: (-) = não-disponível.

Tabela 17
 Uso Industrial da Produção de Madeira Roliça de Matas Nativas por Região (1.000 m³) -1990/91

Região	TORAS/TORETES		LENHA		CARVÃO VEGETAL		TOTAL 1000m ³
	1000m ³	%	1000m ³	%	1000m ³	%	
Região Norte	39.087	72,0	14.742	27,1	483	0,9	54.312
Região Nordeste	6.899	11,5	50.578	84,3	2.493	4,2	59.970
Região Centro-Oeste	3.519	24,6	8.098	56,6	2.684	18,8	14.301
Região Sudeste	844	2,0	8.179	19,8	32.228	78,1	41.250
Região Sul	1.717	12,3	11.776	84,3	476	3,4	13.969
BRASIL - TOTAL	52.065	28,3	93.373	50,8	38.364	20,9	183.802

Fonte: Prado (1995).

* Média referente aos anos de 1990 e 1991.

Obs: nd = não-disponível

A importância da expansão da produção madeireira no processo de desmatamento se realiza na forma de agente de financiamento do desmate na expansão da fronteira agropecuária. Este tem sido o processo histórico de aberturas de fronteira no Brasil. A perda de participação das regiões mais ricas na produção nacional de madeira nativa e sua predominância em madeira de matas plantadas estão fortemente associadas ao fechamento das suas fronteiras, conforme demonstraram os dados de desmatamento nestas regiões.

Este processo pode ser claramente percebido nos dados da Tabela 19 que estimam a relação entre o volume comercial de madeira que poderia ser extraído das áreas desmatadas na região Norte e o volume efetivo extraído. Nesta tabela observa-se que a relação estimada declinou rapidamente de 7,96 no período inicial da expansão da fronteira, entre 1975/78, para 1,05 no final da década de 80.

Ou seja, a produção madeireira torna-se coadjuvante das atividades agropecuárias no processo de desmatamento. O desmate agropecuário é financiado em troca da produção madeireira resultante ou, pior, o desmate agropecuário é uma forma legalizada de expandir a extração madeireira sob formas de manejo não-sustentáveis.

Tabela 18

Uso Industrial da Produção de Madeira Roliça de Matas Plantadas por Região (1.000 m³) - 1990/91

Região	TORAS/TORETES		LENHA		CARVÃO VEGETAL		TOTAL 1000m3
	1000m3	%	1000m3	%	1000m3	%	
Região Norte	1.586	100,0	-	0,0	-	0,0	1.586
Região Nordeste	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
Região Centro-Oeste	692	15,7	1.893	43,0	1.816	41,3	4.401
Região Sudeste	19.112	43,4	9.992	22,7	14.896	33,9	44.000
Região Sul	17.310	70,9	6.891	28,2	227	0,9	24.428
BRASIL - TOTAL	38.700	52,0	18.777	25,2	16.939	22,8	74.416

Fonte: Prado (1995).

* Média referente aos anos de 1990 e 1991.

Obs: (-) = não-disponível

Tabela 19

Região Norte - Relação entre Volume de Madeira Comercial Disponível pelos Desmatamentos e Produção Efetiva de Madeiras em Toras - 1975/1990-91

PERÍODO	ÁREA DESMATADA MÉDIA POR ANO (em ha.)	(A) VOLUME COMERCIAL DO DESMATAMENTO (em 1.000 m ³)*	(B) PRODUÇÃO EFETIVA DE TORAS (em 1.000 m ³)	RELAÇÃO (A)/(B)
1975/78	1.619.300	32.386	4064 (1)	7,98
1978/80	2.323.550	46.471	11476 (2)	4,05
1980/88	5.940.987	118.820	19539 (3)	6,08
1989/91	2.064.600	41.292	39087 (4)	1,05

Fonte: Prado (1995).

* Supõe-se, de maneira bastante conservadora, uma média de 20 m³/ha de madeira comercial existente na área desmatada.

(1) produção referente ao ano de 1975; (2) produção referente ao ano de 1980;

(3) produção referente ao ano de 1985; (4) produção média referente a 1990/91

Vale lembrar que o consumo de madeira nativa, por força do Código Florestal, pode somente ser realizado se houver contrapartida em florestas plantadas. Recentemente, permitiu-se a exploração de matas nativas de acordo com um plano de manejo sustentado que seja aprovado pelo Ibama com normas de controle ambiental bastante rígidas.³⁸ Para os pequenos consumidores, com consumo menor que 12.000m³ anuais, existe a possibilidade de pagamento de uma taxa de reposição florestal nos casos onde a reposição não é atendida.³⁹

³⁸Instrução Normativa 80 de 24/09/91 que pretende regulamentar o artigo 15 do Código Florestal.

³⁹Portaria 441/89.

As formas de manejo sustentado em florestas tropicais, além de tecnicamente complexas, são de rentabilidade de longo prazo e requerem investimentos iniciais e custos de operação muito altos. O valor da taxa de reposição florestal, embora não seja elevado em comparação com os custos de reflorestamento, exige uma sofisticada administração de coleta e fiscalização.⁴⁰

Dessa forma, o desmatamento para fins agropecuários, permitido por lei em até 50% da área total da propriedade, tornou-se uma excelente oportunidade para evitar as restrições legais de exploração madeireira.

Neste cenário, a fragilidade fiscalizatória dos órgãos ambientais em pouco interfere no processo de desmatamento. Criar políticas realistas e os apropriados incentivos ao manejo sustentado pode se revelar mais eficaz.

3.2. Produção Agropecuária

Conforme discutido, a exploração agropecuária é uma das formas mais importantes de conversão de florestas. Embora existam técnicas que permitam atividades agrícolas e pecuárias com menor intensidade de degradação do solo e uso de insumos químicos, permanece a necessidade de retirada da vegetação, mesmo que sejam seguidas de práticas mais conservacionistas.

As possibilidades de adoção de práticas conservacionistas minimizadoras de degradação e desmate estão relacionadas com o padrão tecnológico adotado no setor agropecuário. Já é amplamente evidenciado que no Brasil estas práticas são pouco utilizadas e também pouco incentivadas pelas agências de fomento e crédito do setor [ver Estudos Econômicos (1994)].

Adicionalmente, a estrutura fundiária da agropecuária no país é altamente concentrada e com baixos níveis de produtividade em termos internacionais. Além do incentivo a técnicas mais conservacionistas, uma forma de racionalizar a conversão das florestas é induzir a expansão da fronteira para áreas de maior aptidão agroecológica. Nestas áreas os níveis mais elevados de produtividade são possíveis com menor uso de insumos químicos e perdas de solo. Ou seja, reduz-se a necessidade de expansão em áreas virgens.

Áreas de aptidão agroecológica foram estimadas a partir de um levantamento da Embrapa (1991). Este levantamento define a aptidão do solo como aquela de menor índice de agressão ao ecossistema combinada com a menor inversão relativa de capital.

⁴⁰Para uma análise destes aspectos legais e econômicos da atividade madeireira, ver Seroa da Motta (1993a) e Vale *et alii* (1994).

Esta combinação, assim, estabelece áreas nas quais atividades agropecuárias devem ser restritas por não serem adequadas e áreas de ecossistema frágeis onde as atividades agropecuárias conduziram a uma degradação irreversível. Note-se que os critérios de determinação de aptidão estão mais concentrados na capacidade produtiva do solo e não na sua importância ecológica. Até porque importância ecológica é de aferição muito mais complexa que capacidade produtiva.⁴¹

Em que pese estes vieses, o levantamento é um instrumento essencial para orientar uma forma mais racional de uso do solo na expansão das atividades agropecuárias. A Tabela 20 apresenta as diferenças entre as áreas de aptidão agroecológica da Embrapa(1991) e as áreas efetivamente ocupadas pelas atividades agropecuárias e outras formas de uso do solo de acordo com o último Censo Agropecuário de 1985.

No caso da lavoura, deduziram-se das áreas por aptidão as áreas de uso efetivo para a lavoura e também, na hipótese que são reservas para uso futuro, as áreas produtivas não-utilizadas.

Optou-se por agregar as áreas de aptidão por preservação e extrativismo para deduzi-las das áreas de matas e florestas das unidades agrícolas, das unidades de conservação e das áreas indígenas. Na agropecuária, estimou-se a diferença entre área por aptidão e área por uso efetivo sem qualquer ajuste.

A simples comparação de áreas agregadas por região não permitirá avaliar com exatidão a sustentabilidade do processo de uso do solo, mas poderá fornecer alguns indicadores importantes para entendê-lo.

⁴¹O Zoneamento Ecológico, estabelecido pelo Decreto 99.540 de 21/09/90, iniciado na Amazônia, pretende atender a esta finalidade, mas depara-se com as mesmas dificuldades [ver Seroa da Motta (1993a)].

Tabela 20
Padrão de Uso do Solo no Brasil

ÁREAS POR APTIDÃO AGROECOLÓGICA NO BRASIL (% do total da área da região)	BRASIL		NORTE		NORDESTE		CENTRO OESTE		SUDESTE		SUL	
	km ²	%										
LAVOURA	2.509.072	29,48	314.987	8,71	271.335	17,44	1.093.553	58,42	460.154	50,39	369.043	66,80
PECUÁRIA	996.649	11,71	68.958	1,91	407.610	26,20		0,00	389.209	42,62	130.872	23,69
PRESERVAÇÃO	2.632.189	30,92	1.136.958	31,42	665.954	42,80	712.876	38,08	63.843	6,99	52.558	9,51
EXTRATIVISMO	2.374.030	27,89	2.097.437	57,97	211.051	13,56	65.542	3,50		0,00		0,00
TOTAL	8.511.940	100,00	3.618.340	100,00	1.555.950	100,00	1.871.971	100,00	913.206	100,00	552.473	100,00
ÁREAS POR USO DO SOLO NAS UNIDADES AGROPECUÁRIAS (% do total da área agropecuária)	BRASIL		NORTE		NORDESTE		CENTRO OESTE		SUDESTE		SUL	
	km ²	%										
LAVOURA	628.104	17,67	44.904	7,49	196.909	22	80.718	8,67	145.123	20,95	160.451	35,33
PECUÁRIA	1.791.884	50,40	208.764	34,82	351.481	40,03	592.441	63,67	424.874	61,33	214.323	47,20
MATAS E FLORESTAS	889.836	25,03	297.303	49,58	199.254	22,70	217.350	23,36	106.173	15,32	69.756	15,36
NATURAIS	830.170	23,35	295.649	49,31	195.404	22,26	211.474	22,73	77.403	11,17	50.241	11,06
PLANTADAS	59.666	1,68	1.654	0,28	3.850	0,44	5.876	0,63	28.770	4,15	19.515	4,30
PRODUTIVAS NÃO UTILIZADAS	245.191	6,90	48.627	8,11	130.318	14,84	40.017	4,30	16.639	2,40	9.590	2,11
TOTAL	3.555.016	100,00	599.598	100,00	877.963	100,00	930.526	100,00	692.809	100,00	454.120	100,00
ÁREAS POR UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (% do total da área da região)	BRASIL		NORTE		NORDESTE		CENTRO OESTE		SUDESTE		SUL	
	km ²	%										
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	484.570	5,69	404.026	11,17	20.707	1,33	26.087	1,39	21.346	2,34	12.405	2,25
UNIDADES INDÍGENAS	1.030.634	12,11	869.153	24,02	20.648	1,33	138.143	7,38	793	0,09	1.897	0,34
TOTAL	1.515.205	17,80	1.273.179	35,19	41.355	2,66	164.230	8,77	22.139	2,42	14.302	2,59

ÁREAS POR APTIDÃO AGROECOLÓGICA NO BRASIL (% do total da área da região)	BRASIL		NORTE		NORDESTE		CENTRO OESTE		SUDESTE		SUL	
	km ²	%										
<i>DIFERENÇAS ENTRE ÁREAS POR APTIDÃO AGROECOLÓGICA E USO DO SOLO (% do total da área da região)</i>	<i>BRASIL</i>		<i>NORTE</i>		<i>NORDESTE</i>		<i>CENTRO OESTE</i>		<i>SUDESTE</i>		<i>SUL</i>	
	<i>km²</i>	<i>%</i>										
LAVOURA**	1.635.776	19,22	221.456	6,12	-55.892	-3,59	972.818	51,97	298.392	32,68	199.002	36,02
PECUÁRIA	-795.235	-9,34	-139.806	-3,86	56.129	3,61	-592.441	-31,65	-35.665	-3,91	-83.451	-15,11
EXTRATIVISMO E PRESERVAÇÃO*	2.601.178	30,56	1.663.913	45,99	636.396	40,90	396.838	21,20	-64.469	-7,06	-31.500	-5,70
TOTAL	3.441.719	40,43	1.745.563	48,24	636.632	40,92	777.215	41,52	198.258	21,71	84.051	15,21

*Incluindo unidades de conservação, unidades indígenas e áreas de unidades agropecuárias destinadas à matas e florestas naturais e plantadas.

**Incluindo lavoura e terras produtivas não utilizadas.

Fonte: Delineamento Macro-Agroecológico do Brasil, EMBRAPA,1991; IBGE, Diretoria de Geociências, Cadastro de Unidades de Conservação do Brasil, 1994; Censo Agropecuário, 1985, IBGE .

Primeiro, constata-se que a área ocupada pela atividade pecuária já excedia no ano de 1985, em quase 800.000 km², as áreas onde seu uso era recomendado. O maior excesso se verifica, na ordem de 139.000 km², na região Norte. Na região Centro-Oeste o excesso se situa em aproximadamente 600.000 km² e nas regiões Sudeste e Sul em torno de 35.000 e 83.000 km², respectivamente. A região Nordeste é a única com um superávit de 56.000 km². Ou seja, a atividade pecuária ocupa áreas não-aptas para seu desenvolvimento e, portanto, contribui para o processo de conversão de áreas frágeis, ocupando tais áreas ou deslocando para lá as atividades de lavoura.

Em termos de lavoura, ainda encontram-se 1,8 milhões de hectares aptos para a esta atividade. Percebe-se, contudo, que a região Norte, onde a fronteira agrícola e, conseqüentemente, o processo de desmatamento avançam, oferece uma disponibilidade de área muito limitada, de 270.000 km². Esta disponibilidade na região Norte, inclusive, equivale aproximadamente à disponibilidade estimada para as regiões Sudeste e Sul.

Para preservação e extrativismo são estimadas áreas aptas no total de 2,661 milhões de km² no país como um todo. Aproximadamente 1,6 milhões de ha estão na região Norte, 0,640 milhões na região Nordeste e 0,402 milhões na região Centro-Oeste.

O total de área apta para preservação e extrativismo nas regiões Sudeste e Sul é negativo devido à inclusão das áreas de matas e florestas das unidades agrícolas. Aliás, estas áreas em todas as regiões apresentam magnitudes expressivas e seria difícil determinar se a estratégia da sua manutenção é conservacionista ou parte de um processo de valorização da terra para fins especulativos. Dessa forma, a delimitação do solo para fins conservacionistas não pode ser avaliada com segurança com base nos dados da Tabela 20.

Observando as áreas das unidades de conservação e as áreas indígenas de domínio público constata-se que estas ainda ocupam um percentual muito reduzido das suas respectivas áreas de aptidão agroecológica, conforme as estimativas apresentadas na Tabela 20. Dessa forma, o padrão de uso sustentável do solo florestal no Brasil deveria reorientar as atividades agropecuárias em extensão e deslocamento regional. Adicionalmente, as áreas destinadas à conservação deveriam ser ampliadas.

Todavia, vale mencionar que uma política preservacionista exige critérios que ultrapassem os objetivos de extensão territorial e ampliem as possibilidades de conservação, compatibilizando-as com a capacidade institucional de manejá-las.

3.3. Custos de Uso dos Recursos Florestais

A conversão de florestas em áreas agropecuárias gera um fluxo de bens medido pela renda (PIB) gerada no setor agropecuário. Esta medida de renda (ou produto interno bruto) é a diferença entre o valor da produção do setor e os custos de produção, exceto pelos pagamentos feitos à mão-de-obra.

Em Seroa da Motta e May (1992) e May (1993) procurou-se estimar os custos de uso dos recursos florestais derivados do desmatamento no Brasil, que foram reestruturados em Seroa da Motta (1993b).⁴²

O método adotado, embora limitado em captar todas as perdas ambientais do desmatamento, procurou determinar a produção sustentável de madeira e produtos extrativos que seria sacrificada em cada hectare de floresta convertido em áreas agropecuárias. Este custo seria o valor presente desta produção sustentável quando do esgotamento dos recursos florestais. Ou seja, o desmatamento gera um fluxo de produção agropecuária e um valor de produção de madeira no ato de desmatamento, mas sacrifica um fluxo sustentável de produção de recursos florestais que seria infinito caso a vegetação fosse mantida intacta.

Este fluxo sustentável foi medido como a taxa de crescimento natural vegetativo das florestas. Isto é, a exploração ao nível desta taxa manteria o estoque de floresta intacto ao longo do tempo.

A Tabela 21 apresenta estes resultados para o período 1971/85. Os valores percentuais apresentados refletem quanto o custo de uso estimado representa da produção agropecuária por hectare desmatado naquele ano.

As diferenças anuais obedecem à seguinte regra: quanto maior a relação entre área desmatada e área originalmente florestada, maior o custo de uso estimado.

Estes percentuais situavam-se acima de 3% na segunda metade da década de 70, quando se verificou intenso desmatamento da Mata Atlântica e do Cerrado no Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país que reduziram substancialmente as áreas remanescentes destas coberturas de vegetação.

⁴²A reestrutura foi baseada na taxa de desconto de 12% para compatibilizar-se com outras estruturas de consumo de capital natural apresentada em Seroa da Motta (1993b).

Tabela 21

Custos de Exaustão dos Recursos Florestais na Expansão Agropecuária (1980 US\$ 000,000)

Ano	Valor Agregado da Área Convertida (1) (a)	Custo de Uso (12%)			c/a (%)
		madeira	outros (2)	total (c)	
1971	135,9	0,31	0,47	0,78	0,6
1972	155,0	0,38	-	0,38	0,2
1973	174,0	0,50	1,07	1,56	0,9
1974	193,0	0,86	1,57	2,43	1,3
1975	250,0	1,15	1,58	2,72	1,1
1976	300,3	4,07	5,84	9,91	3,3
1977	339,9	4,75	6,29	11,04	3,2
1978	353,9	4,43	8,08	12,50	3,5
1979	368,0	4,55	11,67	16,22	4,4
1980	311,1	3,97	10,94	14,90	4,8
1981	249,4	0,07	0,27	0,34	0,1
1982	175,8	0,04	0,30	0,35	0,2
1983	182,3	0,04	0,35	0,38	0,2
1984	188,8	0,03	0,44	0,47	0,2
1985	195,3	0,02	0,42	0,43	0,2

Fontes: Serôa da Motta (1993).

(1) Valor agregado da área florestal convertida para agropecuária em cada ano.

(2) Produtos extrativos: látex, castanha, babaçu, palmito e carnaúba. Para 1972, os dados não estavam disponíveis.

Na década de 80, o desmatamento é concentrado na região Amazônica, mas sem ainda reduzir significativamente as áreas de florestas. Dessa forma, as estimativas da Tabela 21 reduzem-se para percentuais bastante baixos, em torno de 0,2%. Entretanto, considerando a expansão do processo de desmatamento na região após 1988, esses percentuais deverão crescer na mesma tendência observada na década de 70 para outros ecossistemas. Tais percentuais representariam, assim, aproximadamente quanto do valor da agropecuária deveria ser descontado para compensar as perdas de sustentabilidade do uso de recursos madeireiros e extrativos devido ao desmatamento gerado na sua expansão naquele ano.

4. RESÍDUOS SÓLIDOS E RECICLAGEM

Esta seção apresenta alguns indicadores da cobertura dos serviços públicos de coleta e disposição de resíduos sólidos, em particular o lixo urbano, no país e a intensidade com que estes resíduos são reintroduzidos no processo de transformação industrial.

Enquanto a disponibilidade de informações, embora desatualizadas, sobre lixo urbano são razoáveis, os indicadores de reciclagem ainda são bastante incipientes.

4.1. Resíduos Sólidos

A geração de resíduos sólidos ou lixo (municipais, hospitalares, industriais e agrícolas) é também um dos principais problemas ambientais. Os resíduos não coletados compõem a carga poluidora que escorre pelas águas pluviais (**run-off**) urbanas e rurais. O lixo coletado e com disposição inadequada em aterros ou a céu aberto e em áreas alagadas gera problemas sanitários e de contaminação hídrica em tais locais. Quando se trata de carga tóxica, geralmente de origem industrial e agrícola, as consequências ambientais na saúde humana e na preservação da fauna e flora são mais significativas.

O tratamento por compostagem ou incineração também gera efluentes e emissões atmosféricas por vezes muito intensas.

A reciclagem nem sempre é possível dada a qualidade dos resíduos ou seus custos de coleta e transporte aos pontos de transformação.

Os problemas dos serviços de coleta de resíduos sólidos, assim, não se restringem à própria coleta, mas também à transferência do lixo coletado para tratamento e sua disposição final.

Os resíduos tóxicos constituem atualmente um dos maiores problemas ambientais nos países ricos. Embora a situação no Brasil ainda careça de indicadores sistemáticos, sua magnitude é considerada alarmante pelos órgãos e entidades ambientais.

Adicionalmente, no caso brasileiro, conforme será mostrado a seguir, a situação do próprio lixo urbano não pode ser considerada ideal.

4.2. Coleta e Disposição de Lixo Urbano

A Tabela 22 apresenta indicadores de cobertura dos serviços de coleta de lixo urbano no país estimados de pesquisas domiciliares do IBGE.

A expansão da cobertura do serviço de coleta de lixo urbano na década de 80 foi significativa, crescendo 15,6% no período.

A distribuição por classe de renda é semelhante aos serviços de água e esgoto anteriormente analisados. Mesmo com a recente expansão sendo fortemente dirigida para os mais pobres, estes segmentos da população ainda são os que apresentam menor acesso ao serviço em todas as regiões, principalmente nas menos desenvolvidas economicamente.

Os indicadores nacionais da Tabela 22 mostram que 78,4% da população urbana têm acesso a este serviço. O acesso na classe de renda até 1 SM é de apenas 51,3%, nas de 1-2 SM é de 56,8%, nas de 2-5 SM eleva-se para 69,6% e salta para 89% nas classes com renda superior a 5 SM.

Na Tabela 23 são apresentados alguns indicadores sobre a disposição de lixo coletado realizada pelos órgãos municipais de limpeza urbana com base na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do IBGE relativa a 1989. Estas informações indicam que no país 47,6% do volume do lixo coletado são dispostos a céu aberto. Na região Nordeste este percentual atinge quase 90 e nas regiões Sul e Centro-Oeste, respectivamente, 40,7 e 54. A região Sudeste apresenta o menor uso de disposição a céu aberto com um percentual de 26,2%.

A disposição em vazadouros em áreas alagadas é muito baixa e somente expressiva na região Norte onde 22,8% da disposição são realizados com esta modalidade.

A disposição em aterros é responsável por 45,3% do volume do lixo coletado no país, predominantemente em aterros controlados. Nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste os percentuais são, respectivamente, 65,2, 57 e 40,1. Nas regiões Norte e Nordeste menos de 8% do lixo coletado são dispostos em aterros. Embora os percentuais estaduais sejam diferenciados, a distribuição regional indica que os estados mais desenvolvidos economicamente são os que apresentam menor prática de disposição a céu aberto em favor da prática de aterro de menor impacto ambiental. Entretanto, a adequação do tipo de aterro e a intensidade de usinagem modificam esta distribuição regional.

A disposição em aterros sanitários, de eficiência sanitária superior aos aterros controlados, somente tem expressão em alguns estados como Acre, Minas Gerais, São Paulo e Goiás onde, respectivamente, 73,7, 64, 40,8 e 28,9% do lixo coletado são dirigidos aos aterros sanitários. Ou seja, a prática mais indicada de aterro sanitário, em nível estadual, não apresenta uma clara correlação com o grau de desenvolvimento econômico.

Aterramento de resíduos especiais representa em todo o país apenas 0,11% do volume do lixo urbano coletado.

A usinagem para compostagem (geração de compostos orgânicos), reciclagem (triagem de material) e incineração (queima de resíduos) é de apenas 5,4% em todo o país. Todavia, após 1989, ano de referência destes dados, estas práticas foram bastante intensificadas, embora em magnitude ainda não avaliada em termos nacionais de forma sistemática.

A importância da prática da compostagem e reciclagem é de reduzir a necessidade de expansão de aterros e aumentar a oferta de matéria-prima reciclada que atenua a demanda por recursos naturais.

A prática de incineração, além de não gerar matéria reciclada, tem sido questionada devido à sua intensidade energética e de emissão de poluentes atmosféricos. Todavia, pode ser a alternativa econômica e ambientalmente mais eficiente em certos casos de resíduos químicos.

Tabela 22
 Proporção da População Urbana com Acesso ao Serviço de Coleta de Lixo (%)

Regiões	Nível de Renda	Lixo Coletado		
		1981	1990	1990-1981
Norte	0-1 SM	15,7	30,7	15,0
	1-2 SM	17,9	33,8	15,9
	2-5 SM	27,9	48,5	20,6
	>5 SM	56,5	71,1	14,6
	Total	36,5	59,9	23,4
Nordeste	0-1 SM	29,0	43,9	14,9
	1-2 SM	33,1	51,3	18,2
	2-5 SM	46,9	60,7	13,8
	>5 SM	72,4	80,2	7,8
	Total	46,7	64,2	17,4
Centro-Oeste	0-1 SM	25,9	48,0	22,1
	1-2 SM	33,8	56,6	22,8
	2-5 SM	49,7	64,0	14,3
	>5 SM	75,7	86,2	10,5
	Total	54,6	76,3	21,7
Sudeste	0-1 SM	41,9	64,2	22,3
	1-2 SM	49,1	63,8	14,7
	2-5 SM	64,7	75,3	10,6
	>5 SM	86,8	92,4	5,6
	Total	72,4	85,1	12,7
Sul	0-1 SM	35,7	59,1	23,3
	1-2 SM	44,3	64,4	20,1
	2-5 SM	58,4	77,1	18,7
	>5 SM	78,3	91,2	12,9
	Total	63,5	83,9	20,4
Brasil - Total	0-1 SM	33,0	51,3	18,3
	1-2 SM	40,3	56,8	16,5
	2-5 SM	57,3	69,6	12,3
	>5 SM	81,9	89,0	7,1
	Total	62,8	78,4	15,6

Fonte: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 1981 e 1990.

Tabela 23
Quantidade Diária de Lixo Coletado e Formas de Disposição Segundo as Grandes Regiões - 1989

GRANDES REGIÕES	QUANTIDADE DIÁRIA DE LIXO COLETADO (1)																						
	UNIDADES DE DESTINAÇÃO FINAL																						
	TOTAL (T/DIA)	VAZADOURO						ATERRO						USINA									
		a céu aberto		áreas alag.		total		controlado		sanitário		res. espec.		total		compostagem		reciclagem		incineração		total	
T/DIA	%	T/DIA	%	T/DIA	%	T/DIA	%	T/DIA	%	T/DIA	%	T/DIA	%	T/DIA	%	T/DIA	%	T/DIA	%	T/DIA	%	T/DIA	%
BRASIL	96.287	45.854	47,6	1.588	1,6	47.442	49,3	21.091	21,9	22.456	23,3	107	0,1	43.654	45,3	2.895	3,0	2.104	2,2	192	0,2	5.191	5,4
NORTE	5.341	3.574	66,9	1.217	22,8	4.791	89,7	213	4,0	196	3,7	0	0,0	409	7,7	138	2,6	0	0,0	3	0,1	141	2,6
NORDESTE	24.403	21.946	89,9	180	0,7	22.126	90,7	1.329	5,4	550	2,3	41	0,2	1.920	7,9	180	0,7	177	0,7	0	0,0	357	1,5
CENTRO-OESTE	4.581	2.475	54,0	1	0,0	2.476	54,0	1.237	27,0	600	13,1	0	0,0	1.837	40,1	230	5,0	15	0,3	23	0,5	268	5,9
SUDESTE	50.794	13.315	26,2	186	0,4	13.501	26,6	12.508	24,6	20.562	40,5	47	0,1	33.117	65,2	2.238	4,4	1.777	3,5	161	0,3	4.176	8,2
SUL	11.168	4.544	40,7	4	0,0	4.548	40,7	5.804	52,0	548	4,9	19	0,2	6.371	57,0	109	1,0	135	1,2	5	0,0	249	2,2

Fonte: IBGE/DPE/DEISO - DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA E INDICADORES SOCIAIS - PNSB/89 - PESQUISA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO.

(1) Inclusive o lixo proveniente de entulho.

Nota: Não foram consideradas as quantidades inferiores a 1 tonelada.

No ano analisado, a prática de usinagem ocorria somente em alguns estados. A compostagem, por exemplo, representava 3% do volume do lixo coletado no país. Esta cobertura é superior à média nacional no Amazonas (7,5%), Roraima (16,7%), Rio Grande do Norte (4,4%), São Paulo (8,3%) e Distrito Federal (27,28%).

As usinas municipais de reciclagem triavam 2,2% do lixo coletado. Acima da média nacional estão Rio Grande do Norte (3,44%), Paraíba (10,1%), Rio de Janeiro (6,13%) e São Paulo (3%).

A incineração é de apenas 0,2% do volume de lixo coletado e ocorria somente no Pará, Amapá, São Paulo, Rio Grande do Sul e Distrito Federal.

Mais uma vez, observa-se no caso de usinagem que o grau de desenvolvimento econômico não explica a prática deste tipo de tratamento de resíduos.

4.3. Reciclagem Industrial

A reciclagem de resíduos, reintroduzindo na estrutura produtiva parte dos materiais já processados, reduz tanto os custos ambientais intratemporais da disposição do lixo como também os custos intertemporais de uso dos recursos exauríveis.

O nível de reciclagem é determinado pela participação da produção da matéria reciclável em proporção ao total de matéria virgem utilizada no processo industrial. Os níveis de reciclagem no Brasil para 1994 estão apresentados na Tabela 24.

Tabela 24
Reciclagem no Brasil - 1994

	Papel	Plástico	Vidro	Aço	Alumínio	
					Total	Latas
Nível de reciclagem (%)	37	11	23	25	11	56

Fontes: ANFPC - Relatório 95, ABREMPPLAST - Relatório 95, MME - Anuário 95, IBS - Relatório 95, ABAL - Relatório 95.

Somente no caso do alumínio e papel, o nível brasileiro de reciclagem se aproxima da média dos níveis praticados nos países ricos. Em termos de expansão, a reciclagem das sucatas de ferro e aço vem declinando nos últimos anos, a de papel estabilizou-se e presenciou-se um crescimento significativo na de plástico e, principalmente, na de vidro e alumínio.

A expansão do mercado de reciclagem depende basicamente da relação de custos entre a matéria virgem e a sucata. O custo da matéria-prima virgem resulta do custo de extração, da escassez das reservas e dos custos (principalmente de

energia) de processamento. O custo do material reciclável depende, por outro lado, dos custos de coleta, separação e transporte.

Quanto maior o custo da matéria-prima virgem em relação ao custo de substituição por sucatas, maior será o estímulo econômico para a coleta do resíduo e as possibilidades de absorver os custos de coleta e transporte como são os casos de alumínio e aço.

Este nível depende também da forma como os resíduos são coletados e transferidos para o processador de matéria-prima. Estas formas determinarão o nível de qualidade e, assim, o de aproveitamento dos resíduos.

As fontes de material para reciclagem são o lixo urbano coletado por serviços públicos ou catadores, as sobras do comércio e as geradas no próprio processamento de matéria-prima virgem na indústria.

A coleta seletiva é uma das formas de melhorar a qualidade do lixo urbano para a reciclagem, pois evita a necessidade de mistura entre os diversos componentes do lixo urbano através da separação do lixo por matéria nos próprios domicílios e escritórios.

Embora represente ainda uma proporção pouco expressiva do lixo total coletado, esta modalidade de coleta tem se ampliado nos últimos anos. Uma pesquisa recente do Cempre (1995) indica que passou de 54 em 1989 para 84 em 1994 o número de municípios com programas de coleta seletiva. Estes municípios estão na maioria localizados nas regiões Sul e Sudeste do país.

O custo da coleta seletiva por tonelada de lixo, entretanto, segundo o Cempre (1995), é 10 vezes superior ao da coleta convencional e com retorno financeiro da reciclagem de apenas 10% dos custos de coleta. Isto porque esta modalidade requer uma organização específica de coleta, transporte e transferência com custos mais altos. O aumento da escala do serviço certamente contribuirá para a redução do custo unitário.

Todavia, vale notar que um custo de coleta seletiva superior ao da coleta convencional pode se justificar socialmente pelos custos ambientais evitados com a reciclagem. Importante será determinar estes custos evitados para, então, definir os custos de coleta compensatórios.

Uma outra forma de ampliar a oferta de matéria para reciclagem do lixo urbano, com menor custo e maior impacto distributivo, são as cooperativas de catadores. Nestas cooperativas os catadores fazem a triagem de resíduos (papel, vidro, plástico e metais) coletados em pontos como depósitos ou locais de entrega voluntária e os vendem geralmente para atacadistas (sucateiros).

Estas cooperativas são alternativas de organização para os catadores de lixo que trabalham dentro dos aterros, pois as cooperativas oferecem instalações sanitárias adequadas e outras facilidades para segurança e conforto do trabalho.

Uma forma de dinamizar a reciclagem de lixo industrial são as bolsas de resíduos existentes em 12 grandes capitais do país sob a gestão dos órgãos ambientais. A atuação destas bolsas é a de aproximar os geradores e recicladores de resíduos industriais e, com isso, dinamizar o mercado de reciclagem.

Entretanto, sua atuação tem sido limitada principalmente porque as bolsas têm fracassado em reduzir a volatilidade do mercado de resíduos. As vantagens de manter fontes seguras de abastecimento e demanda devido à pequena escala do mercado induz compradores e vendedores -- aproximados através da bolsa -- a manterem transações sem sua intermediação. Também existe o temor dos grandes geradores de resíduos, ao divulgarem continuamente sua disponibilidade, de sofrerem pressões fiscalizatórias dos órgãos ambientais.

A volatilidade da oferta e demanda devido à pequena escala do setor de reciclagem é um dos fatores restritivos à expansão do setor e responsável pela sua marcante tendência a concentração e verticalização.

Este cenário indica claramente a necessidade de uma ação conjunta entre setor privado e governo em estabelecerem instrumentos econômicos para incentivar a dinamização do setor, inclusive alguns penalizadores ao consumo de matéria-prima não-reciclada, quando os custos ambientais evitados assim justificarem. Adicionalmente, existem questões relativas à tributação diferenciada entre matéria virgem e reciclada.

A reciclagem não deve ser considerada uma vantagem ambiental inquestionável. O balanço ambiental e energético do ciclo da reciclagem em termos de coleta, triagem e transporte é que deve definir o nível desejável a ser estimulado.

5. DEGRADAÇÃO DO SOLO

Esta seção apresenta simultaneamente alguns valores dos custos da degradação do solo devidos a seu uso para fins agrícolas baseados nos poucos estudos realizados no país para mensuração deste tipo de degradação.

5.1. O Recurso Solo

O uso do solo para fins agrícolas, principalmente as atividades de lavoura, além das perdas em vegetação, também impõe perdas ambientais na própria redução da camada de solo. Esta perda de solo altera a própria estrutura do solo e induz a maior intensidade de compostos químicos (fertilizantes) para restaurar os nutrientes perdidos de forma a minimizar as perdas de produtividade. Adicionalmente, o solo perdido carrega sedimentos e insumos químicos para os meios hídricos.

O carreamento agrícola para os meios hídricos já foi discutido anteriormente na Seção 1. Dependendo da sua intensidade, afeta a qualidade da água, estreita os canais de navegação e prejudica a geração de hidroeletricidade.

A adequação do tipo de cultivo à aptidão agroecológica do solo, o período de repouso do solo (intervalo entre plantios), o plantio em áreas de nível, as condições pluviais, o tipo e a intensidade de irrigação e a extensão de matas ciliares são fatores que determinarão o nível de perda de solo. Dessa forma, cada área agrícola refletirá um nível de perda específico.

5.2. Os Custos de Degradação do Solo

Para o Brasil como um todo não existem estimativas para as perdas de solo. Entretanto, conforme indica Cavalcanti (1995), os estudos até então realizados mostram estimativas de perdas que podem variar de 9,5 a 179 t/ano de solo por hectare.

Além das especificidades de cada região estudada, as diferenças de estimativas se devem também ao método amostral de estimação da perda física de nutrientes.

Cavalcanti (1995) apresenta estimativas realizadas de perda de solo e seus custos associados em termos de reposição de nutrientes para a região do Vale do São Francisco.⁴³ As perdas de solo foram estimadas em 6,77 t/ha/ano e, assim, estão abaixo das estimadas em outros estudos. Os custos de reposição de nutrientes, por adição de fertilizantes comerciais, equivaleram em 1994 a R\$29,59 ou US\$ 32,16 (taxa de câmbio de 0,92 Reais) por hectare. Esta região caracteriza-se pela alta produtividade, diversidade e intensidade de cultivo com base em técnicas de irrigação.

Embora custos regionais de degradação do solo não devam ser extrapolados, apresentaremos uma tentativa de medir o custo nacional de perda de solo nas atividades agropecuárias em 1990 usando o custo estimado em Cavalcanti (1995).

Na impossibilidade de obter o valor da área total no país destinada à agropecuária⁴⁴ no ano de 1990, utilizaram-se as últimas estimativas censitárias de 1985. Este procedimento não é de todo absurdo, pois em termos de área plantada

⁴³A taxa de recuperação e as transferências de solo devem ser também consideradas. Os custos da degradação do solo podem ser também medidos pela perda de produtividade associada à perda de solo e incluir os custos indiretos devido à sedimentação dos recursos hídricos.

⁴⁴Dados das pesquisas agrícola e pecuária municipais do IBGE são relativos aos principais produtos e não incluem informação de área na pecuária.

na lavoura não se constatou no período um incremento significativo e o índice de produto real da agropecuária declinou entre os dois anos.

Multiplicando o total da área destinada à agropecuária, excluindo matas, florestas e terras não-utilizadas, em 1985 pelo custo de US\$ 32,16,⁴⁵ estima-se um custo total de aproximadamente US\$ 7,8 bilhões. Para se obter o valor final de perdas de nutrientes, deduzem-se do custo total estimado os gastos em fertilizantes realizados pelos produtores, calculados com base na pesquisa censitária, que somaram aproximadamente US\$ 1,9 bilhões. Em suma, os custos relativos à perda de nutrientes resultante das perdas de solo na agropecuária brasileira em 1995 podem ser estimados na ordem de US\$ 5,9 bilhões. Este montante equivaleria a 14% do PIB da agropecuária ou 1,4% do PIB total do país.

Sendo os custos estimados para o Vale do São Francisco as menores estimativas apresentadas na literatura e tratando-se de uma região de intensa atividade produtiva e de irrigação, esta relação entre custo do solo perdido e valor da produção agropecuária pode indicar uma medida bastante conservadora da magnitude das perdas associadas ao solo para fins agrícolas no país.

6. APERFEIÇOANDO A GESTÃO AMBIENTAL

Esta seção discute algumas opções de política ambiental no Brasil.

Primeiro, no objetivo de discutir exploratoriamente as possibilidades de sustentabilidade do crescimento econômico do país, resume alguns custos ambientais estimados nas seções anteriores em relação à capacidade de investimento da economia brasileira. Apresenta uma descrição sucinta do sistema nacional de gestão ambiental, discute brevemente seus desafios atuais e mostra algumas opções de instrumentos de política ambiental e econômica para o aperfeiçoamento da gestão dos recursos naturais do país e incentivo a seu uso de forma mais sustentável.

6.1. O Consumo de Capital Natural no Brasil

O consumo de capital natural seria uma medida das necessidades de investimentos na economia para financiar o consumo de estoque de capital natural nas atividades produtivas geradoras da renda nacional, medidas pelo produto interno bruto.

Conforme discutido na Introdução, uma economia não seria sustentável, até pela hipótese de fraca sustentabilidade, se não fosse capaz de realizar os investimentos suficientes para compensar o consumo de capital natural e material. Esta é uma forma de introduzir a variável ambiental no Sistema de Contas Nacionais que

⁴⁵Não se procedeu a qualquer ajuste nos custos de Cavalcanti (1995) para o ano de 1990.

mede o desempenho econômico. Tal mensuração, além das controvérsias teóricas e metodológicas, depende em grande parte dos princípios de sustentabilidade adotados [ver Seroa da Motta (1991a e b e 1995)].

O nível de sustentabilidade desejado define em última instância os custos ambientais a serem evitados e, portanto, o consumo de capital natural a ser estimado e as formas de investimentos que o compensem.

No exercício apresentado a seguir serão adotados alguns procedimentos bastante simplificados no intuito somente de avaliar a magnitude do consumo de capital no país no ano de 1990.

A estimativa de consumo de capital natural no Brasil será estimada como a soma dos seguintes custos :

a) de investimentos nacionais estimados no Seção 2 como necessários para o controle máximo da poluição hídrica doméstica (esgoto urbano) e industrial. No caso dos efluentes industriais, os custos foram apresentados em percentuais do PIB industrial para o ano de 1988. O percentual de 2,08 será assumido para o ano de 1990 e aplicado ao PIB indústria de transformação das Contas Nacionais do mesmo ano. A adoção do nível de controle máximo, conforme já discutido na segunda seção, pode ser uma superestimativa em diversas localidades onde a capacidade de assimilação do meio não o exige. Todavia, esta superestimativa no controle da poluição hídrica servirá de compensação para a carência de estimativas de investimentos necessários para controle da poluição atmosférica e de resíduos sólidos.

Valores calculados

Esgoto urbano: US\$ 2,023 milhões;

Efluentes industriais: US\$ 2,286 milhões.

b) de uso dos recursos florestais que serão estimados multiplicando o percentual de 0,2, estimado para o país na Seção 3 para o ano de 1985 relativo ao produto líquido agropecuário do hectare desmatado, pelo PIB da agropecuária das Contas Nacionais no ano de 1990. Conforme discutido na terceira seção, a adoção deste percentual é uma subestimativa do custo de uso dos recursos florestais, uma vez que somente considera perdas de produção sustentável de madeira e produtos extrativos e somente aqueles relativos ao desmatamento do ano.

Valor calculado: US\$ 87,2 milhões.

c) de uso da degradação do solo estimados na Seção 5. Conforme discutido nessa seção, estes custos são baseados em estimativas regionais bastante inferiores a outras apresentadas em estudos realizados e somente consideram perdas de nutrientes.

Valor calculado: US\$ 5,900 milhões.

O valor total estimado para o consumo de capital natural, de acordo com os procedimentos acima, foi de aproximadamente US\$ 10,3 bilhões. Sendo o valor do PIB de US\$ 437 bilhões (PIB a preços de mercado estimado à taxa de câmbio média de Cr\$ 68,55 de 1990), o consumo de capital natural mensurado equivaleria a aproximadamente 2,4% do PIB de 1990. Deste percentual, apenas 1% se refere à poluição e 1,4% está associado às perdas de recursos do solo florestal e agrícola.⁴⁶ Isto indica que as perdas ambientais inter-temporais da exaustão dos recursos naturais são superiores àquelas perdas intra-temporais devido à degradação.

Considerando a ausência de estimativas de outras formas de degradação e esgotamento de recursos naturais e o caráter conservador das estimativas usadas, o valor calculado pode ser entendido como um limite inferior ao verdadeiro valor do consumo de capital natural no Brasil.

A formação bruta de capital (FBC), total dos investimentos na economia, declinou de 23,6% do PIB em 1980 para 15,5% em 1990. Este percentual da FBC inclui as inversões em capital material para compensar seu consumo (depreciação) e expandir seu estoque. Esta composição, entretanto, não é mensurada nas Contas Nacionais⁴⁷ e, assim, não permite uma avaliação precisa de quanto da FBC representa investimentos líquidos que aumentam o estoque de capital da economia.

Considerando, todavia, este declínio na taxa da FBC, seria plausível supor que um adicional de 2,5%, exigido para compensar totalmente o capital natural consumido, não poderia ter sido realizado. Ou seja, com base nestas estimativas exploratórias, o nível de inversões na economia brasileira parece ter sido insuficiente para compensar o consumo de capital natural indicando uma trajetória não sustentável de crescimento.

Associado a esta trajetória não-sustentável em termos de renda, há que se considerar os aspectos distributivos que discriminaram os mais pobres dos benefícios do consumo deste capital natural, além de impor a estes os custos ambientais resultantes.

⁴⁶Estes valores e percentuais diferem daqueles estimados em Seroa da Motta (1993b) para o ano de 1985 devido não somente ao período de análise, mas também ao uso de base de dados mais atualizada para poluição hídrica e a inclusão/exclusão de outros tipos de recursos e formas de degradação e suas hipóteses de sustentabilidade.

⁴⁷Isto é, não se estima a formação de capital líquido da sua depreciação.

6.2. A Gestão Ambiental no Brasil⁴⁸

Como na maioria dos países, a gestão ambiental no Brasil tem se pautado exclusivamente pelo uso de regulação, isto é, por instrumentos de comando e controle. Na Política Nacional do Meio Ambiente, estes instrumentos são classificados em quatro categorias:

- a) padrões ambientais (de qualidade e emissão);
- b) controle do uso do solo (zoneamento e unidades de conservação);
- c) licenciamento [Estudo de Impacto Ambiental (EIA/Rima), Planos de Manejo (Pifi), Tc];
- d) penalidades (multas, compensações etc.).

Na Constituição de 1988, ecossistemas nacionais como Amazônia e Pantanal foram considerados patrimônio nacional e também criadas leis específicas para ações públicas por danos causados ao meio ambiente com penalidades de reclusão para seus responsáveis.

Atualmente, as empresas, principalmente as indústrias exportadoras, estão se preparando para a adoção de normas internacionais de gestão ambiental (série ISO 14000). Em discussão no Congresso Nacional, e já aprovada, em alguns estados também existe uma legislação sobre auditoria ambiental obrigatória nas empresas. A política ambiental, então, se realiza através de restrições quantitativas e gerenciais ao uso dos bens e serviços ambientais definidos por lei. Além da legislação nacional acima citada, os estados e municípios podem criar suas próprias leis, desde que não se contraponham aos limites estabelecidos nacionalmente. A implementação das leis ambientais cabe na maioria dos casos aos estados, com exceções para áreas de patrimônios ou de preservação e certos tipos de licenciamento e controle de poluição.

Embora desde a criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente (Sema), do Ministério do Interior, em 1973, este conjunto de princípios e instrumentos já houvesse sido adotado ou concebido, foi somente a partir da Lei 6.938, de 1981, que definiu a Política Nacional do Meio Ambiente e o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), que se tornou possível a execução de uma política ambiental mais autônoma.

Alguns indicadores da eficiência da gestão neste período já foram discutidos anteriormente e este desempenho pode ser atribuído à eficácia do uso dos instrumentos propostos.

Entretanto, no aspecto institucional, a autonomia da gestão ambiental, com a criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais

⁴⁸Esta subseção foi baseada em Seroa da Motta (1991a e b).

Renováveis (Ibama) e, mais tarde, da Secretaria Especial do Meio Ambiente da Presidência da República (Sema), foi essencial para esta transformação. O Ibama intensifica a fiscalização da fauna e da flora, com especial ênfase no controle do desmatamento. A Semam dá início a iniciativas de conscientização dos problemas ambientais dentro do aparato governamental e de atração de recursos externos.

Da mesma forma, foi relevante a atuação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) nas resoluções sobre Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-Rima), padrões e usos do solo que acabaram por trazer a preocupação ambiental para dentro das decisões empresariais. Em nível estadual, observa-se uma atuação mais presente dos órgãos ambientais, principalmente na avaliação do EIA-Rima e para certos casos de controle de poluição.

Os resultados, assim, podem ser considerados satisfatórios, **vis-à-vis** o curto período de vigência da política nacional do meio ambiente. Entretanto, os órgãos ambientais vêm enfrentando problemas na utilização plena dos instrumentos de comando e controle idealizador. As deficiências poderiam ser resumidas em dois tipos:

a) escassez de recursos financeiros e humanos

A dependência de recursos orçamentários tem criado sérios problemas de financiamento devido à própria magnitude das exigências legais das políticas ambientais, que acabam por demandar uma atuação muito ampla e intensa dos órgãos ambientais. Esta situação agrava-se com os problemas de financiamento comuns a todos os órgãos públicos, como ocorreu no país nos últimos anos. Aliado a isso há que se considerar também que o suposto apoio político às questões ambientais nem sempre se torna efetivo em termos orçamentários.

Os recursos externos, assim, foram fundamentais nas ações destes órgãos. Entretanto, as exigências de contrapartida nacional têm sido prejudicadas também por questões de controle dos gastos públicos. Os recursos provenientes de penalidades (por exemplo, multas), às vezes pouco expressivos, nem sempre retornam para gastos relativos à proteção ambiental. Da mesma forma, são de pequena monta as receitas derivadas das taxas nacionais de reposição florestal e as tarifas de esgoto por nível de poluição cobradas em certos estados. As compensações financeiras do petróleo e outros minerais e da produção hidroelétrica, embora de grande monta, têm uma pequena parte destinada à proteção ambiental.

b) fraca integração inter e intragovernamental

A gestão ambiental, em muitos estados, geralmente tem sido efetuada por três órgãos. Um órgão típico de controle de poluição, outro de concessão de uso de água (geralmente associado ao uso de energia hidrelétrica e, por vezes, irrigação) e os institutos florestais que exercem a fiscalização dos usos de recursos florestais.

Estes órgãos estão geralmente subordinados a uma Secretaria de Meio Ambiente, mas não são raros os casos, por exemplo, do órgão de água estar na Secretaria de Minas e Energia e o de floresta na de Agricultura.

Em nível municipal existem também, nas grandes capitais, as secretarias de meio ambiente com funções muitas vezes dependentes e superpostas ao órgão estadual.

Além destes órgãos tipicamente ambientais, coexistem geralmente em nível de gestão ambiental dos estados -- dificilmente dentro das secretarias de meio ambiente -- as empresas de abastecimento de água e saneamento, os órgãos de fomento e controle da pesca e órgãos de controle da produção mineral. As empresas de limpeza urbana, quase sempre municipais, também são parte importante da gestão ambiental.

No governo federal, o Ibama é tanto órgão de controle de poluição como de recursos florestais. Recentemente, o Ministério do Meio Ambiente se tornou também da Amazônia Legal e posteriormente também dos recursos hídricos. Esta extensão de competência sobre os recursos hídricos ainda não alterou a atuação do Ibama desde que o Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica (DNAEE) continue funcionando no Ministério das Minas e Energia como órgão normativo e fiscalizador do setor de águas federais interiores.

A questão mineral é delegada ao Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM) ligado ao Ministério de Minas e Energia.

As iniciativas de gestão ambiental têm, então, se caracterizado pela fragilidade nas ações entre agências oficiais de um mesmo governo e entre distintos níveis de governo. Na medida em que as restrições ambientais interferem nos interesses setoriais de cada governo, é de se esperar que haja reações no sentido de rejeitar tal interferência. Dessa forma, torna-se difícil incluir restrições ambientais nos modelos subjacentes de formulação de políticas macroeconômicas e setoriais. Dado o caráter regulatório dessas restrições, a sua efetividade estará sempre sujeita a pressões políticas específicas, o que reduz o interesse por iniciativas de integração intragovernamental. Esta situação manifesta-se tanto entre os ministérios como entre as secretarias estaduais.

No caso das relações intergovernamentais, estas já estão em grande parte balizadas pela própria legislação. Entretanto, as dificuldades em efetivá-las crescem quando da necessidade de transferência de recursos e de distribuição de responsabilidades não definidas ou com interpretação dúbia da lei. O processo ainda se torna mais restritivo nos casos onde as políticas macroeconômicas e setoriais do governo federal acabam por dificultar as ações nos níveis estadual e federal.

Em suma, a **performance** da gestão ambiental dependerá de soluções para sua crise de financiamento e ações que visem integrar os diversos objetivos governamentais.

6.3. Opções de Instrumentos de Gestão Ambiental

O uso de instrumentos econômicos (IE), tais como taxas sobre poluição, tem sido defendido como uma abordagem complementar e mais eficiente para a política ambiental que os tradicionais instrumentos de comando e controle (C&C) antes discutidos. Além disso, os IE têm sido também considerados como importantes instrumentos de geração de receita para prover fundos para atividades sustentáveis.

Entretanto, a implementação de IE não é trivial e, além dos aspectos institucionais e legais, questões relacionadas à sua integração com os padrões ambientais existentes e à distribuição dos custos e da arrecadação fiscal resultantes precisam ser examinadas cuidadosamente. Estas questões têm sido objeto de controvérsia, principalmente nas discussões sobre as legislações pertinentes ao uso dos recursos hídricos adotadas no Brasil.

6.3.1. O Uso de Incentivos Econômicos: Aspectos Teóricos⁴⁹

Os Custos Ambientais

Os custos ambientais geralmente não são captados nas relações de mercado devido à indefinição de direitos privados de propriedade. Assim, o custo da degradação não incide sobre os que degradam, mas recaem sobre a sociedade como um todo e sobre as gerações futuras.

Observa-se, assim, que o uso do meio ambiente gera externalidades que são custos ambientais não reconhecidos no sistema de preços e, portanto, externos às funções de custo e de demanda. Conseqüentemente, o sistema de preços de mercado não gera incentivos apropriados para o uso eficiente dos recursos naturais, os quais, tratados como recursos livres ou de custo muito baixo, tendem a ser superexplorados.

Dessa forma, já é amplamente reconhecida a necessidade de internalizar os custos ambientais nas atividades de produção e consumo de forma a induzir a mudança do padrão de uso dos recursos naturais. Esta, então, seria uma justificativa para a proposição de políticas governamentais na área ambiental.

A mensuração destes custos não é trivial, mas a literatura econômica atual indica algumas possibilidades. Inicialmente, o valor econômico do meio ambiente obedeceria à seguinte expressão:

valor econômico total = valor de uso + valor de opção + valor de existência.

⁴⁹Ver, por exemplo, Pearce and Turner (1992) e Seroa da Motta (1991a) para uma discussão destes aspectos.

O **valor de uso** é aquele atribuído pelas pessoas que realmente usam ou usufruem do meio ambiente em risco. Por exemplo, as populações que se abastecem de um rio ou as comunidades que sobrevivem de atividades extrativas em florestas tropicais atribuem um valor de uso ao consumo direto do meio ambiente. Outras pessoas podem usufruir também de um serviço ambiental como a apreciação de uma beleza natural como uma catarata ou a vista de um vale.

Aquelas pessoas, porém, que não usufruem do meio ambiente podem também valorá-lo em relação a usos futuros, seja para elas mesmas ou para as gerações futuras. Este valor é referido como **valor de opção**, ou seja, opção para uso futuro ao invés do uso presente conforme compreendido no valor de uso.

A terceira parcela, o **valor de existência**, é a mais difícil de conceituar, pois representa um valor atribuído à existência do meio ambiente independentemente do seu uso atual e futuro. Na verdade, as pessoas parecem conferir valor a certos ativos ambientais, como florestas e animais em extinção, mesmo que não tencionem usá-los ou apreciá-los.

Finalmente, é importante ressaltar que as pessoas atribuem estes valores de acordo com a avaliação que fazem da singularidade e da irreversibilidade da destruição do meio ambiente, associados à incerteza da extensão dos seus efeitos negativos.

A parcela do valor de uso é a mais fácil de ser determinada, pois pode ser identificada pela perda da produção que a existência (ou a qualidade ambiental) do recurso gera para os seus usuários. Esta perda pode ser direta, como no caso da poluição hídrica ou do ar, ou indireta, como no caso das alterações hidrológicas devido a ações de desmatamento. O valor de opção, embora tenha a mesma forma de identificação, requer conhecimento do grau de risco da perda futura e da taxa de desconto que atualizaria este valor.

A determinação dessas perdas pode se valer dos valores monetários observados no mercado da produção sacrificada deste fluxo de bens e serviços, como, por exemplo, os custos de saúde associados à poluição ou à produção madeireira renunciada devido ao desflorestamento para agropecuária.

Outra possibilidade é observar o mercado de bens privados substitutos ou complementares a este bem ambiental. Nesse caso, utilizam-se as técnicas de mercados de recorrência (**surrogate markets**), onde outros bens e serviços transacionados no mercado guardam uma relação com a demanda dos bens e serviços ambientais em análise. Por exemplo, as diferenças nos preços dos imóveis podem resultar de diferenças na qualidade ambiental associada à localização destes e os custos de viagem de turistas a sítios ecológicos podem revelar a demanda por esse tipo de serviço ambiental.

Atualmente, os economistas têm adotado a técnica da pesquisa de valor contingente onde mercados hipotéticos de bens e serviços ambientais são

apresentados para identificar, através de pesquisa de questionários, a disposição a pagar dos usuários pela preservação ou melhoria ambiental desses recursos.

Todas estas técnicas têm sido objeto de críticas na medida em que nem sempre revelam com precisão os valores dos custos ambientais, seja devido ao desconhecimento da extensão e risco dos próprios impactos ambientais, que impede identificar todos os custos resultantes, seja pela desinformação dos indivíduos que reduzem sua percepção destes impactos. Em ambos os casos, a literatura comprova que estas dificuldades podem ser minimizadas com um esforço de pesquisa.

6.3.2. Controle Ambiental Ótimo

Uma vez identificados os custos ambientais dos recursos naturais em risco, a sociedade deveria determinar o nível ótimo de uso desses recursos. Ou seja, realizar um análise de custo-benefício.

Embora contrarie a visão de alguns setores ambientalistas, o dilema da sustentabilidade é encontrar o **trade-off** entre estes custos ambientais e o benefício do processo produtivo, medido em produto disponível para consumo, que gera estas perdas ambientais. O princípio econômico é simples: o ótimo da degradação é aquele no qual o custo ambiental não supera o custo imposto à sociedade pela redução de consumo não ambiental gerado no processo produtivo.

Assim sendo, a viabilidade econômica de projetos ou empreendimentos seria analisada considerando, além dos custos privados, também estes custos ambientais. Projetos ou empreendimentos que apresentam retorno privado elevado poderiam, após incluírem-se os custos ambientais, tornar-se não viáveis sob a ótica social.⁵⁰

Enquanto para alguns projetos seria possível realizar um esforço de pesquisa completo para revelar os verdadeiros valores dos custos ambientais atuais e futuros, tal procedimento seria extremamente custoso em gastos e tempo para abranger todas as atividades econômicas.

Dessa forma, alguns mecanismos de instrumentos econômicos podem e devem ser criados para orientar as atividades produtivas a revelarem seus custos ambientais e determinarem suas atividades de produção de forma mais ajustada ao uso racional e eficiente dos recursos naturais disponíveis.

⁵⁰O mesmo aplica-se quando se introduz na análise os aspectos distributivos não revelados nos preços de mercado.

6.3.3. Instrumentos Econômicos⁵¹

Conforme salientado, a política ambiental brasileira está baseada em restrições legais de comando e controle que apresentam uma capacidade reduzida de controle ambiental e geram ineficiência no setor e iniquidade na distribuição dos custos ambientais entre os diversos segmentos da sociedade.

Os ajustes necessários para alterar esta situação exigirão custos elevados que não poderão se realizar sem o apoio de ações de fomento e de mecanismos mais flexíveis e equânimes de internalização dos custos ambientais.

Esta percepção hoje já é reconhecida por todas as nações industriais. Uma iniciativa amplamente sugerida tem sido a adoção de IE na gestão ambiental.

Dois tipos de instrumentos podem ser considerados: **a)** incentivos que atuam na forma de prêmios; e **b)** incentivos que atuam na forma de preços. Os primeiros requerem um comprometimento de recursos do Tesouro enquanto os outros geram fundos fiscais. Ambos, entretanto, devem ser combinados, conforme será analisado a seguir.

Os incentivos prêmios são as fontes de crédito subsidiado, as isenções fiscais e contábeis. Os incentivos creditícios já existem, sendo operados pelos órgãos de fomento governamentais. Requerem, entretanto, alterações para compatibilizar prazos e taxas mais adequados à maturação dos investimentos ambientais e atender a casos específicos de setores com necessidade de ajustes emergenciais e de impacto econômico significativo. Tais mudanças somente serão possíveis através de mediação política.

Os incentivos fiscais ainda são incipientes na área ambiental. Sua formulação e implementação dependerão basicamente de soluções políticas conforme o ocorrido nas áreas de tecnologia e cultura, nas quais mecanismos semelhantes foram implantados.

As isenções contábeis também carecem de solução política idêntica à dos incentivos fiscais. Todavia, a adoção de artifícios de depreciação acelerada, por exemplo, seria de fácil implementação e de efeitos imediatos.

As soluções ou mediações políticas acima referidas representam um processo de conhecimento e reconhecimento entre o setor produtivo e os órgãos governamentais econômicos e de meio ambiente. Com base em sólidos critérios econômicos e ambientais, tais entendimentos permitirão arranjos políticos que permitam a definição destes mecanismos.

⁵¹Esta subseção e a seguinte estão baseadas em Seroa da Motta (1991a).

Conforme será visto a seguir, estas iniciativas de entendimento serão ainda mais relevantes no caso dos incentivos via preços.

Por incentivos econômicos via preços entende-se todo mecanismo de mercado que orienta os agentes econômicos a valorizarem os bens e serviços ambientais de acordo com sua escassez e seu custo de oportunidade social. Para tal, atua-se na formação dos preços privados destes bens ou, no caso de ausência de mercados, criam-se mecanismos que acabem por estabelecer um valor social. Em suma, adota-se o "princípio do poluidor/usuário pagador". Atuando diretamente nos preços, objetiva-se internalizar os custos ambientais nos custos privados que os agentes econômicos incorrem no mercado em atividades de produção e consumo.

Estes incentivos podem atuar diretamente sobre os preços -- taxas e tarifas⁵² -- ou indiretamente com certificados ou direitos de propriedade.

As taxas seriam uma cobrança direta pelo nível de poluição ou uso de um recurso natural. Esta cobrança, na sua forma mais simples, pode ser através de um tipo de multa que se aplica sobre o excesso de poluição ou uso acima do padrão ambiental estipulado por lei cujo valor é determinado proporcional e progressivamente a este excesso através de uma fórmula na qual cada unidade de poluição ou uso tem um preço estipulado.

Com este sistema poder-se-ia também aplicar uma cobrança sobre o nível permitido por lei, com valores inferiores, no objetivo de incentivar menores níveis de poluição e uso. Entretanto, neste caso de níveis legalmente aceitos, a cobrança se assemelha a um imposto e não a uma multa por não atendimento a um requisito legal.

Já os certificados ou direitos de propriedade procuram estabelecer níveis desejados de uso do bem ou serviço ambiental, como, por exemplo, a quantidade total de poluição ou de uso permitida, que são distribuídos entre os usuários ou produtores em formas de certificados ou direitos. Estes certificados, então, podem ser transacionados em mercados específicos com controle e taxaço da autoridade ambiental através de operações de emissão e resgate destes títulos. As firmas os comprariam e os venderiam de acordo com seus custos de controle de poluição.

Ambas as opções acima possibilitam superar parte dos problemas enfrentados pela gestão ambiental brasileira, na medida em que:

a) permitem a geração de receitas fiscais e tarifárias, através da cobrança de taxas, tarifas ou emissão de certificados para lastrear os incentivos prêmios ou capacitar

⁵²Outros mecanismos menos abrangentes seriam o seguro (ou bônus) ambiental, os sistemas de depósito-ressarcimento (**deposit refund**) e, até mesmo, expedientes de mídia como as listas negras de poluidores que podem induzir à redução do consumo de seus produtos, afetando as cotações das ações das empresas.

os órgãos ambientais. Dependendo da sua magnitude, podem também servir para reduzir a carga fiscal sobre outros bens e serviços da economia que são mais desejáveis que a degradação, como são os casos de investimentos e emprego.

b) consideram as diferenças de custo de controle entre os agentes e, portanto, alocam de forma mais eficiente os recursos econômicos à disposição da sociedade, ao permitirem que aqueles com custos menores tenham incentivos para expandir as ações de controle. Portanto, com IE a sociedade incorre em custos de controle inferiores àqueles que seriam incorridos se todos os poluidores ou usuários fossem obrigados a atingir os mesmos padrões individuais ou do limite de certificados;

c) possibilitam que tecnologias menos intensivas em bens e serviços ambientais sejam estimuladas pelas vantagens de redução da despesa fiscal que será obtida pela redução da carga poluente ou da taxa de extração;

d) atuando no início do processo de uso dos bens e serviços ambientais, o uso de IE pode anular ou minimizar os efeitos das políticas setoriais que, com base em outros incentivos setoriais, atuam negativamente na base ambiental;

e) minimizam os custos administrativos ao dispensar a necessidade de tratar separadamente cada caso de degradação ou exploração e evitam os dispêndios em pendências judiciais para aplicação de penalidades; e

f) um sistema de taxação progressiva ou a alocação inicial de certificados podem ser efetivados segundo critérios distributivos onde a capacidade de pagamento de cada agente econômico é considerada.

Resumindo, o uso de incentivos econômicos promoveria não só a melhoria ambiental como também a melhoria econômica, em termos fiscais, de eficiência produtiva e de equidade.

Conforme proposto na teoria, a eficiência da taxação teria o seu ponto ótimo quando os custos marginais incorridos pelos agentes, em decorrência do uso de uma unidade de um bem ou serviço ambiental, fossem equivalentes ao custo ambiental (externo) imposto à sociedade por este uso incremental. Entretanto, a definição das taxas ou valores dos certificados segundo este princípio geralmente não é possível, pois requer um esforço proibitivo de coleta e análise de informações nem sempre disponíveis a custos compensadores.⁵³

Na prática, então, observa-se que, na maioria dos casos onde tais mecanismos foram adotados, sua utilização complementa os instrumentos de regulamentação.

⁵³Os custos de pesquisa e administrativos dos instrumentos de comando e controle são expressivos e considerados superiores aos decorrentes dos mecanismos de mercado. Estas questões estão exaustivamente discutidas em texto clássico de Baumol e Oates (1988).

Este é motivo para se propor a definição dos níveis destes instrumentos (taxas ou valores de certificado) com base nos níveis de poluição ou extração definidos por lei. Assim, decorre que os mecanismos serão estabelecidos para que o mercado funcione de forma a não ultrapassar estes limites, ao invés de, através da equivalência de custos marginais, estabelecer o ponto ótimo destes níveis. Dessa forma, o valor monetário de cada instrumento deverá ser aquele necessário para gerar mudanças no processo produtivo ou no de controle ambiental por parte dos agente econômicos. Para tal, faz-se necessário estimar os custos marginais individuais de controle de cada agente e simular para cada valor a redução esperada de poluição. O ajuste entre valor e padrão ambiental seria realizado por "monitoria fina", onde as variações dos valores seriam analisadas **vis-à-vis** os resultados obtidos em termos de controle ambiental.

6.3.4. As Dificuldades de Implantação⁵⁴

Mesmo recorrendo a simplificações de IE, é bom ressaltar que a formulação e implantação destes exigirá uma capacitação adicional para os órgãos ambientais. Isto implica, no curto prazo, mais exigências de recursos. Assim, a aplicação destes mecanismos terá que ser decidida de acordo com a capacitação do órgão ambiental **vis-à-vis** a dimensão do problema ambiental a ser controlado.

Outra consideração diz respeito à possibilidade de que os valores da taxas, tarifas e certificados sejam corroídos por efeitos inflacionários. Da mesma forma, como ocorrido no caso de multas, há que existir um procedimento de atualização destes valores que os coloque a salvo da pressão dos programas de estabilização que controlam preços e tarifas.

A existência de taxaço ou cobrança de tarifa para outros fins da mesma fonte poluidora ou de exploração pode requerer um esforço adicional para compor estes diversos interesses e distribuir as receitas obtidas. Nesse sentido, o envolvimento dos órgãos de planejamento e finanças deve ser estimulado desde o início das formulações de política.

Do lado dos agentes econômicos, vale ressaltar que os IE, embora mais eficientes, geralmente são vistos com certa relutância, devido ao seu caráter fiscal. Instrumentos de comando e controle são por vezes preferíveis, na medida em que podem ser alterados, contornados ou judicialmente contestados.

Certas tendências ambientalistas também reagem à aplicação destes mecanismos, por entenderem, equivocadamente, que estes instrumentos representam "direitos de poluição ou exaustão", na medida em que correspondem a pagamentos pelo uso do meio ambiente. Na verdade, objetiva-se que o controle da poluição (ou exaustão) seja alcançado com maior eficiência e equidade. O nível total de

⁵⁴Ver Seroa da Motta (1991a) no qual esta seção foi baseada.

poluição ou exaustão é aquele definido por lei, e o que se pretende alterar é a sua distribuição entre os diversos agentes econômicos.

Por último, vale ressaltar dois pontos em relação à capacidade de geração de receitas. Um se refere à limitação futura desta capacidade na medida em que os mecanismos cumprem seus objetivos, isto é, reduzir os efeitos ambientais através de controle e mudança tecnológica. Reduzindo os efeitos, reduz-se também a arrecadação. Esta redução, todavia, pode ser parcialmente compensada com a expansão crescente de novas atividades a serem controladas. Além disso, em certos casos a receita com cobrança de taxas ou tarifas será sempre significativa como contrapartida ao uso do bem ou serviço ambiental de que a economia não pode prescindir totalmente. De qualquer forma, o uso destes mecanismos não irá eliminar a necessidade de recursos orçamentários para fins ambientais.

Outro ponto importante está relacionado com a limitação presente desta capacidade de arrecadação em relação às necessidades de investimento. Mesmo que os IE gerem receitas suficientes para cobrir ou compensar os custos de proteção ambiental, existem inúmeros investimentos que têm de ser realizados antes de se iniciar um processo de forma a viabilizar a aplicação destes mecanismos. Os investimentos seriam tanto a capacitação dos órgãos ambientais para formular e implementar estas políticas como as obras de recuperação ambiental ou tratamento e controle de poluição.

6.3.5. O Uso dos Instrumentos Econômicos no Brasil⁵⁵

As mais importantes experiências com IE no Brasil são dirigidas para a preservação florestal e o controle da poluição hídrica. Em ambos os casos, contudo, os IE já implementados são usados com objetivos de geração de receitas com limitada preocupação com seus efeitos ambientais e econômicos.

As taxas ou cobranças nestes casos não são determinadas com base nos custos marginais de controle. Por isso, eles não asseguram a eficiência no uso de recursos naturais. Adicionalmente, em se tratando de poluição e preservação de recursos naturais, as taxas são normalmente cobradas como um complemento para regulação sem a adequação aos instrumentos de comando e controle existentes.

O Quadro 2 apresenta sumariamente os mais importantes instrumentos econômicos atualmente implementados ou em discussão no Brasil. Como pode ser

⁵⁵O autor agradece a Carolina Dubeux e Armando Mendes (Sosp/RJ), Fernanda Gabriela Borges (Cobrape), Elias Mundim (DNPM), Suzi M. dos Santos (DNAEE), Mario Gaia (Petrobrás), Lisbonne A. do Nascimento (Finance), Elizabeth Lima (Feema) e Floriano B. Costa Santos (IEF/MG) que lhe transmitiram pessoalmente a maioria das informações e dados aqui apresentados. Esta seção está baseada totalmente em Seroa da Motta e Reis (1994) onde foi publicada originalmente uma versão em inglês.

visto, a maioria deles é recente e seus objetivos são o de recuperar os custos da oferta de serviços de esgoto, financiar entidades governamentais de bacias hidrográficas, gerar fundos para subsidiar programas de controle de poluição ou compensar municípios e estados por custos administrativos de gestão ambiental.

Considerando os instrumentos já em vigor ou aprovados em lei, espera-se uma arrecadação anual não desprezível de aproximadamente US\$ 300 milhões, quase 0,2% do PIB. Neste montante, contudo, não está incluída a cobrança pelo uso da água a ser adotada em âmbito federal. Esta cobrança é parte do projeto que regulamenta o dispositivo constitucional do Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Dada a sua abrangência nacional, esta cobrança certamente resultaria em vultosos recursos arrecadados.

Entretanto, a tramitação deste projeto de lei⁵⁶ no Congresso Nacional tem sido demorada devido à complexidade técnica e política da matéria. Uma das questões mais controvertidas é a especificação da cobrança proposta, que objetiva o financiamento das agências de bacias hidrográficas e, ao mesmo tempo, a indução ao uso racional dos recursos hídricos.

As principais questões são relacionadas à definição do valor da cobrança, da distribuição das receitas resultantes e sua complementaridade com os instrumentos de comando e controle existentes.

Os instrumentos de cobrança pelo uso da água no Estado de São Paulo, embora já aprovado o projeto de lei que os criam, têm tido sua implementação retardada, encontrando dificuldades de regulamentação em função das razões acima mencionadas.⁵⁷

Estudos recentes [ver Seroa da Motta (1995a e b) e Seroa da Motta e Mendes (1995)] demonstram que, nas bacias do Tietê e Piracicaba no Estado de São Paulo, a cobrança pelo excesso de poluição hídrica industrial acima de um parâmetro legal (cobrança pelo não-atendimento ou uma multa medida de acordo com a carga poluente) resultaria em **uma redução de até 65% do custo total de controle na bacia**. Os mesmos estudos discutem as diversas implicações do uso da cobrança quanto à distribuição de custos e receitas conforme discutido acima.

⁵⁶Projeto de Lei 2.249 de 1991, substitutivo do Deputado Federal Fábio Feldmann.

⁵⁷Estas questões foram amplamente debatidas no seminário “A Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos no Brasil”, realizado no IPEA/DIPES em 07 de julho de 1995. Para maiores detalhes sobre este tema, ver Seroa da Motta e Reis (1994) e Seroa da Motta (1995a e b).

Quadro 2
Aplicação de Instrumentos Econômicos no Brasil

Instrumentos	Situação Atual	Renda Estimada em 1993 (US\$ milhões)	Renda Esperada (US\$ milhões)	Propósito
Cobrança pelo uso da água em bacias hidrográficas por volume e conteúdo poluente				
Nacional	em discussão no Congresso Federal	-	desconhecida	para financiamento de bacias hidrográficas
Estado de São Paulo	a ser implementada em 1995	-	197	e indução do uso racional de recursos hídricos
Tarifa de esgoto industrial baseada no conteúdo de poluentes				
Estado de São Paulo	parcialmente implementada desde 1981	13	-	para recuperação de custos de
Estado do Rio de Janeiro	implementada desde 1986 e terminada em 1994	3	-	estações de tratamento de esgoto
Imposto de poluição do ar e poluição hídrica				
Estado do Rio de Janeiro	ainda em discussão na legislatura estadual	-	3	para financiamento do órgão estadual
Compensação financeira devido a exploração dos recursos naturais				
geração hidroelétrica	totalmente implementada desde 1991	315	-	para compensar municípios
produção de óleo		97	-	e estados onde se realiza a produção
mineral (exceto óleo)		41	-	e também as agências de regulação
Compensação fiscal por áreas de preservação				
Estado de São Paulo	implementada em 1994	-	19	para compensar municípios para restrições
Estado do Paraná	implementada desde 1992	53	-	de uso do solo em áreas de mananciais
Estado do Rio de Janeiro	em discussão na legislatura estadual	-	55	e de preservação florestal
Impostos por desmatamento				
Fundo Federal de Reposição Florestal pago por usuários sem atividades de reflorestamento	implementado desde 1973	7	-	para financiar projetos de reflorestamento público
Taxa de Serviço Florestal em Minas Gerais pago por usuários de produtos florestais	parcialmente implementada desde 1968 e totalmente revisada e implementada em 1994	-	11	para financiar atividades do serviço florestal do estado

Fonte: Serôa da Motta e Reis (1994).

6.3.6. Direitos de Propriedade na Gestão Florestal⁵⁸

Conforme amplamente discutido, a exploração madeireira na região Amazônica tem se caracterizado principalmente pelo desmatamento autorizado ou clandestino e, minoritariamente, por atividades de manejo ou reflorestamento. Em ambas as situações as terras são de propriedade privada, embora quase sempre esse direito tenha sido assegurado de forma conflituosa, na medida em que deriva, preponderantemente, de apropriações de terras devolutas. Além disso, as Florestas Nacionais (Flonas) não conseguiram desempenhar seu papel de florestas produtivas, como inicialmente concebidas. Assim sendo, o estabelecimento desses direitos de propriedade não lograram assegurar uma forma sustentável de exploração madeireira.

As economias externas geradas pela sinergia entre as atividades agropecuárias, de carvoejamento e de serrarias -- extração de madeira para abertura de área e resíduos de serraria para fornos -- permitem a agregação de um valor econômico imediato ao desmatamento. Este valor impõe-se sobre qualquer outro benefício derivado da preservação ou exploração sustentável da floresta, tal como formas de manejo mais apropriado e produção de não-madeiráveis.

A abundância de áreas ainda virgens e devolutas e a possibilidade de sua incorporação privada reduzem drasticamente a percepção dos custos potenciais futuros do desmatamento subótimo. Essa dinâmica é estabelecida e perpetuada devido às concessões legais de desmatamento e à fragilidade (ou mesmo impossibilidade) de um controle efetivo dos órgãos ambientais. Enquanto existir uma oferta de madeira derivada do desmatamento agrícola legalizado, o centro de extração por manejo sustentável não será viável. Há que se restringir as atividades agropecuárias, pelo menos em terras sem esta aptidão agroecológica.

Adicionalmente, o valor da taxa de reposição florestal e outros mecanismos fiscais (ou sua imposição) não têm sido suficientemente elevados para viabilizar outras formas de exploração. Portanto, não existem, atualmente, os incentivos apropriados legais e de mercado que possam induzir os agentes econômicos do setor madeireiro para uma trajetória sustentável de produção, como também para viabilização de produtos não-madeireiros.

As terras públicas ainda compreendem quase 25% da área da região Amazônica. Assim, é de se esperar que a expansão do setor madeireiro aconteça nestas terras e, portanto, iniciativas de estabelecer mudanças no sistema de apropriação das mesmas devem ser analisadas.

Uma proposta que merece ser estudada é a que prevê sistema de concessões públicas de exploração, similar ao adotado em outros países, conforme analisado anteriormente. Em caso extremo, esse modelo poderia ser o mesmo que estender a

⁵⁸Texto baseado em Seroa da Motta (1994).

abrangência das Florestas Nacionais (Flonas) para uma grande parte das áreas devolutas da Amazônia.

Assim sendo, a política florestal no Brasil terá que atuar em dois níveis. Um deles relativo à situação atual, onde a exploração já ocorre em terras privadas, e o outro gerindo a expansão do setor sobre terras públicas.

Na situação presente, na medida em que os direitos de propriedade já estão definidos, na quase totalidade da região, só é possível atuar através de instrumentos fiscais e regulatórios. No caso da expansão e modernização do setor, faz-se necessário avaliar também outras formas de propriedade; inúmeros são os obstáculos para a implementação efetiva deste tipo de modelo. Tornam-se, com isso, necessários uma análise dos mecanismos a serem adotados além de um estudo compreensivo das técnicas de manejo e suas condicionantes de viabilidade e implementação. Em ambos os níveis, há que se distinguir os instrumentos fiscais e creditícios (taxas, impostos, **royalties** e subsídios) e de padronização (selo ecológico e de qualidade).

No caso de concessões públicas, tanto as formas (leilões, licenças e transferências) quanto os prazos de concessão terão que ser avaliados. Como não poderia deixar de ser, tais questões demandam um estudo criterioso com base na experiência internacional, nas peculiaridades da região e nas restrições institucionais e legais existentes.

Outro aspecto que merece atenção refere-se às implicações distributivas desse sistema, no que tange às possibilidades de concentração fundiária, caso o modelo e as formas de manejo adotados exijam extensas áreas de terra.

Assim, há que se criar mecanismos restritivos à formação de latifúndios para fins especulativos e identificar as possibilidades de integração das comunidades locais (por exemplo, cooperativas) ao novo sistema.

A participação do capital nacional, devido ao vulto dos investimentos decorrentes da expansão que tal sistema possa gerar no setor, também requererá mecanismos de subsídios creditícios. Quanto ao capital estrangeiro, deve ser realizada uma análise específica ante os condicionantes legais existentes nesta questão.

6.3.7. Comentários Finais

Sumariando, três recomendações devem ser feitas: **a)** conciliar o objetivo de geração de receita com a indução da mudança do padrão de uso e consumo dos recursos naturais; **b)** ajustar os mecanismos de comando e controle com instrumentos econômicos; e **c)** definir formas de cobranças progressivas ou de políticas compensatórias para reduzir os impactos distributivos da cobrança pelo uso dos recursos naturais.

Por fim, vale sugerir também que o início do processo de adoção de instrumentos econômicos comece por situações nas quais: **a)** os agentes econômicos estejam conscientes das vantagens do novo sistema e, portanto, dispostos a cooperar; **b)** o órgão ambiental tenha conhecimento e controle adequado sobre fontes, emissões e nível de qualidade ambiental desejado; **c)** a administração de coleta de taxas ou emissão de certificados esteja harmonizada com os outros órgãos do governo; e **d)** seja possível simular cenários e resultados de forma a orientar a implementação da nova sistemática com base em instrumentos econômicos com base em critérios de eficiência e equidade [ver Seroa da Motta e Mendes (1995)].

ANEXO 1A
Provisão de Serviços Sanitários no Brasil

Proporção da População Urbana que Conta com Abastecimento de Água por Rede Geral - Canalização Interna e Externa - por Nível de Renda					
Unidades da Federação	0-1 SM	1-2 SM	2-5 SM	>5 SM	Total
Região Norte	61,1	69,9	77,3	86,4	81,5
Rondônia	52,8	51,9	53,7	72,1	64,9
Acre	60,0	49,5	84,5	76,2	75,3
Amazonas	94,5	85,1	92,0	96,2	94,6
Roraima	100,0	100,0	96,2	100,0	99,1
Pará	54,9	69,7	74,4	82,0	77,1
Amapá	92,9	83,3	98,7	96,8	96,5
Região Nordeste	61,8	69,2	81,6	92,1	81,0
Maranhão	48,6	68,0	76,8	82,5	73,6
Piauí	71,1	73,4	94,9	92,6	86,1
Ceará	33,3	44,3	62,9	78,5	59,9
R. G. do Norte	65,6	72,9	80,7	96,9	83,3
Paraíba	83,4	88,1	93,2	97,2	92,4
Pernambuco	66,2	74,9	86,6	94,5	85,6
Alagoas	52,4	68,2	71,3	90,3	75,3
Sergipe	80,1	85,0	94,5	95,5	92,4
Bahia	71,6	75,0	85,3	96,5	86,7
Região Centro-Oeste	62,6	71,4	77,3	88,3	83,0
Dist. Federal	94,3	80,0	96,4	98,0	97,0
Mato Grosso	76,5	83,6	85,1	90,9	87,9
Goiás	50,9	59,9	66,6	79,8	72,7
Região Sudeste	86,1	87,6	91,9	97,1	94,8
Rio de Janeiro	77,8	79,1	83,2	92,4	87,8
São Paulo	94,6	93,3	95,5	98,4	97,6
Minas Gerais	83,9	89,3	95,4	98,1	95,5
Espírito Santo	90,3	93,7	94,3	97,4	95,6
Região Sul	84,5	89,7	89,7	95,7	93,1
Paraná	86,9	89,7	90,4	96,9	93,9
Sta. Catarina	78,4	77,0	78,7	87,8	84,2
R. G. do Sul	82,9	94,2	93,8	97,9	95,9
Brasil - Total	71,3	78,3	87,1	95,0	90,0

Fonte: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 1981 e 1990.

ANEXO 1B

Provisão de Serviços Sanitários no Brasil

Proporção da População Urbana que Conta com Fossa Séptica como Forma de Esgotamento por Nível de Renda					
Unidades da Federação	0-1 SM	1-2 SM	2-5 SM	>5 SM	Total
Região Norte	3,3	2,9	4,1	13,0	9,2
Rondônia	0,0	1,9	2,6	4,3	3,5
Acre	18,7	25,8	15,8	39,4	28,4
Amazonas	6,7	5,9	9,2	19,9	16,5
Roraima	0,0	0,0	0,0	11,9	8,9
Pará	0,3	0,7	1,8	8,3	4,9
Amapá	0,0	0,0	0,0	8,7	6,9
Região Nordeste	9,5	11,8	17,6	36,3	22,4
Maranhão	1,6	0,0	2,8	16,4	7,0
Piauí	0,2	0,8	0,8	4,1	1,8
Ceará	2,1	4,3	7,4	13,9	8,0
R. G. do Norte	0,6	4,3	6,1	25,1	12,0
Paraíba	23,8	16,8	26,5	55,5	34,5
Pernambuco	10,4	13,8	25,4	48,8	30,5
Alagoas	3,0	5,5	6,4	15,2	8,8
Sergipe	3,9	14,3	15,1	31,8	21,1
Bahia	17,9	24,0	27,7	49,0	34,6
Região Centro-Oeste	13,1	17,9	24,2	51,6	39,8
Dist. Federal	75,7	72,4	84,6	91,8	89,6
Mato Grosso	6,6	5,1	8,6	22,2	15,7
Goiás	8,3	16,2	17,8	44,0	31,7
Região Sudeste	54,5	53,8	61,3	82,4	74,1
Rio de Janeiro	45,8	38,2	42,2	65,8	55,0
São Paulo	74,6	66,5	70,0	87,1	82,5
Minas Gerais	46,3	58,4	69,5	86,2	75,4
Espírito Santo	39,6	41,5	54,5	79,2	65,0
Região Sul	11,3	11,2	15,0	31,0	24,0
Paraná	9,4	11,7	18,0	43,3	31,6
Sta. Catarina	3,9	2,8	0,7	5,6	3,9
R. G. do Sul	15,0	13,4	18,1	30,7	25,1
Brasil - Total	23,2	26,7	37,6	62,5	49,9

Fonte: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 1981 e 1990.

ANEXO 1C
Provisão de Serviços Sanitários no Brasil

Proporção da População Urbana que Conta com Rede Geral como Forma de Esgotamento por Nível de Renda					
Unidades da Federação	0-1 SM	1-2 SM	2-5 SM	>5 SM	Total
Região Norte	17,0	20,3	29,9	52,5	41,8
Rondônia	30,6	43,1	41,2	63,3	54,7
Acre	2,7	4,1	6,0	17,0	10,9
Amazonas	3,3	20,9	27,4	45,3	39,4
Roraima	100,0	0,0	35,6	61,3	54,8
Pará	20,1	17,0	31,0	57,7	42,5
Amapá	0,0	33,3	18,7	50,1	43,5
Região Nordeste	8,8	13,7	17,6	27,8	19,6
Maranhão	7,6	13,7	19,4	36,6	23,0
Piauí	10,1	17,3	30,5	61,0	34,5
Ceará	25,1	36,6	53,0	74,5	52,4
R. G. do Norte	8,5	15,9	18,4	40,9	25,0
Paraíba	2,1	7,7	11,7	17,5	11,8
Pernambuco	1,1	0,5	1,3	5,8	2,8
Alagoas	0,0	0,2	2,4	12,0	4,9
Sergipe	5,5	5,1	6,1	15,2	9,6
Bahia	8,2	10,1	14,2	19,9	15,2
Região Centro-Oeste	1,3	4,2	3,8	4,9	4,4
Dist. Federal	0,0	14,2	8,2	5,0	5,9
Mato Grosso	3,2	6,3	6,9	11,4	9,2
Goiás	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4
Região Sudeste	7,7	11,2	13,7	8,6	10,1
Rio de Janeiro	23,1	27,7	34,0	25,3	28,3
São Paulo	5,6	9,6	8,5	5,3	6,2
Minas Gerais	0,0	0,4	0,0	0,2	0,2
Espírito Santo	5,8	6,1	7,6	9,7	8,4
Região Sul	21,3	30,8	44,0	51,9	46,9
Paraná	9,7	12,8	23,5	28,9	25,1
Sta. Catarina	39,2	48,8	68,0	87,2	78,3
R. G. do Sul	31,1	45,1	54,2	58,1	55,1
Brasil - Total	9,5	14,5	19,3	19,7	18,6

Fonte: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 1981 e 1990.

ANEXO 1D
Provisão de Serviços Sanitários no Brasil

Proporção da População Urbana que Conta com Fossa Séptica ou Rede Geral como Forma de Esgotamento por Nível de Renda					
Unidades da Federação	0-1 SM	1-2 SM	2-5 SM	>5 SM	Total
Região Norte	20,2	23,2	34,0	65,5	51,0
Rondônia	30,6	45,0	43,7	67,5	58,2
Acre	21,3	29,9	21,8	56,4	39,4
Amazonas	10,0	26,8	36,5	65,2	55,9
Roraima	100,0	0,0	35,6	73,1	63,6
Pará	20,5	17,6	32,8	66,0	47,4
Amapá	0,0	33,3	18,7	58,8	50,4
Região Nordeste	18,3	25,4	35,2	64,2	42,0
Maranhão	9,2	13,7	22,2	53,0	30,1
Piauí	10,3	18,1	31,4	65,1	36,3
Ceará	27,1	40,9	60,3	88,4	60,4
R. G. do Norte	9,1	20,3	24,5	66,0	37,0
Paraíba	25,8	24,5	38,2	73,0	46,2
Pernambuco	11,4	14,3	26,7	54,6	33,3
Alagoas	3,0	5,6	8,8	27,1	13,7
Sergipe	9,4	19,5	21,2	47,0	30,7
Bahia	26,2	34,1	41,9	68,9	49,8
Região Centro-Oeste	14,3	22,1	28,0	56,5	44,3
Dist. Federal	75,7	86,7	92,8	96,9	95,5
Mato Grosso	9,7	11,4	15,4	33,6	24,9
Goiás	8,8	16,5	18,3	44,4	32,1
Região Sudeste	62,2	65,0	75,0	91,0	84,2
Rio de Janeiro	68,9	65,9	76,2	91,1	83,4
São Paulo	80,2	76,1	78,5	92,4	88,6
Minas Gerais	46,3	58,8	69,6	86,4	75,5
Espírito Santo	45,4	47,6	62,1	88,9	73,5
Região Sul	32,5	41,9	59,0	82,9	71,0
Paraná	19,1	24,6	41,5	72,2	56,7
Sta. Catarina	43,1	51,6	68,7	92,8	82,2
R. G. do Sul	46,1	58,6	72,3	88,7	80,2
Brasil - Total	32,7	41,3	56,8	82,2	68,5

Fonte: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 1981 e 1990.

ANEXO 2

Níveis de Tratamento do Esgoto Urbano Coletado (%) - 1989

Brasil	19,9
Região Norte	15,2
Rondônia	0,0
Acre	2,2
Amazonas	5,8
Roraima	0,0
Pará	23,3
Amapá	26,1
Região Nordeste	16,5
Maranhão	1,6
Piauí	47,2
Ceará	41,2
Rio Grande do Norte	2,3
Paraíba	14,2
Pernambuco	14,8
Alagoas	59,0
Sergipe	27,0
Bahia	8,1
Região Centro-Oeste	20,8
Mato Grosso do Sul	8,5
Mato Grosso	1,9
Goiás	15,2
Distrito Federal	26,3
Região Sudeste	19,4
Minas Gerais	1,0
Espirito Santo	15,1
Rio de Janeiro	53,3
São Paulo	17,7
Região Sul	27,1
Paraná	57,4
Santa Catarina	11,8
Rio Grande do Sul	16,3

Fonte: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 1989, IBGE.

ANEXO 3

Provisão de Serviços Sanitários no Brasil

Proporção da População Urbana que Conta com Lixo Coletado por Nível de Renda					
Unidades da Federação	0-1 SM	1-2 SM	2-5 SM	>5 SM	Total
Região Norte	30,7	33,8	48,5	71,1	59,9
Rondônia	41,7	53,4	54,3	66,6	61,5
Acre	24,0	21,7	45,0	71,7	54,2
Amazonas	35,5	32,5	46,9	71,7	63,4
Roraima	0,0	100,0	72,1	92,8	87,4
Pará	28,7	30,7	47,5	69,9	56,3
Amapá	42,9	83,3	68,0	82,9	79,6
Região Nordeste	43,9	51,3	60,7	80,2	64,2
Maranhão	11,4	16,9	19,8	47,5	28,1
Piauí	19,7	15,7	35,4	62,7	37,6
Ceará	34,7	42,1	60,4	81,5	59,5
R. G. do Norte	65,0	74,2	79,9	90,3	80,9
Paraíba	73,2	64,2	75,7	90,5	78,4
Pernambuco	46,8	57,1	64,0	81,5	67,6
Alagoas	52,8	68,2	71,1	84,5	73,4
Sergipe	55,8	61,7	72,0	86,6	75,2
Bahia	47,9	55,7	61,7	83,2	67,9
Região Centro-Oeste	48,0	56,6	64,0	86,2	76,3
Dist. Federal	94,3	89,3	95,7	97,9	97,2
Mato Grosso	44,1	63,8	62,5	87,6	75,9
Goiás	44,0	43,9	56,0	77,0	66,0
Região Sudeste	64,2	63,8	75,3	92,4	85,1
Rio de Janeiro	58,5	55,2	60,4	83,9	72,9
São Paulo	89,1	88,0	92,1	97,6	96,0
Minas Gerais	49,1	54,5	66,4	85,4	73,6
Espírito Santo	58,9	53,7	58,2	81,7	69,9
Região Sul	59,1	64,4	77,1	91,2	83,9
Paraná	54,0	58,2	76,3	92,4	83,1
Sta. Catarina	66,7	63,1	69,1	87,7	80,2
R. G. do Sul	63,6	72,1	81,3	91,7	86,2
Brasil - Total	51,3	56,8	69,6	89,0	78,4

Fonte: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 1981 e 1990.

BIBLIOGRAFIA

- BARTH, F.T. **Aspectos ambientais da gestão dos recursos hídricos**. Subsídio técnico para a elaboração do Relatório Nacional do Brasil para a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Unced 92, 1991, mimeo.
- BAUMOL, W.F., OATES, N.E. **The theory of environmental policy**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- BIO. **Avaliação nacional da década internacional do abastecimento de água e do esgoto sanitário: 1981-1990**. Abes/OPS, 1991.
- CAVALCANTI, J.E.A. **Valoração econômica das perdas de solo no Vale do Rio São Francisco**. Codevasf/FAO, 1995 (Relatório Final de Consultoria).
- CEMPRE. Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Pesquisa Ciclossoft**, 1995.
- CETESB. **Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo - 1991**. 1992.
- COLBY, M. E. **Environmental management in development: the evolution of paradigms**. Washington, D.C: The World Bank, 1990 (Discussion Papers, 80).
- COMMON, M., PERRINGS, C. Towards an ecological economics of sustainability. **Ecological Economics**, n. 6, 1992.
- CUNHA, A.S. et alii. **Uma avaliação da sustentabilidade da agricultura nos cerrados**. Brasília: IPEA, 1994 (Estudos de Política Agrícola, 11).
- EMBRAPA. **Delineamento macroecológico do Brasil**. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1991.
- ESTUDOS ECONÔMICOS. **Agricultura sustentável**. Número especial, 1994.
- FERNANDES MENDES, A.P. **Uma avaliação do impacto ambiental no Brasil. Poluição do ar e mortalidade**. Rio de Janeiro: IEI/UFRJ, 1993 (Tese de M. Sc.).
- HARTWICK, J. Intergenerational equity and the investing of rents of exhaustible resources. **American Economic Review**, n.66, p.972-974, 1977.
- IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**, 1992.
- JANTZEN, J. **Cost-effective pollution control in Brazil**. The Hague, Netherlands: TME Institut, 1993 (Comissioned by the World Bank).

- MAGALHÃES A. R. (org.). **Desenvolvimento e meio ambiente no semi-árido: discursos e exposições especiais**. Brasília: Icid, 1992.
- MARTINES, J. **et alii**. **Health sector priorities review**. The World Bank/Population and Human Resources Department, Apr.1991.
- MAY, P. H. **Perdas ambientais devido ao desmatamento no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA/DIPES, 1993, mimeo.
- MAY, P.H., ROCHA, R. **A mata atlântica do cacau: sistemas de produção e meio ambiente no sul da Bahia**. Rio de Janeiro: FGV/Bird, 1995, mimeo.
- MENDES, F.E. **Uma avaliação dos custos de controle da poluição hídrica de origem industrial no Brasil**. Rio de Janeiro: PPE/Coppe/UFRJ, maio 1994 (Tese M.Sc.).
- PARIKH, I. **et alii**. Padrões de consumo: a força propulsória do esgotamento ambiental. In: SEROA DA MOTTA, R., MAY, P.H. **Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável**. Ed. Campus, 1994.
- PEARCE, D., ATKINSON, G. **Are national economies sustainable? Measuring sustainable development**. CSERGE, 1992 (Working Paper GEC, 92-11).
- PEARCE, D., TURNER, R.K. **The economics of natural resource and the environment**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1992.
- PRADO, A. C. **Exploração florestal madeireira**. Funatura/Itto, 1995 (Documento, 1).
- PRONACOP. Secretaria Especial do Meio Ambiente. **Relatório final**, 1989.
- REIS, E. J. A Amazônia e o efeito-estufa. **Perspectivas da Economia Brasileira-1992**, Rio de Janeiro: IPEA, 1991.
- ROCHA, S. **Governabilidade e pobreza: o desafio dos números**. Rio de Janeiro: IPEA, fev. 1995 (Texto para Discussão, 368).
- ROSE, A. Uma abordagem de certificados negociáveis à política de aquecimento global: o papel da equidade na instituição de alocações. In: SEROA DA MOTTA, R., MAY, P.H. **Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável**. Ed. Campus, 1994.
- SEROA DA MOTTA, R. Mecanismos de mercado na política ambiental brasileira. **Perspectivas da Economia Brasileira - 1992**. IPEA, 1991a.

_____. Recent evolution of environmental management in the Brazilian public sector: issues and recommendations. In: ERÖCAL, D. (ed.). **Environmental management in developing countries**. OECD, 1991b.

_____. **Past and current policy issues concerning tropical deforestation in Brazil**. The Kiel Institute of World Economics, 1993a (Kiel Working Paper, 566).

_____. Estimativas de depreciação do capital natural no Brasil. **Perspectivas da Economia Brasileira - 1994**. Rio de Janeiro: IPEA/DIPES, 1993b.

_____. Política e gestão florestal. **O Brasil no fim do século: desafios e propostas para a ação governamental**. Rio de Janeiro: IPEA, 1994.

_____. Análisis económico de la contaminación de aguas en América Latina: el caso de Brasil. In: QUIROZ, J.A. (ed.). **Análisis económico de la contaminación de aguas en América Latina**. Cinde/Ilaldes/Georgetown University, 1995a.

_____. **Water quality and policy in Brazil: estimates of health costs associated to sanitation services and simulation of pollution taxes applied in river basins**. Rio de Janeiro: IPEA/DIPES, jul. 1995b (Série Seminários, 8/95).

SEROA DA MOTTA, R. et alii. **Current status of water pollution control in Brazil**. Rio de Janeiro: IPEA/DIPES, fev. 1993 (Texto para Discussão, 289).

_____. Perdas e serviços ambientais do recurso água para uso doméstico. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.24, n.1, abr. 1994.

SEROA DA MOTTA, R., FERNANDES MENDES, A.P. Custos de saúde associados à poluição do ar no Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.25, n.1, abr. 1995.

SERÔA DA MOTTA, R., MAY, P.H. **Loss in forest resources values due to agricultural land conversion in Brazil**. Rio de Janeiro: IPEA, abr. 1992 (Texto para Discussão, 248).

SERÔA DA MOTTA, R., MENDES, F.E. Instrumentos econômicos na gestão ambiental: aspectos teóricos e de implementação. **Perspectivas da Economia Brasileira - 1996**. Rio de Janeiro: IPEA/DIPES, 1995.

SERÔA DA MOTTA, R., REIS, E.J. **The application of economic instruments in environmental policy: the Brazilian case**. Paris: OECD/Unep, 26-27 May 1994, mimeo (Workshop on The Use of Economic Policy Instruments for Environmental Management).

SOLOW, R.M. Intergenerational equity and exhaustible resources. **Review of Economic Studies**, n.41, p.29-45, 1978.

S.O.S. MATA ATLÂNTICA. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da Mata Atlântica no período 1985-1990**. São Paulo: Fundação S.O.S. Mata Atlântica/Inpe, 1992/93.

TURNER, R.K. **Speculations on weak and strong sustainability**. CSERGE, 1992 (Working Paper GEC, 92-26).

VALE, L.C.C. et alii. **Documento básico para desenvolvimento de um plano estratégico para promoção do manejo florestal sustentado**. Del-Rey Serviços de Engenharia, 1994 (Relatório de Consultoria, 11).

VICTOR, P.A. Indicators of sustainable development: some lessons from capital theory. **Ecological Economics**, v.4, n.3, p.191-214, Dec. 1991.

WORLD WILDLIFE FUND. **Cerrado: impactos do processo de ocupação**. Brasília, 1995.