

TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 856

PADRÃO DE CONSUMO, DISTRIBUIÇÃO DE RENDA E O MEIO AMBIENTE NO BRASIL*

Ronaldo Seroa da Motta**

Rio de Janeiro, janeiro de 2002

* O autor agradece a Mohan Munasinghe e a Jorge Araújo, do Banco Mundial, por suas sugestões, apoio e estímulo ao longo de todo este período de pesquisa. Agradece à Cetesb por disponibilizar o inventário de emissões industriais e, especialmente, a José Contrera Neto, por sua paciência em ajudar com essa base de dados. Deseja também expressar seu reconhecimento pela participação nas estimativas de parâmetros de Kepler M. M. Magalhães e de Wania R. Correia nos vetores de consumo final; de Francisco Eduardo Mendes nas emissões industriais; de Ana Isabel Alvarenga nos dados demográficos; de André Pereira, Alexia Rodrigues e Roberta Neiva nos coeficientes industriais; e de Rodrigo Serra e Rodrigo Dias nos dados de despesas domiciliares. É também grato pelas claras e eficientes planilhas de cálculo preparadas por Luciano Gusmão Veloso. Beneficiou-se também da discussão dos resultados preliminares com a equipe de pesquisa da Coordenação de Estudos Ambientais do IPEA. Por fim, é profundamente grato a Lauro Ramos, Carlos Eduardo Young e Cláudio Ferraz por seus valiosos comentários em diversas etapas deste estudo, aos participantes do *Workshop* Economia ao Meio-Dia do IPEA e a um parecerista anônimo. Este estudo foi co-financiado pelo projeto CNPq 520649/96-6.

** Coordenador de Estudos Ambientais do IPEA.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO

Martus Tavares - Ministro

Guilherme Dias - Secretário Executivo



Presidente

Roberto Borges Martins

Chefe de Gabinete

Luis Fernando de Lara Resende

DIRETORIA

Eustáquio José Reis

Gustavo Maia Gomes

Hubmaier Cantuária Santiago

Luís Fernando Tironi

Murilo Lôbo

Ricardo Paes de Barros

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, o IPEA fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais e disponibiliza, para a sociedade, elementos necessários ao conhecimento e à solução dos problemas econômicos e sociais do país. Inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro são formulados a partir de estudos e pesquisas realizados pelas equipes de especialistas do IPEA.

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.

Tiragem: 130 exemplares

DIVISÃO EDITORIAL

Supervisão Editorial: Helena Rodarte Costa Valente

Revisão: Alessandra Senna Volkert (estagiária), André Pinheiro, Elisabete de Carvalho Soares, Lucia Duarte Moreira, Luiz Carlos Palhares e Miriam Nunes da Fonseca

Editoração: Carlos Henrique Santos Vianna, Rafael Luzente de Lima, Roberto das Chagas Campos e Ruy Azeredo de Menezes (estagiário)

Divulgação: Libanete de Souza Rodrigues e Raul José Cordeiro Lemos

Reprodução Gráfica: Edson Soares

Coordenação Editorial

Brasília

SBS - Quadra 01 - Bloco "J" - Ed. BNDE, 10º andar - CEP: 70076-900 - Brasília - DF

Fone: 55 (61) 315 5090 (produção) 55 (61) 315-5336 (vendas)

Fax: 55 (61) 315 5314

E-mail: editbsb@ipea.gov.br

Serviço Editorial

Rio de Janeiro

Av. Presidente Antônio Carlos, 51, 14º andar - CEP 20020-010 - Rio de Janeiro - RJ

Fone: 55 (21) 3804 8000, 55 (21) 3804 8117 e 55 (21) 3804 8118

Fax: 55 (21) 2220 5533

E-mail: editrj@ipea.gov.br

Home page: <http://www.ipea.gov.br>

ISSN 1415-4765

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1 - INTRODUÇÃO	1
2 - HISTÓRICO.....	2
3 - OS CUSTOS DA DEGRADAÇÃO DO BRASIL.....	6
3.1 - Custos de Saúde Associados à Poluição da Água no Brasil.....	6
3.2 - Custos de Saúde Associados à Poluição do Ar	7
3.3 - Comentários.....	8
4 - EFEITOS AMBIENTAIS DOS PADRÕES DE CONSUMO	9
4.1 - Procedimentos Metodológicos	9
4.2 - Procedimentos Estimativos	10
4.3 - Resultados.....	17
5 - CONCENTRAÇÃO DA POLUIÇÃO NO BRASIL	38
6 - DISTRIBUIÇÃO DE RENDA E MUDANÇAS NA PRESSÃO DE DEGRADAÇÃO	43
7 - COMENTÁRIOS FINAIS	46
BIBLIOGRAFIA	49

RESUMO

Para analisar o padrão ambiental do consumo urbano no Brasil, nós estimamos o nível de degradação familiar (E) para 10 classes de renda, calculado pelo produto da propensão marginal a degradar e a renda média de cada classe. Por sua vez, propensão marginal a degradar (Pmg) é estimada pela propensão a consumir ponderada pela intensidade de poluição ou de uso de recurso natural de cada item de consumo. Note-se que Pmg será relacionada com o efeito composto da degradação p , um fator tecnológico, e a elasticidade de renda da demanda captada por c , um fator da composição da renda. A degradação total E_i , por outro lado, também irá captar os efeitos de escala da renda, já que será também dependente dos níveis de renda. Nossos resultados indicam que o efeito escala da renda sempre excedeu os efeitos de demanda e tecnológico para o nível de consumo urbano medido para o ano de 1995 no Brasil.

ABSTRACT

To analyze the environmental pattern of urban consumption in Brazil, we have estimated household degradation level (E) for ten income classes calculated by the product of its propensity to degrade to the average household income. In turn, propensity to degrade (Pmg) is estimated as the propensity to consume weighted by the pollution or natural resource use intensity of each consumption item. Note that Pmg will be related to the cross effect of the pollution intensity, a technological factor, and income elasticity of demand captured by the propensity to consume that, in turn, is an income composition factor. Total degradation E , on the other hand, will also capture income scale effects since it will be also dependent on income levels. Our results show that income scale effects always exceed any demand and technological effects for the 1995 urban consumption level in Brazil.

1 - INTRODUÇÃO

Níveis de renda mais altos podem dar margem a padrões de consumo ambientalmente mais limpos, o que induz uma trajetória tecnológica de menor intensidade de degradação do consumo. Quando a taxa de declínio desta intensidade excede a taxa de crescimento da renda, a degradação total decresce, apesar do crescimento do consumo.

Se assim for, espera-se que, quando a renda média exceda um certo nível limiar, a atividade econômica se desacople da degradação. Em outras palavras, a relação entre renda e meio ambiente pode seguir uma curva em forma de U invertido denominada na literatura curva ambiental de Kuznets.¹ Isto é, a degradação cresce com a renda até um nível limiar, a partir do qual começa a decrescer.

A literatura tem sido bastante profícua na análise desta relação entre países em diferentes estágios de renda.² Entretanto, são raras as análises sobre a pressão de degradação originada em diferentes grupos de renda dentro de um mesmo país.³ Embora, na maior parte dos problemas ambientais, o processo tecnológico afete indistintamente a intensidade da degradação de todas as classes, reduzindo, assim, a possibilidade de se impor um nível limiar de renda, o padrão e a quantidade de consumo em cada grupo de renda estão certamente variando e afetando diretamente o seu impacto ambiental.

Se, por um lado, a pressão de degradação dos ricos é certamente mais alta devido a seus níveis de consumo mais altos, eles tendem, por outro lado, a consumir uma parcela menor de sua renda, reduzindo, conseqüentemente, sua pressão de degradação.

Em outras palavras, dentro de um mesmo país pode-se esperar que as mudanças na intensidade de degradação sejam mais dependentes da distribuição de renda e da propensão marginal ao consumo do que de fatores tecnológicos, e a curva em U invertido pode não se aplicar.

Portanto, o conhecimento da tendência e da magnitude desta relação torna-se um parâmetro-chave para analisar as questões da equidade ambiental que não podem ser evitadas no desenho e aplicação das políticas ambientais, especialmente nos países em desenvolvimento.

Este estudo é uma tentativa de tratar das seguintes questões no contexto da economia brasileira:

- Quais são os níveis de degradação gerados por classe de renda?
- Quão concentrados estão estes níveis?

¹ Quer dizer, degradação e renda seguiriam uma relação quadrática.

² Deve-se observar que a análise entre países pode não captar a evolução temporal da relação entre degradação e renda. Para um exame extensivo desta questão, ver, por exemplo, Opschoor (1998).

³ Um estudo recente de Kahn (2000) mostrou esta relação esperada em forma de U invertido entre as emissões dos automóveis e o nível de renda para os Estados Unidos.

- Quais são as mudanças nestes níveis, se a desigualdade de renda for alterada?

Embora este tema deva abranger o maior número possível de fontes de degradação, a disponibilidade de dados irá limitar nossa análise no tocante a algumas questões ambientais urbanas e serão referenciadas ao ano de 1995.

Nosso objetivo é o de estimar a propensão marginal a degradar de cada fonte de poluição e, sobre esta base, calculamos a pressão de degradação por domicílio e as taxas de concentração de degradação para 10 grupos de renda na população urbana brasileira.

Para tal, analisaremos primeiro as tendências de consumo dos bens e serviços ambientais no Brasil que estejam diretamente associados a esses tipos de degradação. Depois, discutiremos os custos ambientais incorridos pela sociedade por conta da degradação urbana, especialmente aqueles relacionados com os efeitos sobre a saúde. Os indicadores da pressão ambiental dos padrões de consumo dos diferentes grupos de renda e seus respectivos coeficientes de concentração são calculados e apresentados nas duas partes seguintes. Por fim, fazemos um exercício em cenário para avaliar as mudanças na poluição e nos níveis de uso dos recursos naturais por conta de transferências de renda dentro da economia.

2 - HISTÓRICO

O Brasil tem sido uma das economias de crescimento mais rápido no mundo nos últimos 50 anos. Apesar deste crescimento contínuo, não tem sido capaz de reduzir as desigualdades sociais no mesmo ritmo. De fato, durante os anos 80 e no início desta década as pressões inflacionárias prejudicaram as oportunidades de crescimento do Brasil e aumentaram os conflitos sociais.

Até bem recentemente o modelo de desenvolvimento do Brasil baseava-se na substituição de importações. O protecionismo, a criação de empresas estatais e ambiciosos programas de incentivos fiscais e ao crédito transformaram a economia anteriormente agrária em uma sociedade altamente industrializada em um espaço de tempo de 30 anos. No período mais dinâmico, os anos 70, o Brasil cresceu a uma taxa anual média de 8,7% e a parcela da população urbana dentro da população total aumentou de 30% para mais de 70%.

Ao fim dos anos 70, a crise do petróleo e da dívida externa gerou desequilíbrios fiscais, tornando mais lenta a capacidade de investimento, o que levou a um crescimento quase zero na década seguinte. Ineficientes e autárquicas estruturas industriais e agrícolas, uma distribuição de renda altamente desigual, o desemprego crescente e uma desequilibrada distribuição espacial de produção e consumo, tudo isto se exacerbou nesse período de recessão. A ele seguiu-se uma aguda crise fiscal e, conseqüentemente, uma permanente ameaça de hiperinflação.

Desde 1994 o Brasil tem aplicado políticas de estabilização monetária que reduziram a taxa de inflação mensal de 80% para 1%. O sucesso não foi tão impressionante com a agenda social. A perspectiva de crescimento a curto prazo é difícil de prever e a crescente taxa de desemprego torna ainda maiores os problemas sociais.

São também limitantes os problemas estruturais, como a concentração de renda e de terras. Um estudo de Barros, Mendonça e Duarte (1996), comparando a proporção da renda média dos 10% mais ricos com a renda média dos 40% mais pobres em 55 países, mostrou que 36 destes 55 países mostraram uma proporção mais baixa do que 10, enquanto a proporção no Brasil atingiu o máximo de 30 dentro da amostra, atrás, inclusive, da maioria das economias latino-americanas e de algumas da África.

O sucesso das políticas de controle da inflação permitiu a redução da iniquidade nos primeiros anos, 1995-1996, o que parece ter depois desaparecido com o crescente desemprego. A Tabela 1 apresenta as estimativas do coeficiente de desigualdade de Ramos e Vieira (2001), mostrando esta tendência.

Tabela 1

Estatísticas Theil T para a Desigualdade de Renda no Brasil — 1992-1997

Anos	Theil T
1992	0,58
1993	0,70
1995	0,62
1996	0,61
1997	0,61

Fonte: Ramos e Vieira (2001).

Um grau semelhante de alta concentração é indicado para a propriedade das terras, com as pequenas fazendas (de menos de 10 ha) cobrindo menos de 3% do total da área agrícola, enquanto a parcela das grandes propriedades (de mais de 10 mil ha) está acima de 40%. Os movimentos sociais pela reforma agrária têm-se alastrado por todo o país, junto com as populações afetadas pela seca na região Nordeste e os sem-teto das grandes cidades.

A atual agenda política é, sem dúvida, retomar o crescimento, fortalecer a participação do país na economia global e reduzir as disparidades sociais. O equilíbrio entre economia de mercado e estratégias de proteção social sustenta o atual debate político. Por outro lado, este cenário não impediu alterações significativas nos padrões de consumo dos brasileiros.

Levantamentos recentes dos gastos domiciliares no Brasil mostraram mudanças significativas nos padrões de consumo no período 1986-1987/1995-1996. Ao mesmo tempo em que a população aumentou em 15% no período, entre os domicílios, o nível de propriedade de bens duráveis convencionais, como apresentado na Tabela 2, aumentou a níveis mais elevados. No caso dos aparelhos eletrodomésticos, este aumento é muito impressionante no agregado, como

Tabela 2

Propriedade de Bens Duráveis no Brasil — 1996-1986

(Em%)

Bens	Classes de Renda											
	Todas	0 ----- 2	2 ----- 3	3 ----- 5	5 ----- 6	6 ----- 8	8 ----- 10	10 ----- 15	15 ----- 20	20 ----- 30	30 ----- +	
Ar-condicionado	54	6	234	133	72	41	198	59	68	60	29	
Aspirador de Pó	10	-22	120	2	-2	23	9	19	-2	-5	18	
Automóvel	22	43	112	26	69	31	24	31	11	8	21	
Um Automóvel	24	35	110	25	65	33	21	27	11	17	20	
Dois Automóveis ou Mais	17	-	-	43	191	3	54	68	14	-19	21	
Batedeira	27	78	80	39	41	31	37	36	8	14	21	
Bicicleta	53	171	102	55	74	53	40	50	35	43	35	
Conjunto de Som	59	178	242	83	74	74	51	37	35	30	39	
Ferro Elétrico	16	59	36	10	16	14	7	8	8	6	22	
Fogão	14	42	31	6	16	14	6	7	7	5	22	
Freezer	211	1262	816	677	756	477	491	420	272	193	96	
Refrigerador	18	57	48	17	24	16	10	9	6	4	21	
Gravador e Toca-fitas	4	260	69	50	19	24	-4	-15	-29	-26	-10	
Liquidificador	15	59	47	10	16	14	8	8	7	3	19	
Máquina de Lavar Roupas	81	207	351	210	216	144	103	95	57	32	42	
Máquina de Lavar Pratos	275	-	-	310	727	436	776	208	429	249	240	
Máquina de Secar Roupas	173	-	277	361	367	196	156	350	148	86	139	
Rádio de Mesa	3	9	13	6	6	13	-14	7	-8	-12	13	
Secador de Cabelos	3	75	30	14	7	-5	-7	-5	-6	-7	18	
Televisão	64	288	281	148	125	91	50	37	25	15	24	
Toca-discos	6	12	-23	-38	-42	-27	-32	8	28	26	88	
Torradeira	9	96	-45	-41	10	-10	-2	25	9	3	19	
Ventilador	40	109	68	43	35	36	28	40	23	14	44	

Fonte: IBGE/POF.

Nota: 1- % = (valor/1996 - valor/1987)/valor/1987.

2- Classes de renda: salários mínimos.

máquinas secadoras de roupa (173%), *freezers* (211%) e máquinas de lavar louça (275%), acusando níveis ainda mais altos nos grupos de renda mais baixa. Estas tendências conduzem, conseqüentemente, a um padrão de consumo mais intenso baseado em bens industriais, donde, com mais alta intensidade de energia.

De acordo com os números apresentados no BEN (1997), a proporção do consumo residencial de energia no PIB aumentou de 0,049 tep/10³US\$ em 1987 para 0,060 em 1996. O total residencial de consumo de energia *per capita* no período também aumentou para 0,206 tep em 1996 a partir de 0,192 em 1987. No entanto, a energia residencial *per capita* para cozinha decresceu no mesmo período até 0,078, sendo anteriormente 0,110 tep/habitante, principalmente devido à substituição da lenha pelo gás liquefeito de petróleo.

Embora mais de 90% do consumo de eletricidade no Brasil se origine de fontes hídricas, o combustível fóssil domina no setor de transportes. O consumo de energia *per capita* neste setor mostrou um aumento de 1,131 em 1987 para 1,348 tep/hab em 1996.

Enquanto o setor agrícola mostrava uma intensidade de energia estável em seu PIB setorial durante o período, a intensidade da energia industrial variou de 0,304 em 1987 a 0,359 toe/10³US\$ em 1997.

De fato, a parcela do combustível fóssil no consumo de energia no Brasil aumentou 38% no período, principalmente devido aos transportes e também à substituição da lenha na cozinha. Com a diminuição da disponibilidade de fontes hídricas economicamente viáveis, a parcela de combustível fóssil tenderá a ser mais alta no futuro.

Os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 1998 indicam que o serviço de suprimento de água tratada nas áreas urbanas já cobre 91% dos domicílios. Embora o sistema de coleta de esgoto e as fossas sépticas tenham aumentado no período, representando hoje, respectivamente, 50% e 25% dos domicílios, segundo Seroa da Motta (1996) menos de 20% do esgoto atualmente gerado recebe tratamento. Os serviços de coleta de lixo já são oferecidos em 80% dos domicílios urbanos, mas menos de 45% é adequadamente depositado.

Como em qualquer sociedade urbana e industrial, o padrão de consumo aumenta a pressão sobre os bens e serviços ambientais. Embora o desflorestamento seja sempre enfatizado na literatura sobre crescimento e meio ambiente nos países em desenvolvimento, os efeitos da poluição urbana tendem a ser mais relevantes, particularmente para as economias industrializadas nas quais uma parcela maior da população se localiza em densas áreas urbanas.

3 - OS CUSTOS DA DEGRADAÇÃO NO BRASIL

São várias as referências que indicam a magnitude dos custos associados à poluição urbana.⁴ Como os pobres têm menos meios para arcar com gastos defensivos contra a poluição, tendem, então, a sofrer mais com os seus efeitos. No caso do Brasil, alguns estudos indicaram este padrão perverso, conforme será analisado brevemente a seguir.

3.1 - Custos de Saúde Associados à Poluição da Água no Brasil

Em Seroa da Motta e Rezende (1999), as seis doenças mais comuns transmitidas pela água foram selecionadas para análise, a saber, infecções intestinais, cólera, tifo, poliomielite, disenteria amebiana, esquistossomose e shigelose.⁵

Este estudo aplica um modelo econométrico correlacionando as taxas de incidência de mortalidade infantil com variáveis de disponibilidade de serviços de saneamento básico nos domicílios urbanos pobres, tais como: suprimento público de água tratada, sistema de coleta de esgotos e sistema de tratamento de esgoto no período 1980-1990. Dessa forma, foi possível estimar o número de crianças que seriam provavelmente salvas se a oferta de serviços de saneamento básico fosse ampliada em 1% da população das famílias que recebem menos de cinco salários mínimos.

O aumento do abastecimento público de água em 1% daquela população que ainda não é servida, sem qualquer melhoramento em outros serviços de saneamento básico, reduziria em 2,5% o número de casos de mortalidade de crianças abaixo de 14 anos de idade associada a doenças transmitidas pela água (462 vidas). Para o aumento de 1% na coleta e tratamento de esgotos, as reduções equivalentes seriam, respectivamente, de 1,6% (298 vidas) e 2,1% (395 vidas). Quando estes três serviços são conjuntamente oferecidos àquela população, os níveis de redução seriam de 6,1% (1.139 vidas). A importância do suprimento de água é confirmada por seu efeito mais alto de redução resultante do aumento inicial de 1% na expansão do serviço.

O investimento necessário para cada vida salva para realizar o aumento de 1% na população servida é determinado como o investimento total necessário para aumentar em 1% a população servida para cada serviço de saneamento básico dividido pelo total de vidas salvas por aquele aumento.

Os custos são calculados de acordo com os custos do investimento médio *per capita* das obras convencionais dos serviços de saneamento realizadas pelas

⁴ Para um exame detalhado de questões metodológicas e estimativas destas questões, ver Pearce (1998) e Markandya (1998).

⁵ Outras doenças como as que são associadas a vetores (malária, por exemplo) não foram consideradas, já que sua relação com causas outras que não a qualidade da água é muito difícil de discriminar. Dever-se-ia observar que os casos de morbidade para as doenças aqui analisadas têm diferentes números de casos e distribuição.

empresas de saneamento básico no Brasil.⁶ O custo para cada vida salva estatisticamente relacionado com o suprimento público de água seria então de US\$ 115.102, seguido pelos respectivos custos de tratamento e coleta de esgoto que são, respectivamente, US\$ 175.207 e US\$ 214.562. Quando estes três serviços são conjuntamente expandidos em 1%, a sociedade brasileira deve investir uma quantia de US\$ 164.385.

Os custos mais baixos dos serviços de água parecem apresentar uma justificativa econômica para a opção historicamente adotada no Brasil de priorizar os serviços de água à custa dos sistemas de esgoto. No entanto, a expansão desses três serviços em conjunto aumenta a probabilidade de salvar vidas que, embora ainda mais dispendiosa do que a alternativa do suprimento de água apenas, irá representar um valor de investimento mais baixo para cada vida salva do que no caso da expansão dos sistemas de esgoto em uma distribuição temporal diferente. Essa possibilidade pode ser explicada devido ao fato de que os custos de tratamento de água e de esgoto apresentam possibilidades mais altas e custos mais baixos do que a coleta de esgoto e, conseqüentemente, conduzem a um valor médio mais baixo. Além do mais, a possibilidade de expansão do suprimento de água é limitada, porque o serviço já cobre mais de 90% da população urbana.

Em suma, o efeito sobre a redução da mortalidade entre as crianças das famílias de baixa renda, obtido pela provisão de instalações de saneamento básico, é muito significativo no caso das doenças transmitidas pela água. A expansão da disponibilidade pública de água tratada é fator-chave para reduzir a mortalidade, ao passo que, devido a sua menor oferta, os serviços de coleta e, principalmente, os de tratamento de esgoto são mais importantes para assegurar níveis mais altos de cobertura de saneamento básico.

Esses custos para cada uma vida salva podem ser considerados como o valor estatístico da vida para os casos de mortalidade associados às doenças transmitidas pela água no Brasil, isto é, quanto a sociedade brasileira valoriza a possibilidade de salvar a vida de uma criança pobre. Considerando que as instalações de saneamento básico duram mais de 50 anos e os custos de operação e manutenção são equivalentes a 10% dos custos de capital, o valor anualizado da vida salva seria, para a alternativa em conjunto, de cerca de US\$ 18 mil, que é mais de quatro vezes a renda *per capita* brasileira. Embora o valor da vida possa parecer intangível, esses números indicam que os impactos da poluição da água sobre a saúde humana são significativos e os custos de mitigação são muito elevados.

3.2 - Custos de Saúde Associados à Poluição do Ar

Um estudo de Seroa da Motta e Fernandes Mendes (1996) determina custos de saúde calculando uma função que correlaciona as taxas de mortalidade causadas por doenças respiratórias com parâmetros meteorológicos (umidade e temperatura), dados de concentração da poluição (particulados e SO₂) e dados

⁶ Para uma descrição deste cálculo, ver Seroa da Motta *et alii* (1994).

socioeconômicos (atenção médica, nível de escolaridade etc.) para o período 1980-1989.

Essa regressão utilizou 395 observações para distritos e subdistritos do Município de São Paulo que têm estações de monitoramento da qualidade do ar. A variável nível de escolaridade foi usada como uma aproximação para a renda, mas seu coeficiente não foi estatisticamente significativo. Este resultado pode indicar que a poluição do ar está afetando as pessoas independentemente do nível de renda.

Com respeito às variações meteorológicas, foi observado que a temperatura é importante no grau de diluição dos poluentes na atmosfera. Por exemplo, durante os trimestres correspondentes às estações mais frias do outono e inverno, a qualidade do ar piorou e aumentaram as doenças respiratórias. O fator umidade relativa não apareceu como estatisticamente significativo.

Em resumo, resultados deste estudo indicaram que uma variação de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração de material particulado implica uma variação média de 1,24% na taxa de mortalidade por doenças do aparelho respiratório. Este resultado não está longe, portanto, de outras estimativas internacionais apresentadas em Ostro (1992) e também confirma a hipótese de que as concentrações de material particulado afetam a saúde humana.

Usando este cálculo de elasticidade podemos estimar a proporção das mortes reduzidas devido ao controle da poluição em São Paulo. Por exemplo, reduzindo-se a 44% o nível de concentração em nossos valores observados em São Paulo, ele iria igualar-se ao padrão primário de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e poderia evitar a morte de 6,4% dos pacientes que faleceram de doenças respiratórias em 1991 na região.

Para valorar monetariamente essas mortes evitadas, considerou-se a produção sacrificada resultante dos dias de trabalho perdidos por essa morte prematura medida como seus fluxos de renda e os custos hospitalares incorridos com o tratamento e diagnóstico dessas doenças. Os valores calculados indicam que os custos da poluição do ar na área analisada estariam entre US\$ 1,7 milhão e US\$ 2,2 milhões em 1989.

3.3 - Comentários

Os níveis de poluição analisados devem-se à crescente urbanização e às suas mudanças no padrão de consumo, que ocorrem juntamente com uma distribuição de renda muito desigual. A degradação pode ser altamente concentrada nos padrões de consumo dos grupos de alta renda que apresentam altos níveis de propriedade de bens duráveis, de consumo de energia e água e de geração de esgoto e lixo.

As restrições na renda, entretanto, reduzem drasticamente a capacidade dos pobres para efetuar gastos defensivos contra os efeitos negativos da degradação, como atenção médica e um melhor ambiente de habitação. Em outras palavras, os pobres provavelmente enfrentam uma parcela dos custos ambientais que é maior

do que sua parcela na população, isto é, eles podem estar consumindo a degradação dos ricos.

Este estudo buscará tratar desta questão fazendo estimativas da poluição e dos usos dos recursos naturais associados aos padrões de consumo das classes de renda.

4 - EFEITOS AMBIENTAIS DOS PADRÕES DE CONSUMO

O conhecimento das emissões ou dos usos dos recursos naturais é um passo essencial em qualquer exercício que lide com os impactos ambientais do consumo. A capacidade de analisar as relações entre os diferentes níveis de consumo pessoal e os possíveis efeitos ambientais é crucial para avaliar futuros problemas ambientais.

Esta seção pretende analisar de que modo o meio ambiente é pressionado pelos padrões de consumo. As pressões ambientais incluem as cargas de poluição e os usos dos recursos naturais relacionados com a produção e o consumo direto do bem.

4.1 - Procedimentos Metodológicos

Para analisar a pressão de degradação de diferentes grupos de renda no Brasil aplicamos os procedimentos metodológicos detalhados a seguir.

A pressão de degradação *per capita* gerada por um indivíduo i (E_i) é dada pela intensidade de poluição do consumo do indivíduo i (p_i) multiplicado por seu nível de consumo (C_i), como em:

$$E_i = p_i C_i \quad (1)$$

sendo C_i dado pela propensão marginal a consumir da renda do indivíduo i (c_i) multiplicada por seu nível de renda (Y_i). A poluição total ou o nível de uso do indivíduo i é, então:

$$E_i = p_i c_i Y_i \quad (2)$$

A propensão marginal a degradar (poluir ou usar recursos naturais) da renda do indivíduo i será:

$$Pmg_i = \delta E_i / \delta Y_i = p_i c_i \quad (3)$$

Observe-se que P_{mg} será relacionado com o efeito composto da degradação p , um fator tecnológico, e a elasticidade de renda da demanda captada por c , um fator da composição da renda. A degradação total E_i , por outro lado, também irá captar os efeitos de escala da renda, já que será também dependente dos níveis de renda.

A P_{mg} do indivíduo i é obtida pela soma ponderada da P_{mg} do bem ou serviço j consumido pelo indivíduo i . Isto é, $p_i c_i = \sum_j p_{i,j} c_{i,j}$. Neste caso, $p_{i,j}$ é a intensidade de degradação do bem j consumido pelo indivíduo i . Assim, P_{mg} está captando os efeitos tecnológicos em p e os efeitos da composição do consumo em c para cada bem ou serviço j .

Se conhecermos o E_i para usos e poluentes relevantes, é possível medir os níveis de pressão ambiental dos diferentes padrões de consumo. Além do mais, conhecendo $P_{mg,i}$, poderemos analisar de que forma as mudanças de renda dentro da economia afetarão esta pressão. Na parte seguinte, trataremos da medida de P_{mg} e dos níveis de uso e de poluição dos diferentes padrões de consumo.

4.2 - Procedimentos Estimativos

Nesta subseção calculamos os parâmetros já indicados, a saber: nível total de degradação por domicílio E e as respectivas propensões a degradar P_{mg} .

Como não podemos trabalhar com observações individuais de consumo e indicadores de degradação, temos de calcular sobre algum nível de agregação e considerar que todos os indivíduos nesse nível são homogêneos. Assim, desenvolveremos nosso exercício com base nos 10 grupos de classe de renda domiciliar que são geralmente empregados nos estudos de orçamento domiciliares no Brasil.

Portanto, a notação i para indivíduos será agora utilizada para o grupo de renda domiciliar e nível de uso e poluição por domicílio será dado por nível total do grupo dividido pelo número de pessoas no grupo.

A poluição e os usos dos recursos naturais podem ser gerados a partir das fontes que produzem os bens consumidos pelos domicílios assim como a partir do consumo direto destes bens pelos domicílios.

Devido à disponibilidade de dados, nossa análise irá limitar-se a duas fontes de produção (industrial e agrícola) e a três fontes de consumo direto (transportes, água e esgoto) seguindo estes principais efeitos ambientais:⁷

a) poluição industrial da água por matéria orgânica e inorgânica e poluição do ar por dióxido de enxofre (SO_2) e particulados;

⁷ A geração e deposição de resíduos sólidos é também um consumo direto muito importante, mas não foi coberta neste estudo por falta de dados relativos às classes de renda. Por exemplo, os pagamentos para coleta de lixo não são cobrados diretamente dos domicílios, sendo parte de outras taxas municipais.

- b) poluição agrícola pelo uso de fertilizantes;
- c) poluição do transporte domiciliar por emissões atmosféricas de monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC) e óxido de nitrogênio (NOx);
- d) consumo domiciliar de água; e
- e) descarga domiciliar de esgoto.

Vamos concentrar nossas estimativas nas áreas urbanas, pois a maior parte de nossos dados de padrões de consumo restringe-se a elas, que representam mais de 90% da renda nacional. Todas as estimativas serão relativas ao ano de 1995, para o qual os dados de gastos domiciliares do período 1995-1996 da POF foram utilizados para desagregar os dados de consumo pessoal da matriz de 1995 em 10 grupos de renda.

4.2.1 - Poluição industrial

Para captarmos toda a poluição industrial gerada ao longo do processamento de um bem manufaturado, precisamos levar em conta as inter-relações entre os diversos setores produtivos. Isto significa levar em conta cada fluxo de emissão relacionado com a produção deste bem desde a produção dos insumos até a fase de manufatura.

Esta abordagem exige a aplicação de um modelo insumo-produto (I-O) relacionando as mudanças nos vetores de consumo pessoal dos diferentes grupos de renda aos níveis potenciais de poluição industrial, como descrito a seguir.⁸

O produto bruto no modelo de Leontief é dado por:

$$X = AX + Y \quad (4)$$

onde Y é o vetor de demanda final (geralmente dividido em consumo pessoal, formação do capital, gastos governamentais e exportação), X é o vetor do produto bruto e A é a matriz dos coeficientes de insumos intermediários diretos. Se os elementos de A são constantes, a exigência do produto bruto para qualquer conta de consumo final pode ser obtida por:

$$X = (I - A)^{-1} Y \quad (5)$$

onde $(I - A)^{-1}$ é a matriz de insumos diretos e indiretos.

⁸ Seguindo a obra seminal de Leontief (1970), as questões ambientais foram aplicadas em modelos I-O, por exemplo, Vaughan e Pasurka Jr. (1995), Breuil (1992) e Førsund (1985).

No caso das emissões industriais, os coeficientes de poluição da produção dos bens consumidos não variam por grupos de renda (isto é, p_i é o mesmo para todas as classes), pois se pode supor que a produção do bem não seja específica por classe.⁹

Portanto, a emissão de poluentes a partir do consumo pessoal pode ser introduzida de um modo simples no modelo I-O. Seja P a matriz dos coeficientes de poluição onde p_j representa a produção de poluentes gerada pela unidade de produção da indústria j (quantidade de poluentes em unidade física/produção da indústria j em unidade monetária). Seguindo os princípios básicos do modelo insumo-produto citado antes, temos:

$$E = P (I - A)^{-1} C \quad (6)$$

onde E é a matriz de poluição total ou nível de uso, P é o vetor do poluente p , $(I - A)^{-1}$ é a matriz de Leontief dada pela matriz A dos coeficientes técnicos e C é o vetor de consumo do relevante grupo de renda.

Se C for dividido em vetores i , representando uma unidade monetária de consumo de cada grupo de classe de renda i , cada uma de suas células irá representar as propensões para consumir do grupo de renda i do bem j (c_{ij}). Fazendo C desta forma, E é a matriz dos vetores P_{mg} para cada grupo de renda relacionado a cada bem j , isto é, uma matriz cujas células representam P_{mgij} .

A matriz insumo-produto no Brasil está disponível para vários anos e desagregada em 80 setores, incluindo 42 setores industriais. Entretanto, o vetor de consumo pessoal é agregado pelo total da economia, não sendo, portanto, dividido por classes de renda.

Para desagregar o vetor de consumo pessoal por classe de renda e calcular c_{ij} precisamos de indicadores de consumo por grupo de classe de renda como os que são informados nas pesquisas de orçamento domiciliar. A mais recente Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) do IBGE é do período 1995-1996. Para calcular cada c_{ij} relevante, identificamos primeiramente cada bem industrial de consumo com sua matriz do setor relevante e assim classificamos os itens de consumo. Ao adotarmos os 10 grupos de classe de renda da POF, construímos 10 vetores pessoais de grupo de consumo da matriz C . Os 10 grupos de renda são classificados pela renda do domicílio urbano medida em salários mínimos¹⁰ (SM), a saber: 0-2; 2-3; 3-5; 5-6; 6-8; 8-10; 10-15; 15-30; e > 30.

Estudos anteriores [ver Mendes (1994)] calcularam intensidades de poluição hídrica para o setor industrial brasileiro para o ano de 1988 com base em fatores

⁹ Isto pode não se aplicar a alguns bens, embora a poluição a partir de bens específicos por classe também possa não ser específica por classe.

¹⁰ É o salário mínimo mensal legal, equivalente a R\$ 112 ou cerca de US\$ 113 à taxa de câmbio média para o dólar americano.

obtidos dos inventários dos órgãos ambientais estatais. Não mais se dispõe de uma revisão recente desses inventários, exceto para alguns estados, e apenas a Cetesb, órgão ambiental do Estado de São Paulo, pode oferecer uma base amigável de dados

Entretanto, o inventário é gradualmente atualizado ao longo dos anos e, conseqüentemente, os números atuais, de fato, para o ano de 1995, referem-se às atualizações que se processam nos dois anos seguintes. Conseguimos obter a base de dados para o período 1995-1997, a partir da qual podemos calcular as cargas de emissões setoriais e relacioná-las aos respectivos valores de produção setorial apresentados na Pesquisa Industrial Anual de 1995, para determinar os coeficientes setoriais da matriz P .

O inventário da Cetesb fornece as emissões potenciais e residuais. Embora essas últimas levem em conta as cargas de emissões após as práticas de controle e, portanto, sejam as emissões efetivas, o que é de nosso interesse direto, a comparação com os valores de P_{mg} feita a partir dos dois conjuntos de coeficientes nos permitem analisar de que forma os investimentos em controle estão afetando os padrões de consumo.

O inconveniente do uso dos dados da Cetesb para o âmbito nacional é evidente. Além do fato de serem específicos para a estrutura industrial daquele estado, cobrem apenas o painel das empresas que são especialmente monitoradas pela Cetesb. Como a representatividade deste painel não pode ser identificada, não temos condições de associar os valores da produção ou os valores agregados respectivos. Assim sendo, as tentativas de calcular p_{ij} têm que se basear nos valores totais do estado, o que poderá subestimar os valores de p_{ij} .

Poderíamos também usar os coeficientes de poluição residual já disponíveis através do Sistema de Projeção da Poluição Industrial do Banco Mundial (IPPS), que se baseia na base de dados do Environment Protection Agency (EPA) dos Estados Unidos. Embora seja calculada a partir de uma amostra muito ampla de indústrias e de produtos, sendo, com isto, mais consistente tecnologicamente, a representatividade desses coeficientes é enviesada na direção do perfil industrial norte-americano.¹¹

Finalmente, como nossos valores c_{ij} são tirados da amostra POF, precisamos calcular o E_i total e por domicílio para toda a população, multiplicando o $P_{mg_{ij}}$ calculado pela renda total do grupo i e dividindo o produto pelo número de pessoas do grupo i , com base nos dados da PNAD de 1995.¹²

¹¹ Um simples exercício de calcular a poluição total no Brasil multiplicando-se os coeficientes residuais da Cetesb e do IPPS pela produção total no Brasil mostra que a poluição total da Cetesb é mais baixa em matéria orgânica e mais alta em particulados e SO_2 e quase igual em matéria inorgânica. Este resultado é esperado, de vez que, como já foi observado por Seroa da Motta (1993), o controle da poluição da água no Brasil domina a poluição do ar e se baseia principalmente em matéria orgânica, que é mais fácil de identificar e monitorar. Qualquer que seja a explicação, a aplicação dos coeficientes norte-americanos não seria recomendável para o Brasil.

¹² As duas pesquisas apresentam uma base amostral urbana equivalente.

4.2.2 - Poluição agrícola

Os mesmos procedimentos I-O foram aplicados ao uso de fertilizantes na agricultura. Como neste caso temos apenas um poluente associado com um uso setorial, a matriz E é um vetor com somente uma célula, que representa a intensidade do fertilizante (p). Essa intensidade foi calculada como a proporção do consumo total de fertilizantes (ton) pelo valor adicionado agrícola em 1995 obtidos em IBGE (1998).

4.2.3 - Consumo direto

Para o consumo direto, os níveis de emissão e de uso (dados por p_i) podem variar através dos grupos de renda quando o consumo direto depende da eficiência do emissor ou usuário. Isto se aplica, por exemplo, aos diferentes níveis de emissão do modelo do automóvel que cada classe possua. O mesmo vale para a geração de esgoto, quando a cobertura dos serviços de coleta é diferentemente oferecida entre os grupos de renda familiar.

Foram analisados três efeitos de consumo direto:

- emissões de transporte privado: monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC) e óxido de nitrogênio (NOx);
- consumo domiciliar de água; e
- descarga domiciliar de esgoto.

Ao invés de calcularmos p e c como fizemos para as fontes industriais, para o consumo direto calculamos diretamente o nível de degradação. Para isto, usamos também os números da POF de 1995-1996 e as mesmas faixas de grupo de renda. Os cálculos de Pmg , entretanto, são diretamente determinados a partir dos níveis de poluição e de uso associados às despesas familiares, tais como:

a) o nível domiciliar de consumo é dado pelos gastos por domicílio divididos pelo preço do bem consumido (por exemplo: preço do combustível de transporte e tarifas de água e esgoto);

b) o nível de degradação por domicílio é dado multiplicando-se o nível relevante de consumo por seus respectivos fatores de emissão ou de uso; e

c) os cálculos de Pmg_i serão feitos com estes níveis de emissão ou uso, calculados indiretamente como já mencionado, divididos pela renda familiar média da classe.

Emissões de transporte

As emissões de transporte são aqueles poluentes gerados pelo uso de veículos privados, de ônibus e de táxis que são diretamente relacionados ao consumo de combustível, à economia de combustível e ao perfil de emissão do veículo.

Medimos primeiro o consumo de combustível por domicílio, dividindo o gasto de combustível pelo preço do combustível para cada grupo de renda da POF, seguindo as mesmas classes de renda usadas para a poluição industrial.

Em segundo lugar, multiplicando este volume pela economia de combustível (litros/km) e pelo perfil de emissão (g/km), que revelam a dimensão tecnológica de p , pudemos calcular uma aproximação para a emissão por domicílio (E_i). Finalmente, dividindo E_i pela classe de renda média, temos a respectiva Pmg_i .

Os combustíveis de veículos privados são gasolina e etanol. Os preços anuais médios de ambos estão apresentados em BEN (1997).

Ferraz e Seroa da Motta (1999) determinaram os níveis médios de economia de combustível e do perfil de emissão dos veículos no Brasil no período 1992-1997. Seus resultados mostraram que, devido à aplicação de normas de emissão mais severas e de diferenciais de tributação, os níveis de emissão dos automóveis foram radicalmente reduzidos no período.

Como não se dispõe de dados sobre a propriedade de automóveis relacionada à renda familiar, fizemos suposições para o perfil de emissão de cada grupo de renda com base nestes parâmetros de emissão, presumindo que os grupos de mais baixa renda possuem automóveis de emissões mais altas.¹³ Na ausência de melhor julgamento, simplesmente presumimos que: *a*) os níveis de emissão dos automóveis em 1992 seriam uma aproximação para os níveis de renda abaixo de 5 SMs; *b*) os parâmetros dos anos subsequentes dados pela média dos níveis de emissão dos dois anos seguintes; e *c*) aplicando-se o mesmo nível para as duas últimas classes mais ricas. A mesma rotina foi aplicada para a economia de combustível. Estas são alocações *ad hoc*, mas podem captar a diferenciação do nível de emissão que é muito plausível de se esperar entre os grupos de renda.

Para as emissões dos táxis e do transporte público por ônibus, não podemos seguir os mesmos procedimentos adotados para os veículos privados, pois os gastos familiares estão no próprio modo de serviço e, portanto, não são discriminados os dados sobre combustíveis. No caso dos táxis, não pudemos determinar a parcela de combustível do gás natural, do etanol e da gasolina usados no modo. No caso do transporte público, sabemos que o modo ônibus é maciçamente dependente do óleo diesel, mas não pudemos identificar os níveis médios de emissão a partir dos ônibus.

Portanto, em ambos os casos tivemos de calcular a emissão por domicílio e a Pmg com base em uma relação proporcional contra as emissões de gasolina dos veículos privados relacionadas com suas parcelas de emissão calculadas a partir do inventário de emissões da Área Metropolitana da Grande São Paulo publicado pela Cetesb (1998). A cada classe será atribuída uma porção da emissão de táxis e

¹³ Khan (2000) acessou uma base de dados semelhante sobre a propriedade de automóveis relacionada à renda para os Estados Unidos e provou esta relação esperada em forma de U invertido entre as emissões dos carros e o nível de renda.

ônibus equivalente a sua parcela nos gastos de todas as classes com táxi ou ônibus.

Portanto, a emissão e a Pmg por domicílio, para cada classe i , para táxi e ônibus, será o produto da emissão de gasolina por domicílio ou a Pmg da classe para a respectiva parcela no inventário de táxis e ônibus. Esta emissão total é distribuída entre as classes multiplicando-a pela parcela dos gastos de seu grupo de renda com o modo em relação ao total de gastos de todos os grupos com o modo. Estamos, então, supondo que cada grupo tenha a mesma contribuição de emissão por domicílio quando usa estes modos de transporte.¹⁴

Com base nos cálculos de cada modo de transporte, são calculados os indicadores totais de transporte.

Consumo de água e geração de esgoto

Seguindo procedimentos similares aos adotados no cálculo das emissões dos veículos privados, dividimos os gastos POF com água tratada, que é fornecida pelas empresas de saneamento básico, pela tarifa média de água para calcular o consumo volumétrico de água tratada. Fazendo o mesmo para o esgoto coletado pelos serviços de saneamento básico, podemos calcular a descarga volumétrica de esgoto coletado. Conforme aplicado para a emissão dos transportes, podemos calcular Pmg dividindo estes parâmetros volumétricos pelo grupo de renda médio e, em seguida, ajustando-os pelo percentual de domicílios em cada grupo que tem cobertura de rede de água ou coleta de esgoto.

As tarifas volumétricas dos serviços de água e esgoto são cobradas juntas no Brasil, na mesma conta, e, conseqüentemente, os itens nos gastos POF relacionados com estes consumos finais estão no mesmo item da pesquisa. Assim sendo, para aplicarmos os mesmos procedimentos de cálculo adotados para a emissão dos veículos, temos de determinar a tarifa média e a parcela nos gastos de cada serviço.

Uma pesquisa recente sobre serviços de saneamento básico no Brasil publicada em PMSS (1996) fornece estes números mostrando que a tarifa nacional média de água e de esgoto coletado é de R\$ 0,63. Entretanto, as tarifas de saneamento básico seguem uma rotina que fixa um baixo valor fixo para o consumo de água abaixo de 10 m³ e aumenta em faixas de consumo subseqüentemente mais altas.

Com base nos dados pesquisados para o Estado do Paraná, Andrade (1998) mostrou que esta suposta rotina regressiva resultou, de fato, em uma tarifa média mais alta por unidade de m³ (até 20%) para essas faixas de consumo mais baixo. Para levarmos em conta esse viés regressivo, adotamos as diferenças relativas das

¹⁴ Como as pessoas ricas tendem a usar ônibus mais confortáveis com menor capacidade que os pobres, sua emissão por viagem tende a ser mais alta. Este é um viés de subestimativa para com as contribuições das classes mais elevadas que pode ser compensado pelo fato de que os ônibus que servem aos pobres tendem a emitir mais do que aqueles que servem aos ricos.

tarifas das faixas médias medidas pelo autor para ajustar nossos valores de tarifa média de acordo com o consumo de cada classe.

Com base nestes parâmetros de preço calculamos o consumo de água tratada e esgoto coletado fornecido pelas empresas de saneamento básico. Entretanto, o total do consumo de água e de descarga de esgoto deve levar em conta a água não-tratada e o esgoto não-coletado, que irá também mudar quando a renda variar devido às diferenças de cobertura dos serviços de saneamento. Pela PNAD de 1995 conhecemos a proporção de domicílios em cada classe de renda que é coberta por esses serviços de saneamento.

Se supusermos que o consumo de água não-tratada (não-fornecida pelo sistema geral) e os níveis de descarga de esgoto dos domicílios não-cobertos (não-vertidos no sistema geral de esgotos ou em fossas sépticas) estão nos mesmos níveis de intensidade de grupo observados para os domicílios cobertos, os respectivos valores de consumo podem ser obtidos dividindo-se os valores cobertos pela proporção da parcela coberta.¹⁵

Os valores totais do consumo de água e descarga de esgoto representam o somatório das quantidades cobertas e não-cobertas, supondo-se que a água e o esgoto têm o mesmo nível volumétrico. A respectiva P_{mg} pode ser calculada dividindo-se as estimativas de consumo e descarga pela renda domiciliar média de cada grupo.

Portanto, para água e esgoto, teremos P_{mg} e os parâmetros por domicílio para o consumo total, de água tratada e não-tratada e a descarga total, coletada e não-coletada de esgoto. Observe-se que a água total e não-tratada e o esgoto total e não-coletado são, respectivamente, equivalentes às emissões industriais potenciais e residuais mencionadas.

4.3 - Resultados

Nossos resultados dos cálculos de P_{mg} e de E são apresentados separadamente para cada tipo de poluente ou nível de uso nas Tabelas de 3 a 5, de acordo com os grupos de renda.

¹⁵ Estes cálculos só são válidos se supusermos que os custos de oportunidade da obtenção de água de outras fontes que não o sistema geral são equivalentes ao valor da tarifa. Esta não é uma suposição totalmente implausível, de vez que vários estudos no Brasil sobre as medidas da disposição para pagar Willingness to Pay (WTP) pelo abastecimento de água têm demonstrado que as estimativas da WTP excedem as tarifas reais [ver Ardila, Quiroga e Vaughan (1998)]. O esgoto produzido é diretamente relacionado ao consumo volumétrico de água.

Tabela 3

Estimativas de Propensão a Degradar (g/10³ R\$) e Degradação por Residência (g) para as Classes de Renda no Brasil a partir de Fontes da Indústria e Agricultura — 1995

Indicadores	Classes de Renda*										Total
	0 ----- 2	2 ----- 3	3 ----- 5	5 ----- 6	6 ----- 8	8 ----- 10	10 ----- 15	15 ----- 20	20 ----- 30	30 ----- +	
Produção											
Indústria											
Orgânico											
Potencial Pmg	13.249,1	13.132,3	11.644,0	11.793,9	8.981,1	7.769,6	7.851,9	6.827,2	6.500,7	4.566,1	7.542,1
Potencial por Residência	1.857,7	3.459,3	4.766,0	6.664,9	6.383,5	7.114,9	9.800,7	12.080,0	16.075,6	24.435,6	6.886,5
Residual Pmg	646,5	629,0	582,4	574,3	476,2	429,6	439,2	386,8	363,5	265,7	407,0
Residual por Residência	90,6	165,7	238,4	324,5	338,5	393,4	548,2	684,5	899,0	1.422,0	371,3
Coefficiente Residual/Potencial (%)	4,9	4,8	5,0	4,9	5,3	5,5	5,6	5,7	5,6	5,8	5,4
Inorgânico											
Potencial Pmg	11,9	11,6	12,2	13,6	11,6	11,1	12,2	11,5	10,8	9,7	11,1
Potencial por Residência	1,7	3,1	5,0	7,7	8,2	10,2	15,2	20,3	26,7	51,9	10,1
Residual Pmg	3,0	2,9	3,1	3,5	3,0	2,9	3,2	3,1	2,9	2,5	2,9
Residual por Residência	0,4	0,8	1,3	2,0	2,1	2,6	4,0	5,5	7,2	13,6	2,7
Coefficiente Residual/Potencial (%)	24,9	25,2	25,4	25,4	25,9	25,8	26,4	27,2	27,0	26,2	26,2
Particulados											
Potencial Pmg	31.808,5	31.228,0	30.344,6	32.135,3	26.813,9	25.149,1	26.724,6	24.369,6	23.907,8	18.952,0	24.618,8
Potencial por Residência	4.459,9	8.225,9	12.420,3	18.160,1	19.058,5	23.029,8	33.357,3	43.119,3	59.121,7	101.423,0	22.441,6
Residual Pmg	19.090,6	18.714,6	18.150,0	19.251,4	16.045,2	15.035,2	16.004,5	14.585,5	14.325,8	11.374,9	14.747,8
Residual por Residência	2.676,7	4.929,7	7.428,9	10.879,2	11.404,4	13.768,2	19.976,6	25.807,5	35.426,2	60.873,6	13.443,8
Coefficiente Residual/Potencial (%)	60,0	59,9	59,8	59,9	59,8	59,8	59,9	59,9	59,9	60,0	59,9
Dióxido de Enxofre (SO ₂)											
Potencial Pmg	1.166,3	1.118,1	1.060,9	1.071,3	898,0	831,3	842,1	759,9	723,4	556,1	787,1
Potencial por Residência	163,5	294,5	434,3	605,4	638,3	761,3	1.051,2	1.344,6	1.788,8	2.975,9	717,9
Residual Pmg	647,2	619,4	582,0	584,6	487,1	451,7	451,4	405,7	381,3	291,5	422,9
Residual por Residência	90,7	163,2	238,2	330,3	346,2	413,6	563,5	717,8	942,8	1.560,0	385,7
Coefficiente Residual/Potencial (%)	55,5	55,4	54,9	54,6	54,2	54,3	53,6	53,4	52,7	52,4	53,7
Agricultura											
Fertilizante											
Pmg	36,8	36,7	32,1	30,4	24,7	21,4	20,6	17,2	17,5	10,6	19,8
Por Residência	5,2	9,7	13,1	17,2	17,6	19,6	25,7	30,4	43,3	56,7	18,1

* Número de salários mínimos (SM). SM = R\$ 100.

Tabela 4

Estimativas de Propensão a Degradar (g/10³ R\$) e Degradação por Residência (g) para as Classes de Renda no Brasil a partir de Fontes de Transporte — 1995

Indicadores	Classes de Renda*											Total
	0 ----- 2	2 ----- 3	3 ----- 5	5 ----- 6	6 ----- 8	8 ----- 10	10 ----- 15	15 ----- 20	20 ----- 30	30 ----- +		
Consumo Final												
Transporte Urbano												
Monóxido de Carbono (CO)												
Pmg	1.969,7	1.869,5	2.168,2	2.136,4	2.229,6	2.009,6	1.642,7	1.722,4	1.214,9	858,2	1.524,9	
Por Residência	276,2	492,4	887,4	1.207,3	1.584,7	1.840,3	2.050,4	3.047,7	3.004,3	4.592,9	1.389,8	
Hidrocarboneto (HC)												
Pmg	224,5	223,9	234,0	280,5	271,9	248,2	206,8	233,2	180,8	118,7	195,2	
Por Residência	31,5	59,0	95,8	158,5	193,2	227,3	258,1	412,6	447,2	635,1	177,9	
Óxido de Nitrogênio (NOx)												
Pmg	1.072,9	1.192,3	860,6	1.585,4	1.055,1	1.142,2	756,4	1.078,5	719,2	314,4	776,1	
Por Residência	150,4	314,1	352,2	895,9	750,0	1.045,9	944,1	1.908,4	1.778,4	1.682,7	707,3	
Veículos Particulares (Álcool)												
Monóxido de Carbono (CO)												
Pmg	148,4	145,3	263,8	71,8	250,5	130,0	112,3	138,6	168,5	108,7	147,1	
Por Residência	20,8	38,3	108,0	40,6	178,0	119,1	140,2	245,3	416,8	581,6	134,1	
Hidrocarboneto (HC)												
Pmg	22,4	21,9	39,8	11,1	41,0	21,8	23,0	28,3	34,8	22,5	27,1	
Por Residência	3,1	5,8	16,3	6,3	29,2	20,0	28,6	50,1	86,1	120,2	24,7	
Óxido de Nitrogênio (NOx)												
Pmg	22,4	21,9	39,8	7,6	32,4	19,6	20,5	25,3	41,8	26,9	27,7	
Por Residência	3,1	5,8	16,3	4,3	23,0	18,0	25,6	44,8	103,3	144,2	25,3	
Veículos Particulares (Gasolina)												
Monóxido de Carbono (CO)												
Pmg	1.338,1	1.174,7	1.568,3	1.278,4	1.523,9	1.347,0	1.209,3	1.049,7	717,0	613,3	1.028,2	
Por Residência	187,6	309,4	641,9	722,4	1.083,1	1.233,5	1.509,5	1.857,3	1.773,1	3.282,0	937,1	

(continua)

(continuação)

Indicadores	Classes de Renda*										Total
	0 ----- 2	2 ----- 3	3 ----- 5	5 ----- 6	6 ----- 8	8 ----- 10	10 ----- 15	15 ----- 20	20 ----- 30	30 ----- +	
Hidrocarboneto (HC)											
Pmg	111,5	97,9	130,7	122,3	144,9	126,8	124,0	107,7	87,4	74,8	104,4
Por Residência	15,6	25,8	53,5	69,1	103,0	116,1	154,8	190,5	216,2	400,2	95,2
Óxido de Nitrogênio (NOx)											
Pmg	170,7	149,8	200,0	154,3	184,1	158,5	159,5	138,4	139,9	119,7	148,5
Por Residência	23,9	39,5	81,9	87,2	130,9	145,1	199,1	244,9	346,0	640,4	135,3
Transporte Urbano (Ônibus)											
Monóxido de Carbono (CO)											
Pmg	454,8	528,4	321,2	735,4	433,9	498,1	297,6	470,3	275,1	83,2	308,5
Por Residência	63,8	139,2	131,5	415,6	308,4	456,1	371,4	832,1	680,2	445,1	281,1
Hidrocarboneto (HC)											
Pmg	87,8	102,0	62,0	141,9	83,7	96,1	57,4	90,7	53,1	16,0	59,5
Por Residência	12,3	26,9	25,4	80,2	59,5	88,0	71,7	160,6	131,2	85,9	54,2
Óxido de Nitrogênio (NOx)											
Pmg	875,8	1.017,5	618,6	1.416,1	835,6	959,1	573,0	905,6	529,6	160,2	593,9
Por Residência	122,8	268,0	253,2	800,2	593,9	878,3	715,2	1.602,3	1.309,7	857,1	541,3

* Número de salários mínimos (SM). SM = R\$ 100.

Tabela 5

Estimativas de Propensão a Degradar (g/10³ R\$) e Degradação por Residência (g) para as Classes de Renda no Brasil a partir de Fontes de Saneamento — 1995

Indicadores	Classes de Renda*											Total
	0 ----- 2	2 ----- 3	3 ----- 5	5 ----- 6	6 ----- 8	8 ----- 10	10 ----- 15	15 ----- 20	20 ----- 30	30 ----- +		
Consumo Final												
Consumo de Água Doméstico												
Total												
Pmg	45,1	37,3	27,7	23,3	21,5	18,1	14,0	11,2	6,6	3,2		13,9
Por Residência	6,3	9,8	11,4	13,2	15,3	16,6	17,5	19,8	16,3	16,9		12,6
Não-tratada												
Pmg	2,6	2,3	1,5	1,1	1,1	0,7	0,5	0,3	0,2	0,1		0,6
Por Residência	0,4	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4		0,6
Coefficiente Não-tratada/Total	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
Geração de Esgoto Doméstico												
Total												
Pmg	45,1	37,3	27,7	23,3	21,5	18,1	14,0	11,2	6,6	3,2		13,9
Por Residência	6,3	9,8	11,4	13,2	15,3	16,6	17,5	19,8	16,3	16,9		12,6
Não-coletado												
Pmg	20,4	14,7	8,3	5,5	4,2	3,0	1,8	1,0	0,4	0,1		3,1
Por Residência	2,9	3,9	3,4	3,1	3,0	2,8	2,2	1,8	1,1	0,7		2,8
Coefficiente Não-coletado/Total	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0		0,2

* Número de salários mínimos (SM). SM = R\$ 100.

Observando a Tabela 3 e os Gráficos de 1 a 10, vemos que os valores industriais e agrícolas de Pmg, como esperado, variam através dos grupos de renda. Embora estes não variem monotonicamente, tendem, entretanto, com a exceção das matérias inorgânicas, a decrescer com a renda. Comparando o mais baixo com o mais alto grupo de renda, a variação de Pmg alcança uma redução de quase 60% em matérias orgânicas residuais e 70% em fertilizantes.

Gráfico 1
Orgânico - Residual

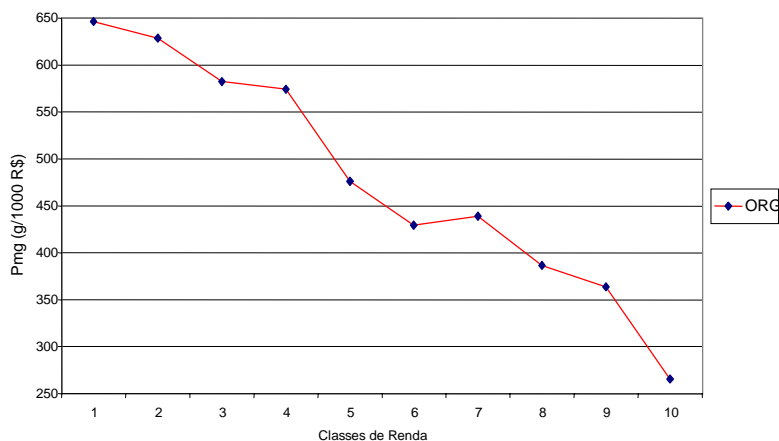


Gráfico 2
Orgânico - Residual

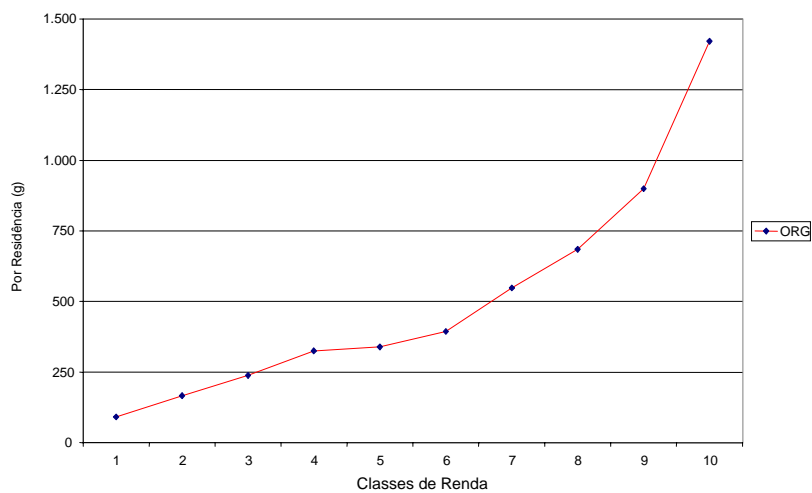


Gráfico 3
Inorgânico - Residual

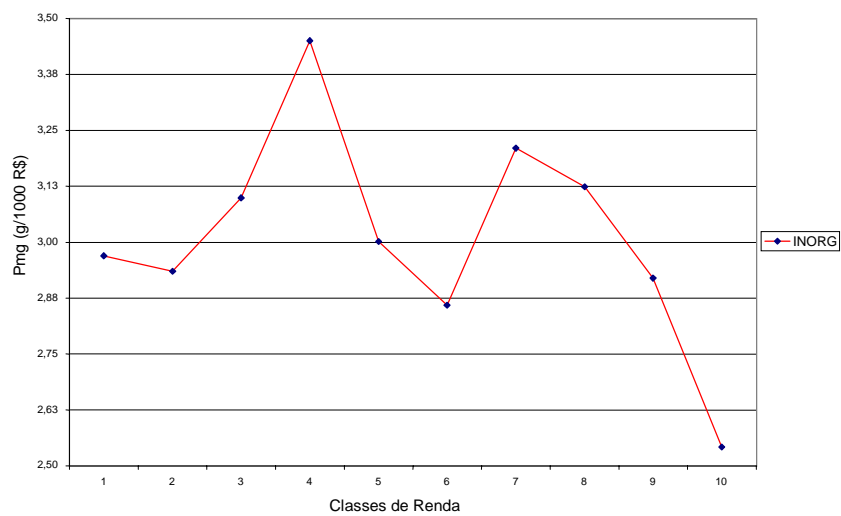


Gráfico 4
Inorgânico - Residual

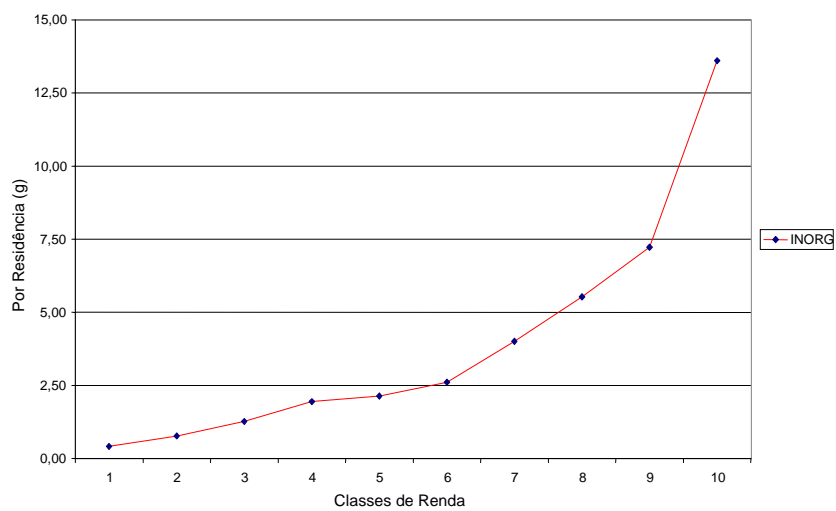


Gráfico 5
Particulados - Residual

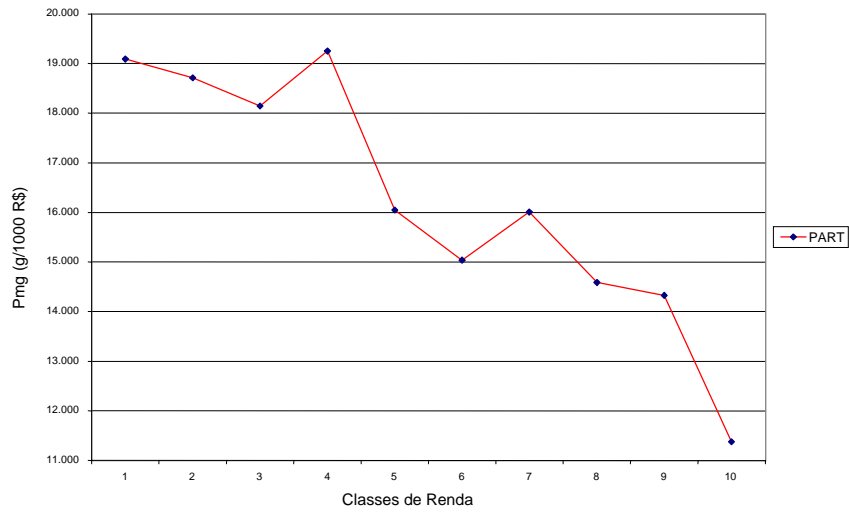


Gráfico 6
Particulados - Residual

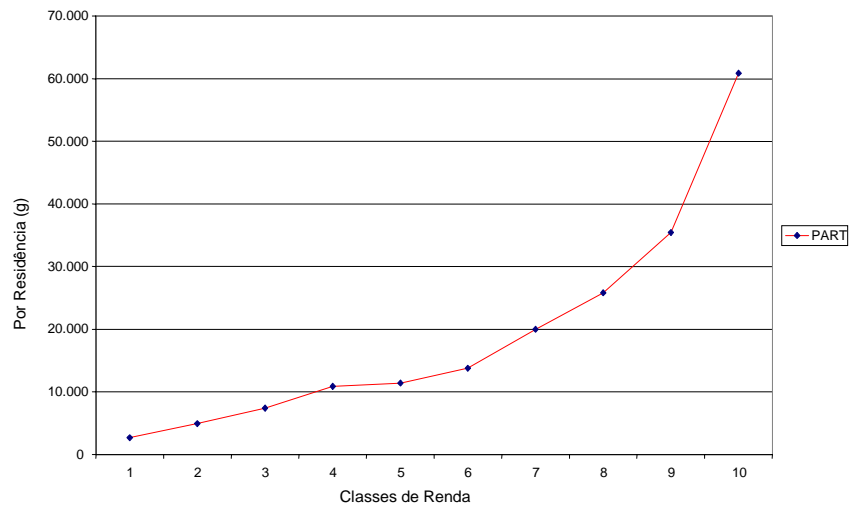


Gráfico 7
SO₂ - Residual

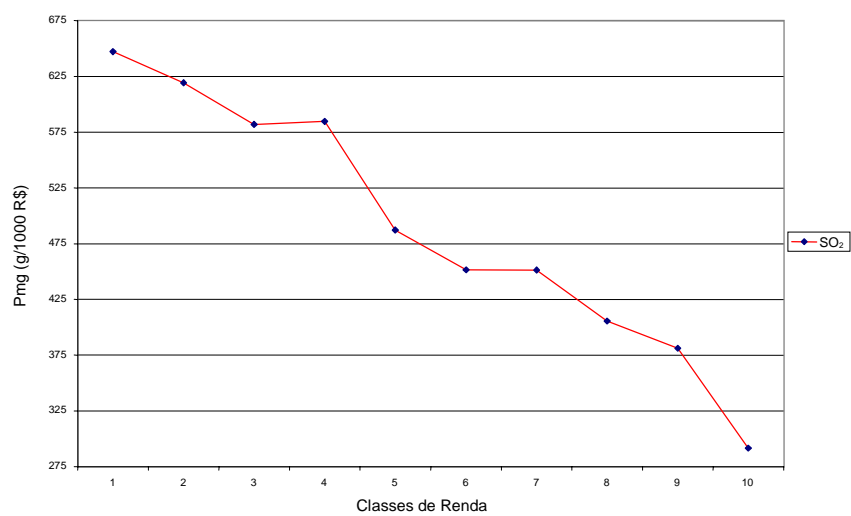


Gráfico 8
SO₂ - Residual

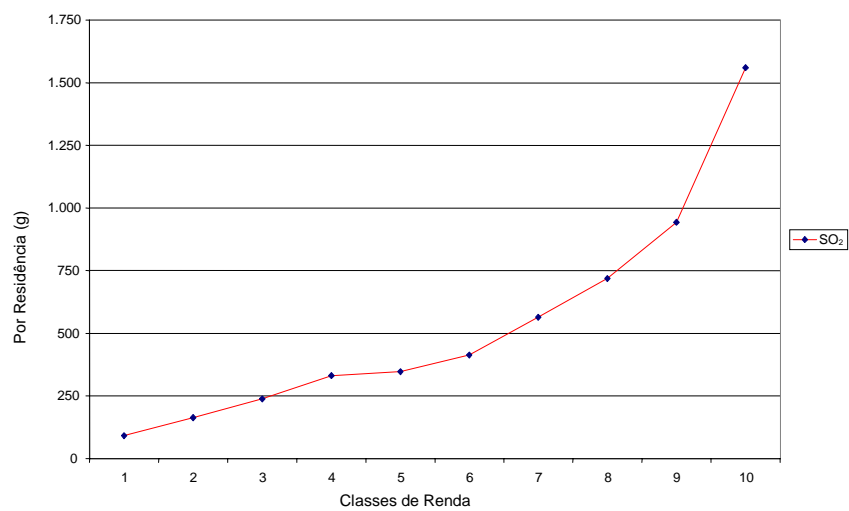


Gráfico 9
Fertilizante

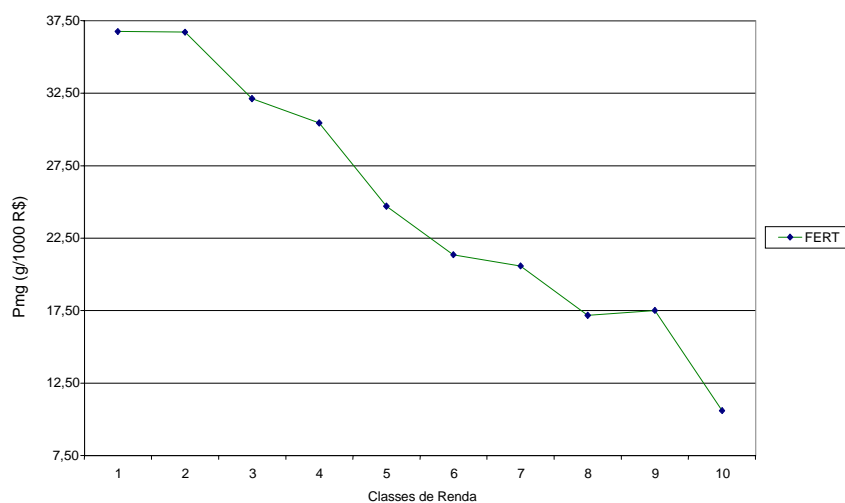
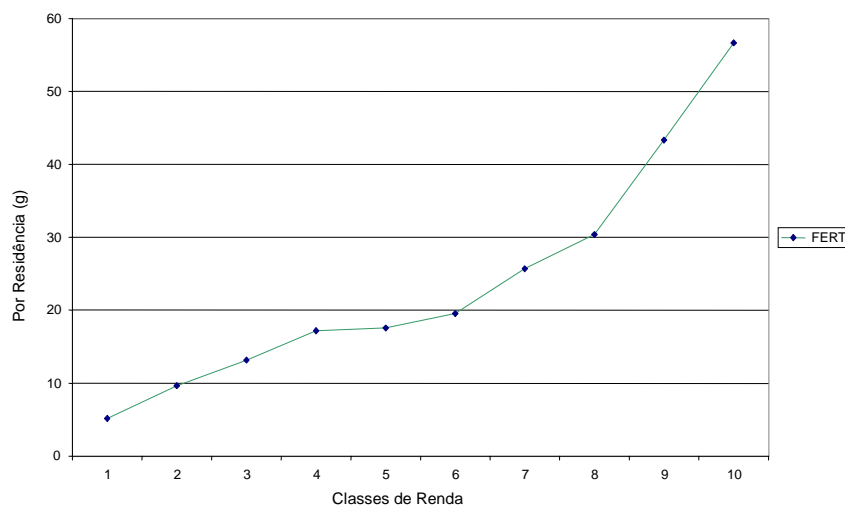


Gráfico 10
Fertilizante



A tendência observada na Pmg inorgânica, que tende a crescer com a renda em algumas faixas de classe,¹⁶ é esperada já que as emissões são concentradas nas atividades industriais que produzem bens, como peças de automóveis, combustíveis e artefatos de couro, cuja propensão para consumir tende a aumentar nas classes mais altas. Para os outros poluentes, os níveis de emissão não discriminam de forma tão específica.

¹⁶ Isto é, não segue uma forma quadrática como sugeriria uma forma de U invertido.

É preciso notar que não estamos observando a intensidade da poluição através do tempo. Nossa análise, através das classes, da poluição a partir de fontes de produção supõe que os bens industriais e agrícolas que geram esta poluição são produzidos indistintamente para qualquer grupo de renda e, conseqüentemente, os fatores de emissão de um bem produzido são os mesmos para todos os grupos. Assim sendo, as variações de Pmg nestes casos são dadas unicamente pela propensão a consumir e, uma vez que a demanda por estes não se torna inelástica até as classes mais altas, não se pode esperar uma curva em U invertido.¹⁷

Mesmo quando se observa uma relação negativa entre a renda e os valores da Pmg industrial e agrícola, nossos resultados na Tabela 3 mostram que a poluição por domicílio está sempre aumentando com a classe de renda.

De fato, a poluição por domicílio das classes de renda mais alta é muito maior do que aquela gerada pelas classes mais baixas, devido à grande disparidade nos níveis de consumo através das classes no Brasil, que cancela as variações em *c*. Em outras palavras, qualquer variação captada por Pmg é dominada pelos efeitos de escala da renda.

Observando a degradação industrial residual e potencial por domicílio, notamos que a poluição orgânica é reduzida em quase 95% de seu nível potencial, enquanto a inorgânica, em cerca de 75%. A redução dos poluentes do ar é menor, cerca de 40%-45%. Estes são esforços de redução significativos e as diferenças nestas proporções através dos grupos de renda representam suas variações na intensidade da redução.

Calculando as razões das emissões residuais e potenciais, podemos ver quanto os esforços de redução são captados por cada grupo de renda. Quanto mais alto é este nível de redução em uma classe, mais alto é o esforço de redução captado pela classe. Conseqüentemente, quando os custos de redução são passados através dos preços mais elevados, uma proporção maior da renda dos grupos, com níveis de redução elevados, é afetada por estes aumentos de preços. Entretanto, como se pode ver na Tabela 3, as variações entre classes desta redução não são significativas. Retornaremos a esta questão quando analisarmos os indicadores de concentração para a poluição.

Para as emissões dos transportes urbanos, apresentadas na Tabela 4 e nos Gráficos de 11 a 22, introduzimos, no entanto, diferenciais dos fatores de emissão através dos grupos em uso de veículos privados, supondo que as pessoas mais ricas possuem carros mais novos que emitem menos do que os mais antigos das classes mais baixas. Devido a este fato, a Pmg, como se pode ver nos gráficos mencionados, aumenta e diminui com a renda mais baixa (especialmente devido a nossa alocação *ad hoc* do ano de fabricação do automóvel¹⁸) e cai

¹⁷ Observe-se que as curvas ambientais de Kuznets são esperadas das variações *p* e *c*, que se supõe que ocorram através do tempo e não em um só ano, como aqui analisamos.

¹⁸ Aplicamos também diferentes esquemas de classe de ano, mantendo a suposição de carros velhos para as pessoas pobres, e todos os resultados não mostraram qualquer mudança significativa nas formas das curvas para *E* e Pmg.

substancialmente nas classes mais altas (por exemplo, da faixa de 6-8 SMs em diante no caso do transporte urbano total). Esta tendência sugere claramente um tipo em forma de U invertido para Pmg.

Gráfico 11
Transporte Urbano (CO)

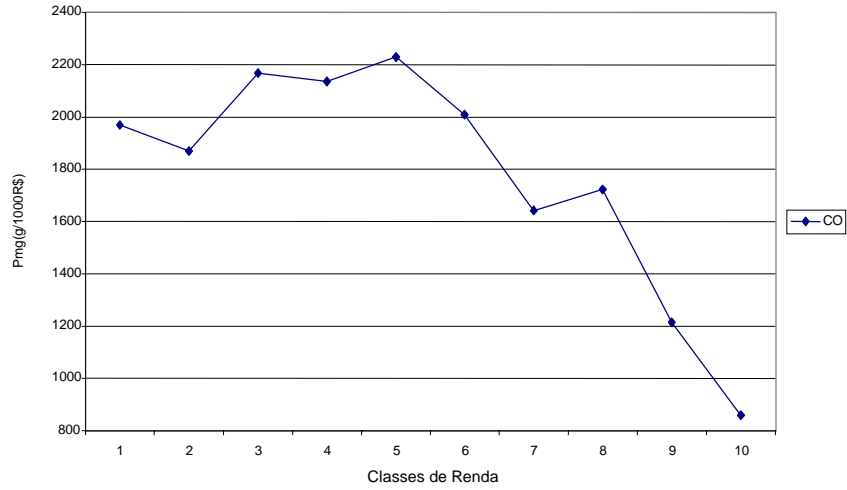


Gráfico 12
Transporte Urbano (CO)

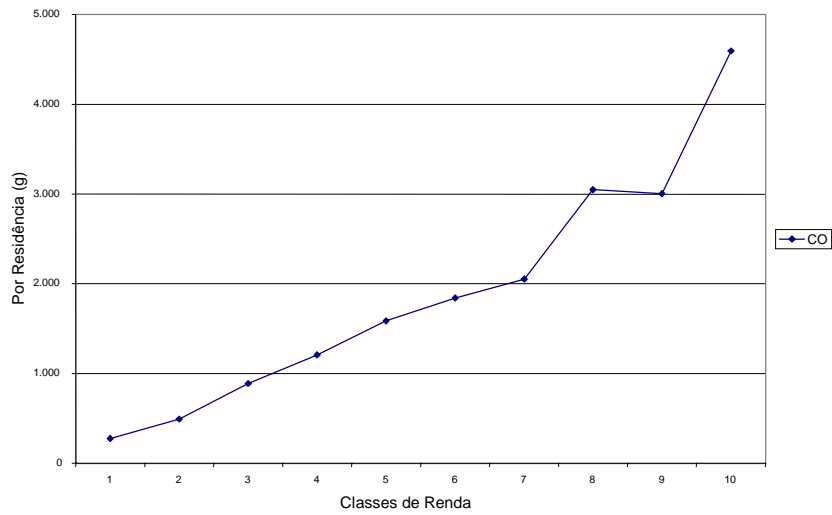


Gráfico 13
Transporte Urbano (HC)

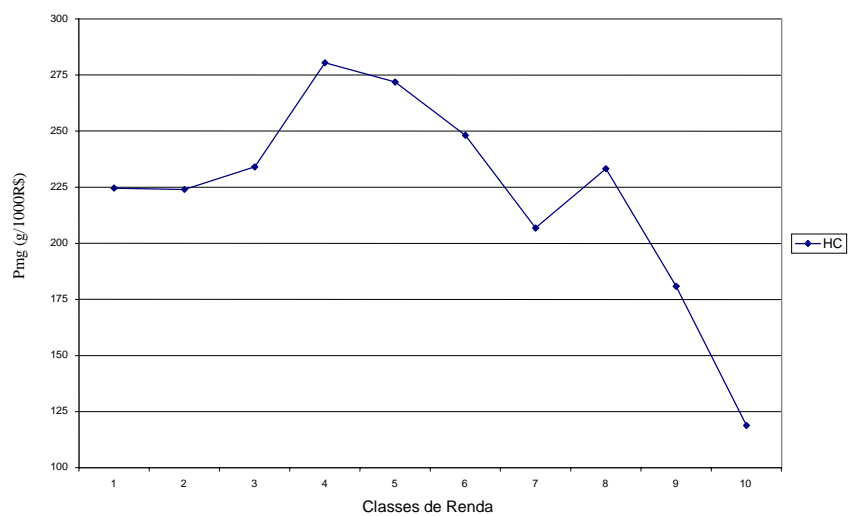


Gráfico 14
Transporte Urbano (HC)

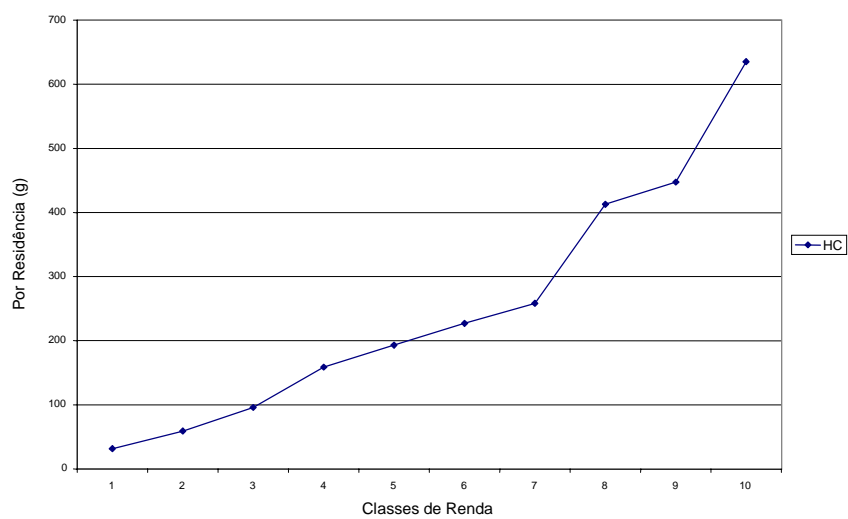


Gráfico 15
Transporte Urbano (NOx)

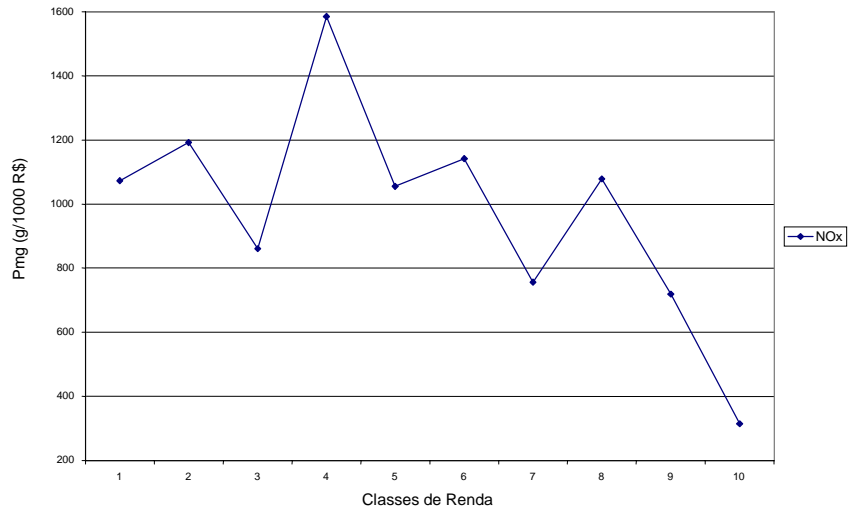


Gráfico 16
Transporte Urbano (NOx)

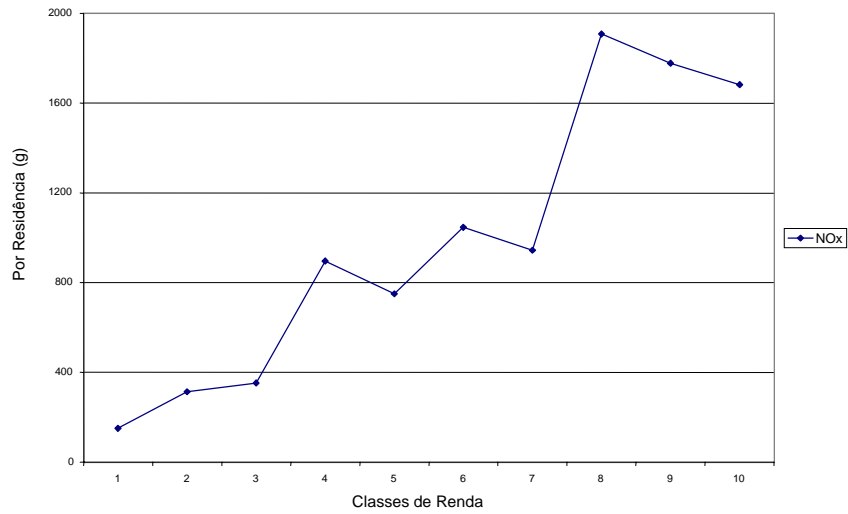


Gráfico 17
Gasolina (CO)

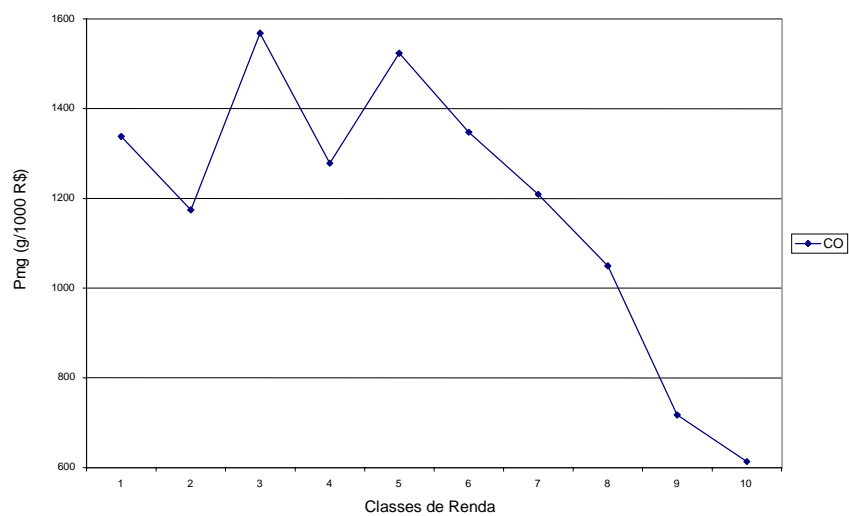


Gráfico 18
Gasolina (CO)

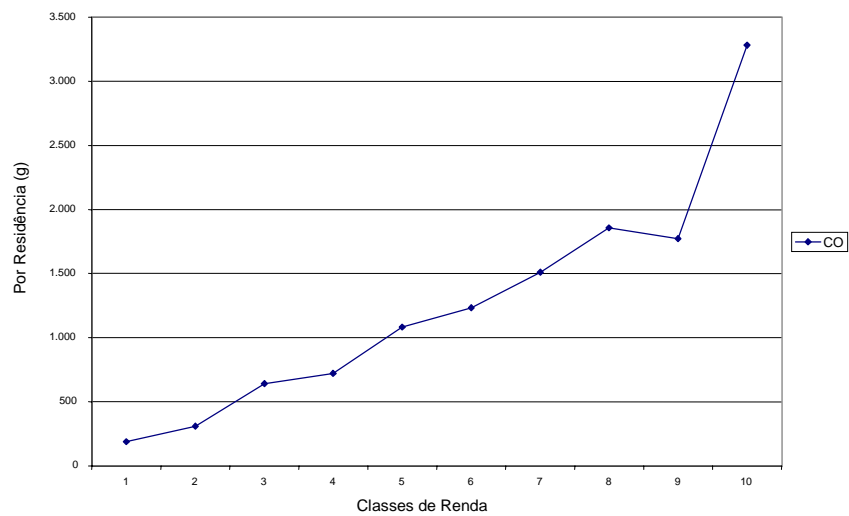


Gráfico 19
Gasolina (HC)

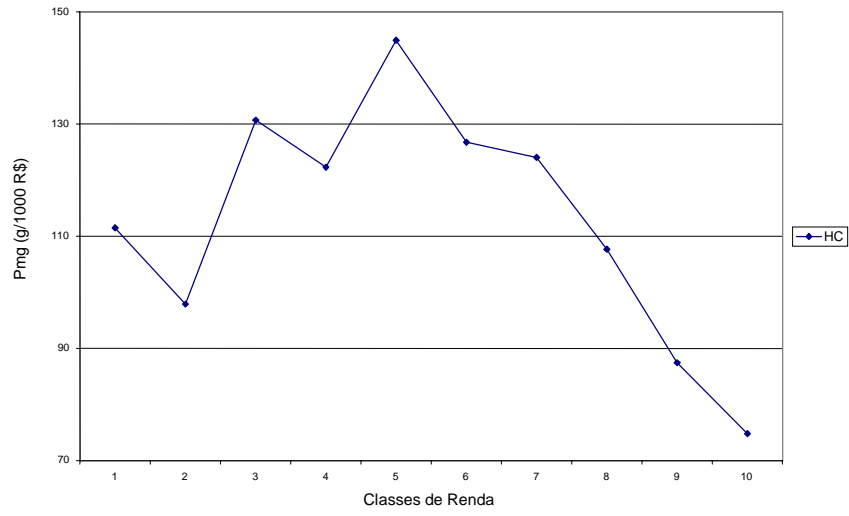


Gráfico 20
Gasolina (HC)

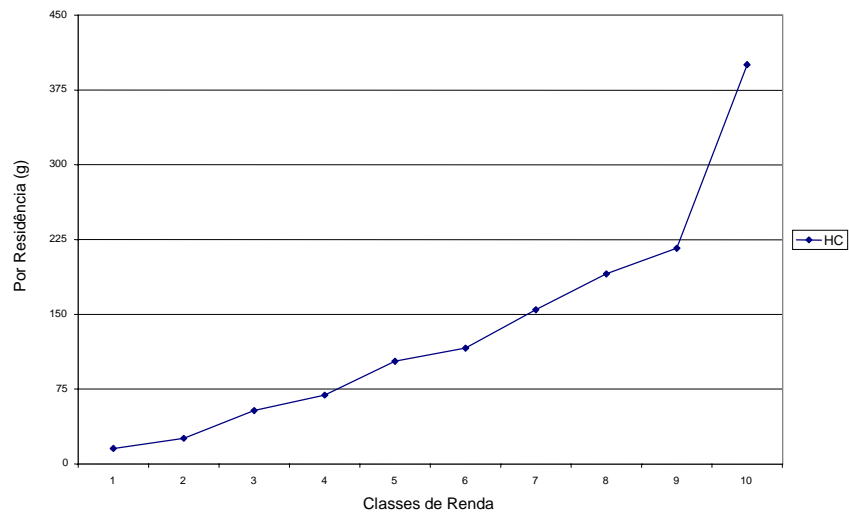


Gráfico 21
Gasolina (NOx)

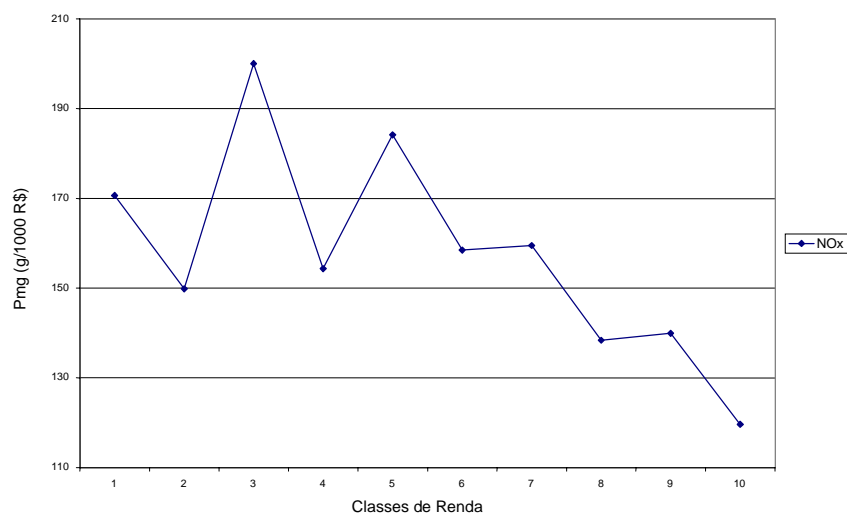
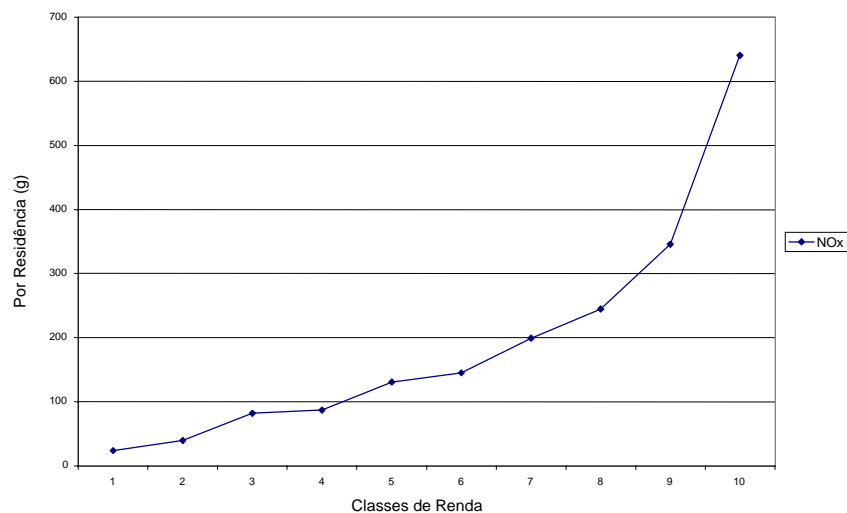


Gráfico 22
Gasolina (NOx)



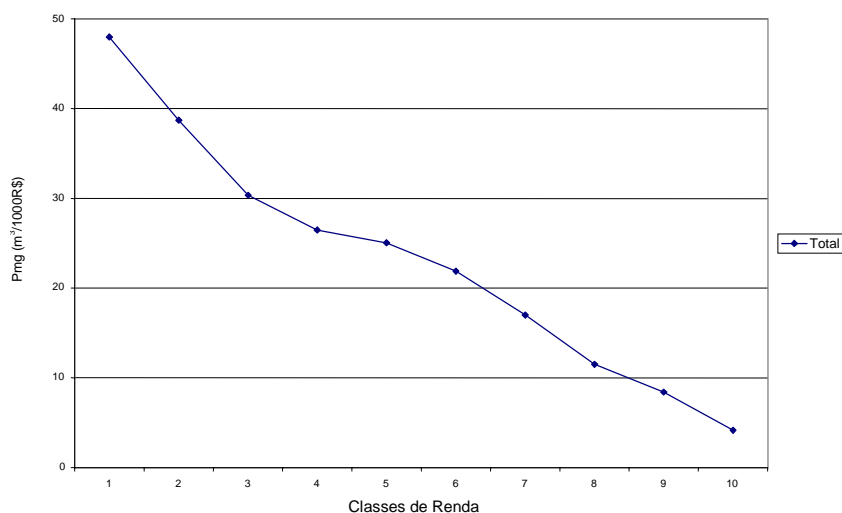
Isto era de se esperar, já que as emissões dos veículos privados são dominantes no transporte total e a propriedade dos automóveis está altamente concentrada nas classes mais elevadas com o uso do carro crescentemente elástico à renda.¹⁹

¹⁹ Kahn (2000) observou uma curva ambiental de Kuznets semelhante a esta para o uso de veículos privados nos Estados Unidos dependendo do nível de uso estimado. Em nosso caso, como usamos o consumo real de combustível, podemos dizer que este formato de U invertido não se aplica ao Brasil.

Entretanto, mesmo observando a forma de U invertido para a Pmg do transporte, não podemos ver qualquer relação quadrática entre renda e poluição por domicílio. Mais uma vez, os efeitos de escala são tão significativos que todas as emissões mostram uma relação positiva com a renda.

Para o consumo total de água e descarga de esgoto, os valores de Pmg também apresentam uma correlação negativa com a renda, o que reflete a propensão a consumir decrescente da água quando a renda aumenta,²⁰ como se vê nos resultados apresentados na Tabela 5 e nos Gráficos 23 e 27. Mais uma vez, a grande disparidade no nível de renda entre as classes anulou esta tendência e o consumo de água por domicílio e as descargas de esgoto aumentam com o nível de renda, como mostram os Gráficos 24 e 28. A exceção é a faixa 15-20 SMs, que pode estar enviesada por nossos procedimentos de fixação de preço da água adotados.

Gráfico 23
Consumo de Água (Total)



²⁰ Espera-se que a demanda por água seja inelástica, pois não se supõe que as necessidades básicas de água variem grandemente entre as classes, embora sejam altamente dependentes do tamanho do domicílio.

Gráfico 24
Consumo de Água (Total)

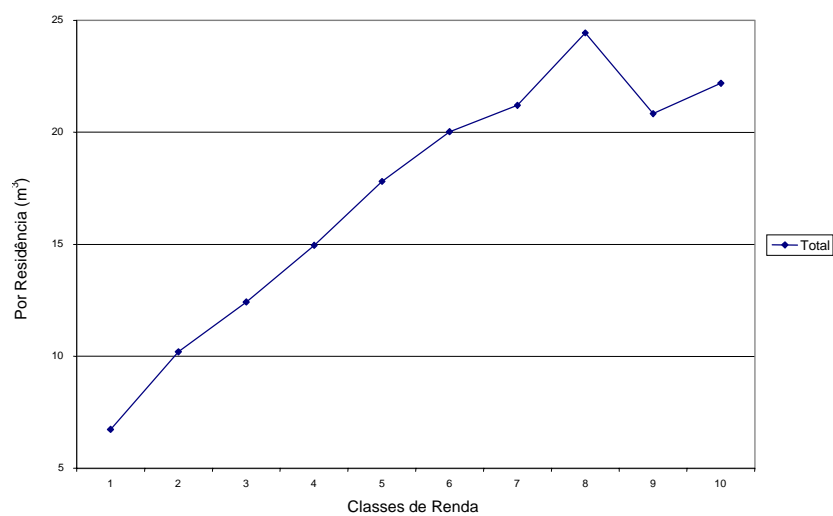


Gráfico 25
Consumo de Água (Não-tratada)

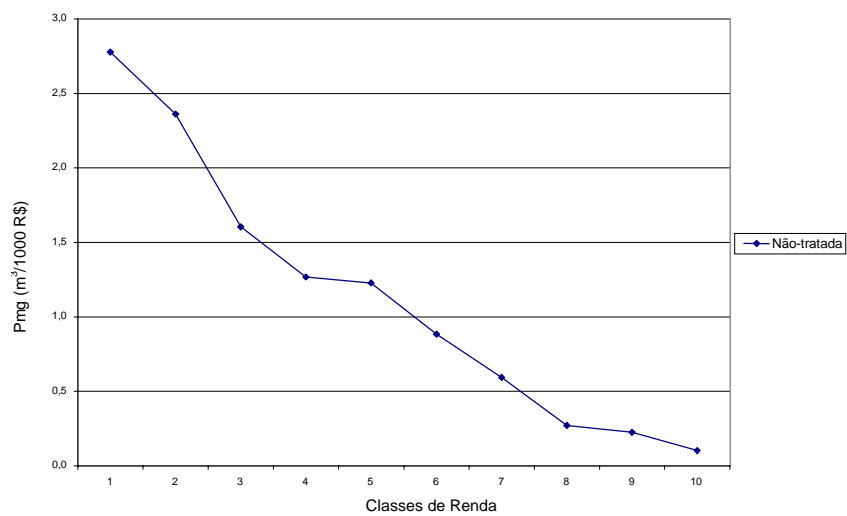


Gráfico 26
Consumo de Água (Não-tratada)

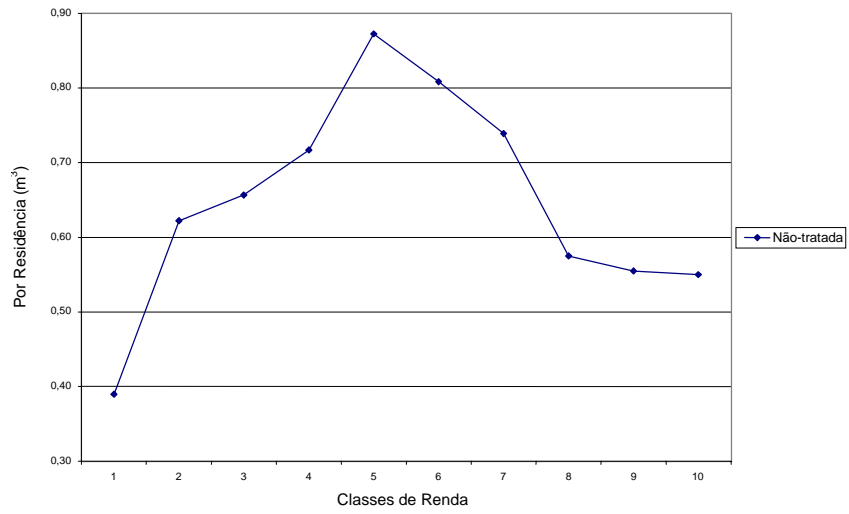


Gráfico 27
Geração de Esgoto (Total)

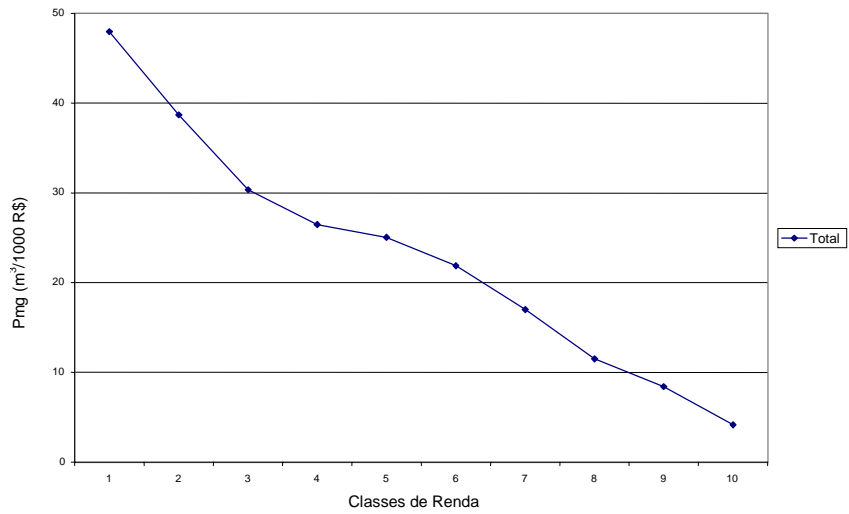
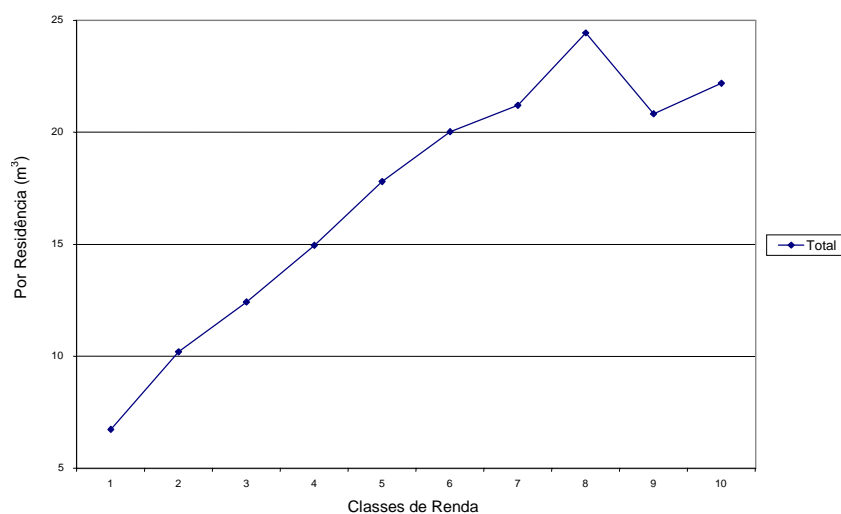


Gráfico 28
Geração de Esgoto (Total)



Observando os Gráficos 25 e 29, para água não-tratada e esgoto não-coletado, identificamos a mesma relação P_{mg} devido ao fato de que a cobertura dos serviços de saneamento básico é também crescente com a renda. Assim sendo, no caso do consumo por domicílio de água não-tratada e de descargas de esgoto não-coletado, nos Gráficos 26 e 30 observamos um tipo de curva em U invertido para P_{mg} , respectivamente, nas classes de 6-8 e 2-3 SMs, mas isto é, mais uma vez, apenas resultante das mudanças em p , que são dadas aqui pela falta destes serviços de saneamento.

Gráfico 29
Geração de Esgoto (Não-coletado)

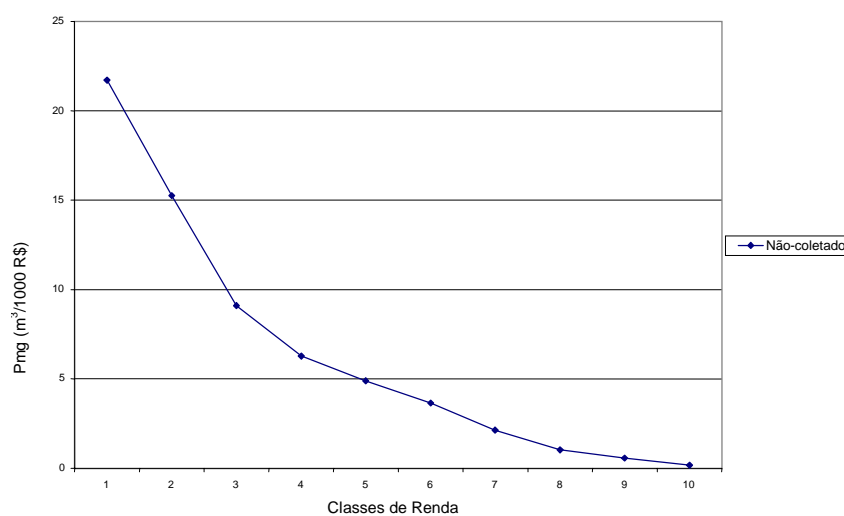
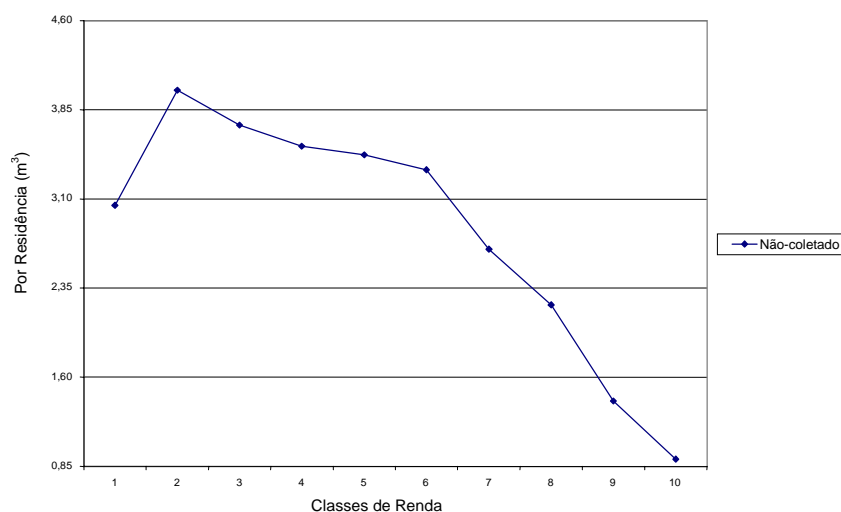


Gráfico 30
Geração de Esgoto (Não-coletado)



Em suma, as relações positivas observadas da degradação por domicílio com a renda sugerem que a pressão de degradação pode ser concentrada no Brasil, conforme será a seguir analisado.

5 - CONCENTRAÇÃO DA POLUIÇÃO NO BRASIL

Podemos agora analisar o grau de concentração da degradação no Brasil com base nos indicadores de degradação anteriormente calculados. Para isto, primeiro calculamos a degradação total (produto de Pmg e da renda urbana total) por grupo de renda, e então calculamos os respectivos indicadores de concentração como parcela da poluição total ou dos níveis de uso dos 10% de famílias urbanas mais ricas com relação às 50% mais pobres.

Seguindo nossa classificação de faixas de renda, isto equivale à razão dos níveis totais das duas faixas de renda mais altas (> 20 SMs) com relação às três primeiras mais pobres (até 5 SMs) somadas a 1/7 da quarta classe (5-6 SMs).²¹ Para fazermos comparações com a distribuição de renda, também calculamos a razão ou coeficiente de concentração para os números de renda urbana usados para o cálculo das razões de degradação com base na informação de renda usada para a medida da informação de renda. Os resultados estão apresentados na Tabela 6.

²¹ Foi incluída linearmente de acordo com esta proporção.

Tabela 6

Mudanças nos Coeficientes de Concentração e Pressão de Degradação para os Cenários de Distribuição de Renda no Brasil — 1995

Indicadores	Distribuição de Renda — 1995		Cenário Progressivo			Cenário Regressivo		
	Coeficiente de Concentração	Pressão de Degradação	Coeficiente de Concentração	Pressão de Degradação	Variação* (%)	Coeficiente de Concentração	Pressão de Degradação	Variação* (%)
Renda	2,6	-	2,1	-	2,9%	2,9	-	1,0%
Indústria (ton)								
Orgânico								
Potencial	1,1	209.349,2	0,9	215.349,3	2,9%	1,2	207.199,2	-1,0%
Residual	1,3	11.286,1	1,0	11.547,8	2,3%	1,4	11.192,5	-0,8%
Inorgânico								
Potencial	2,2	307,9	1,7	309,6	0,5%	2,4	307,3	-0,2%
Residual	2,3	80,7	1,8	81,0	0,4%	2,5	80,6	-0,1%
Particulados								
Potencial	1,8	682.225,2	1,4	691.026,2	1,3%	1,9	679.121,5	-0,5%
Residual	1,8	408.692,6	1,4	413.949,6	1,3%	1,9	406.834,5	-0,5%
Dióxido de Enxofre (SO ₂)								
Potencial	1,5	21.823,5	1,2	22.237,5	1,9%	1,6	21.675,1	-0,7%
Residual	1,4	11.724,8	1,1	11.966,1	2,1%	1,5	11.638,1	-0,7%
Agricultura (ton)								
Fertilizante	1,0	549,1	0,8	567,1	3,3%	1,1	542,7	-1,2%
Consumo Final								
Transporte Urbano (ton)								
Monóxido de Carbono (CO)	1,2	42.249,2	1,0	43.157,9	2,2%	1,4	41.949,3	-0,7%
Hidrocarboneto (HC)	1,6	5.409,3	1,2	5.487,1	1,4%	1,7	5.383,3	-0,5%
Óxido de Nitrogênio (NOx)	1,2	21.503,2	0,9	21.962,8	2,1%	1,3	21.334,2	-0,8%
Consumo de Água Doméstico (10 ⁶ x m ³)								
Total	0,3	384,2	0,3	409,5	6,6%	0,4	374,5	-2,5%
Tratada	0,4	367,4	0,3	391,1	6,5%	0,4	358,2	-2,5%
Não-tratada	0,2	16,9	0,1	18,4	9,0%	0,2	16,3	-3,5%
Geração de Esgoto Doméstico (10 ⁶ x m ³)								
Total	0,3	384,2	0,3	409,5	6,6%	0,4	374,5	-2,5%
Coletado	0,5	298,9	0,4	313,5	4,9%	0,6	293,6	-1,8%
Não-coletado	0,1	85,3	0,0	96,0	12,5%	0,1	80,9	-5,2%

*Para renda (total da renda transferida / renda total) e para degradação (pressão de degradação antes da transferência) - (pressão de degradação depois da transferência) / (pressão de degradação antes da transferência).

Nossos resultados irão nos permitir a colocação de várias questões de equidade, a saber:

a) Se a poluição for igualmente distribuída de acordo com a distribuição do número de famílias, o coeficiente da concentração da poluição deve ser igual a 0,20 quando comparamos os 10% mais ricos com os 50% mais pobres. Por conseguinte, se a proporção for mais alta do que 0,20, podemos dizer que um domicílio rico (isto é, um domicílio pertencente aos 10% mais ricos) está impondo uma pressão mais alta sobre o meio ambiente do que um domicílio pobre (isto é, um domicílio pertencente aos 50% mais pobres). Considerando que, como foi mencionado na Seção 3, os custos de degradação tendem a ser incorridos, em sua maioria, pelos pobres, que não têm meios para fazer gastos defensivos, com razões acima dos valores de 0,20 pode-se dizer que as pessoas pobres são afetadas pela pressão de degradação de outras famílias.

b) No caso das fontes industriais, o consumo de água e a descarga de esgoto, onde são medidas as razões de concentração para os indicadores de poluição potencial e residual, as diferenças sobre elas estão a indicar que os custos dos esforços de redução já em vigor, quando passados através de preços e tarifas, são captados de forma diferente pelos pobres e pelos ricos.

c) Quando os indicadores de concentração de degradação são menores do que os de renda, é possível afirmar que a concentração da degradação é mais baixa do que a renda e, por conseguinte, a intensidade de degradação da renda é mais baixa para as classes mais ricas. Quer dizer, as unidades de renda relacionadas ao consumo de bens e serviços pelos pobres são ligadas às intensidades mais altas de degradação. Devido a isto, se os preços dos bens e serviços consumidos aumentam por conta do futuro aumento dos níveis de controle da degradação, a renda total disponível dos pobres pode ser mais duramente afetada do que a dos ricos, pois eles irão gastar mais com os custos da unidade de controle por unidade de renda.²²

Observe-se a partir da Tabela 6 que em todos os casos analisados, exceto para a água não-tratada e o esgoto não-coletado, as razões de concentração excedem em muito a razão 0,2. A pressão de degradação é particularmente concentrada para a poluição residual industrial quando as razões variam de 1,3 a 2,3 e no transporte onde a variação está entre 1,2 e 1,6.

Uma distribuição de degradação mais equitativa é indicada para o consumo de água e descarga de esgoto. Nestes casos, com coeficientes próximos de 0,20, o consumo direto de água e a geração de esgoto se distribui na proporção populacional. Mas, para água e esgoto devido à baixa cobertura de saneamento das classes mais baixas, os respectivos coeficientes são muito menores.

²² É claro que isto também é dependente dos efeitos da elasticidade dos preços de oferta e demanda e, portanto, as medidas de excedente de consumo seriam mais apropriadas para uma análise de bem-estar. Aqui nos preocupamos somente com a renda disponível real.

No caso das fontes industriais, os resultados na Tabela 6 mostram que a poluição da água (matérias orgânicas e inorgânicas) tem razões residuais mais altas do que as potenciais, enquanto para a poluição do ar as diferenças não são significativas. Isto era de se esperar, pois, conforme antes analisado, as fontes de água mostraram um nível de controle muito mais alto do que as fontes de ar. Entretanto, a significativa diferença a mais nas taxas de concentração, especialmente para orgânicos, quer dizer que o consumo dos pobres está gerando proporcionalmente menos poluição do que o consumo dos ricos. Por conseguinte, o pobre já está pagando proporcionalmente mais, com relação a seu nível de consumo, pelos respectivos custos de redução, quando estes são passados através dos preços.

O viés da cobertura dos serviços de saneamento favorável para os domicílios mais ricos é verificado pelas taxas de concentração da água tratada e do esgoto coletado acima de seus respectivos indicadores residuais, água não-tratada e esgoto não-coletado, que indicam, inclusive, valores abaixo de 0,2. Este padrão, entretanto, é explicado mais pelas opções de investimento público do que pelas opções dos consumidores e, assim, nestes casos, indicam justamente, ao contrário, um padrão não-equitativo já que a carência desses serviços afeta os mais pobres.

Conseqüentemente, o controle da degradação é um mecanismo distributivo relevante, já que irá reduzir a desigualdade dos encargos dos custos de degradação sobre os pobres. No entanto, estas ações também afetam a equidade de outros modos quando os custos de controle são passados através dos preços.

Note-se também na Tabela 6 que a distribuição de renda no Brasil, como foi mencionado na introdução, é muito concentrada. Nossa razão de 2,6 está a dizer que os 10% mais ricos percebem quase três vezes mais renda do que os 50% mais pobres.²³

Além dos inorgânicos industriais, outras razões de concentração de degradação ambiental são mais baixas do que a distribuição de renda. Isto significa que a mais baixa propensão marginal para degradar anulou alguns dos efeitos de distribuição de renda.

Estes são resultados interessantes, que nos permite ilustrar o conflito entre equidade e controle ambiental e suscita relevantes questões de políticas, a saber:

a) Quando a degradação é menos concentrada do que a renda, então, como foi anteriormente dito, os esforços futuros para controlar a poluição a partir dessas fontes, que são passados através dos preços dos bens consumidos, podem afetar mais a renda disponível dos pobres do que a dos ricos. Essa tendência, como foi já observado, pode ser logo notada a partir das comparações entre as emissões industriais reais potenciais e residuais. Embora vários estudos tenham mostrado que os custos de redução não são sempre significativos e decrescem com o tempo,²⁴ isto é especialmente relevante se considerarmos a tendência atual dos

²³ Essa taxa aumenta ligeiramente até cerca de 3,1 quando se considera a renda rural.

²⁴ Ver, por exemplo, uma pesquisa recente de Neumayer (2000).

setores industriais brasileiros para melhorar o desempenho ambiental relacionado à competitividade comercial. Por conseguinte, efeitos a curto prazo sobre os preços industriais por causa dos crescentes esforços de controle ambiental na indústria podem suscitar importantes questões de distribuição.

b) O mesmo ocorreu com o consumo de água tratada e coleta de descarga de esgoto. As atuais empresas de saneamento no Brasil estão fazendo pesados investimentos para aumentar os níveis, hoje baixos, de tratamento de esgoto, o que exigirá um aumento de tarifas para os atuais consumidores. Isto também conduz a preocupações cruciais de distribuição, considerando-se a estimativa da de concentração para este consumo direto. Acresça-se a isto, no caso da água não-tratada e do esgoto não-coletado, que os valores das razões de concentração são muito mais baixos do que um, significando que as pessoas pobres, com a atual cobertura dos serviços de saneamento, consomem muito mais água não-tratada e vivem com mais esgoto não-coletado do que os domicílios ricos. Assim, a expansão da cobertura do fornecimento de água e da coleta de esgotos tem de ser direcionada para os pobres, que se defrontam, mais uma vez, com problemas de distribuição.

c) O padrão das emissões dos transportes, entretanto, é claramente o oposto. Como a principal fonte é o consumo dos ricos, os esforços de controle não serão regressivos como nos casos anteriores.

Os pontos expostos não são postulados como oposição a um controle ambiental mais severo. O propósito é chamar a atenção para os problemas de equidade de curto prazo associados à melhoria do controle ambiental. Embora a redução da degradação seja equitativa quando se olha para os níveis de concentração e dos efeitos negativos dos custos de degradação incorridos pelos pobres, a oposição à melhoria do desempenho ambiental da economia é muitas vezes manipulada pelas preocupações com os impactos sobre os pobres da internalização dos custos de controle ambiental.

É muito difícil fazer uma análise de bem-estar através da comparação dos efeitos negativos da degradação com os efeitos positivos do controle para cada grupo de renda. Esta abordagem custo-benefício está além do escopo de nosso estudo. Limitamo-nos a destacar a real existência de preocupações com a equidade sobre a internalização dos custos de controle e, conseqüentemente, as políticas ambientais não podem se furtar a esta questão. Por outro lado, o projeto dessas políticas deve primeiro levar em conta a mensuração desses custos de equidade e então propor políticas de compensação para mitigá-los. O equilíbrio entre as medidas de compensação e a eficiência permanece, entretanto, como o desafio mais crucial.

Por fim, precisamos voltar nossa atenção para as mudanças nas pressões de degradação que emanam das políticas de distribuição de renda. Os casos observados de correlação negativa entre renda urbana e intensidade de degradação refletidos nos valores P_{mg} e na classe de renda urbana estão a sugerir que, dado um aumento de renda equivalente em todos os grupos, os domicílios mais ricos

irão gerar menos poluição do que os pobres. Em outras palavras, os aumentos marginais de renda irão gerar mais poluição ou níveis de uso dos recursos naturais quando consumidos pelos pobres. Isso é crucial para a análise da distribuição de renda e o meio ambiente, como será visto na seção a seguir.

6 - DISTRIBUIÇÃO DE RENDA E MUDANÇAS NA PRESSÃO DE DEGRADAÇÃO²⁵

Quanta pressão de degradação seria gerada se a concentração de renda fosse diferente no Brasil?

A transferência de renda dentro de uma economia muda tanto a concentração de renda quanto a concentração de degradação. Tal como antes, seja E a pressão total de degradação na atual distribuição de renda. Se esta mudar na economia sem uma mudança na renda total, haverá transferências de unidades monetárias de um indivíduo a outro. Assim, a mudança da pressão de degradação (EC) na economia será dada pela diferença entre a Pmg do indivíduo doador (id) e o beneficiário (ib), que é:

$$EC = Pmg_{id} - Pmg_{ib} \quad (7)$$

Se $Pmg_{id} > Pmg_{ib}$ o valor de EC é negativo, o que significa que a transferência de renda reduz a degradação. Se a desigualdade mudar de sinal, a degradação total aumenta.

Suponhamos agora que uma transferência de renda total de T será feita com diferentes quotas de vários indivíduos doadores (s_{id}) e captada em diferentes parcelas por vários beneficiários (s_{ib}). Então, as transferências individuais (T_i) serão:²⁶

$$T_{id} = -s_{id} T \quad (8)$$

e:

$$T_{ib} = s_{ib} T \quad (9)$$

²⁵ Um outro modo interessante de se olhar para as questões de distribuição é introduzir os custos de redução neste modelo e calcular as mudanças nos níveis de consumo que a elas se devem. Não pudemos levar a cabo esta abordagem por motivo de restrições de dados. Para uma aplicação à economia dos Estados Unidos, ver, por exemplo, Ketkar (1983).

²⁶ Neste caso os efeitos multiplicadores não são captados.

E a transferência total T ,

$$T = -\sum T_{id} = \sum T_{ib} \quad (10)$$

Assim, com uma transferência de T_i , as mudanças na carga de poluição ou no uso de recursos naturais em qualquer i são:

$$EC_i = Pmg_i T_i \quad (11)$$

Então, a mudança na degradação total que se deve à transferência T é:

$$EC = \sum Pmg_{id} T_{id} + \sum Pmg_{ib} T_{ib} \quad (12)$$

A magnitude de EC irá, então, depender das diferenças de Pmg dos indivíduos afetados e de suas quotas de transferências (T_i). Como nossos valores Pmg tendem a decrescer com a renda, podemos esperar níveis mais altos de pressão de degradação para as transferências progressivas, dos ricos aos pobres, e o oposto para as regressivas, dos pobres aos ricos.

Para fazermos um exercício sobre as mudanças na pressão de degradação se a distribuição de renda fosse menos concentrada no Brasil, criamos um cenário ilustrativo que supõe uma rotina de transferência progressiva como se segue:

a) Como não conseguimos fazê-lo em bases individuais, usamos nossos cálculos de Pmg anteriormente apresentados e tomamos i como o grupo de classe de renda no qual supusemos que todos os indivíduos tivessem a mesma Pmg dentro da classe.

b) A concentração será reduzida ou aumentada com a transferência de T das classes doadoras às beneficiárias.

c) T_{ib} é tal que as classes beneficiárias i terão a renda média por domicílio da classe, adicionada desta transferência, chegando a 4/5 de seu limite superior de números de SM.

d) T_{id} é tal que a renda familiar média das classes doadoras também não excederá 4/5 de seu limite mais baixo em número de SM.²⁷

²⁷ Isto é apenas para atingir a segunda classe mais rica, já que a primeira tem um limite superior em aberto.

Dois cenários serão exercitados:

Progressivo: onde *ib* = três classes de renda mais baixa e *id* = duas classes mais ricas.

Regressivo: onde *ib* = duas classes mais ricas e *id* = três classes de renda mais baixa.

Não precisamos considerar em nosso cenário as mudanças no padrão de consumo da classe dadas pelos aumentos de renda que poderiam mover a família para uma classe acima. Esta suposição sobre a rotina de distribuição poderia ser facilmente captada a partir de nosso cenário se parte da parcela de *T* da classe beneficiária for entendida como um aumento de renda devido a este movimento para cima.

Cenário progressivo

No cenário progressivo, estas regras *ad hoc* representaram as quotas de transferência das classes beneficiárias de aproximadamente 34%, 11% e 18% da primeira, segunda e terceira classe mais pobre (0-2, 2-3 e 3-5 SMs), respectivamente. Elas também resultaram em uma transferência das classes mais ricas equivalente a cerca de 6% da renda familiar da segunda classe mais rica (20-30 SMs) e 8% da primeira classe mais rica (> 30 SMs) ou uma redução média de 7% sobre os 10% de famílias mais ricas. Essas reduções são muito significativas em valores relativos e representam, em valores absolutos, uma transferência de US\$ 10,6 bilhões (à taxa de câmbio de 1995) ou 3% da renda urbana total no Brasil no ano de 1995.

Os resultados do cenário progressivo estão apresentados na Tabela 6. Como se pode ver nessa tabela, a rotina de transferência adotada resultou numa queda substancial na taxa de concentração de renda, de 2,6 para 2,1, o que significa uma redução de cerca de 28%. Por conseguinte, também ocorreram variações percentuais equivalentes em todos os coeficientes de concentração das fontes de degradação.

Comparando o percentual da variação de 2,9% do montante de renda transferido com as variações de degradação total da Tabela 6, observa-se que a poluição industrial e as emissões dos transportes não excederiam os 3%. Quer dizer, nestes casos os níveis de degradação foram menos que proporcionais à transferência de renda adotada. Enquanto a poluição de origem agropecuária seria um pouco acima com uma variação de 3,3%, os maiores aumentos na pressão de degradação serão nos casos de água e esgoto, variando de 4,9% a 12,5%. Os serviços de saneamento, conforme dito anteriormente, apresentam baixa cobertura nos domicílios mais.²⁸

²⁸ Note-se que esta análise estática e parcial não captura alterações de padrão de consumo e condições de habitação que aumentos de renda podem gerar.

Cenário regressivo

No cenário regressivo, o coeficiente de concentração de renda aumenta em quase 12%, chegando a 2,9 a partir dos anteriores 2,6. Como se pode ver na Tabela 6, esta rotina de transferência também fez alterações equivalentes em todas as fontes de degradação.

Estas regras do cenário *ad hoc* representaram uma transferência para as classes beneficiárias (> 30 e 20-30 SMs) equivalente, respectivamente, a 1,9% e 2,6% da sua renda anterior. Em média, para as duas classes, elas receberam um aumento de 2,4% em suas rendas.

Entretanto, isto resultou em uma transferência equivalente a 6,6% da renda familiar das três classes mais pobres. Enquanto a terceira e a segunda classes transferiram, respectivamente, 3% e 3,6% de sua renda urbana total, a classe mais pobre perdeu cerca de 20%. Assim, este cenário pode ser visto como um caso regressivo muito radical.

Em valores absolutos representou uma transferência de US\$ 3,7 bilhões (à taxa de câmbio de 1995) ou aproximadamente 1% da renda urbana total no Brasil no ano de 1995.

Como se esperava, todas as pressões de degradação são reduzidas, sendo que as de água e esgoto em percentuais de até 5,2%. Como no caso do cenário progressivo, as variações nas pressões de degradação total são muito mais baixas em relação à observada na concentração de renda.

Embora estes resultados estejam exclusivamente associados com o cenário de distribuição específica e não devam ser generalizados, eles ilustram o fato de que as mudanças na distribuição de renda não são altamente afetadas por mudanças significativas nas pressões de degradação, o que levanta algumas questões interessantes sobre a relação entre a distribuição de renda e o meio ambiente no Brasil.

7 - COMENTÁRIOS FINAIS

Se a taxa de redução de intensidade de degradação por unidade de consumo excede a própria taxa de crescimento do consumo, espera-se que quando a renda média exceder um certo nível limiar, a atividade econômica possa ser desacoplada da degradação. Em outras palavras, a relação renda e meio ambiente pode seguir a forma de uma curva em U invertido, denominada curva ambiental de Kuznets na literatura.

Embora a verificação dessa relação continue a ser controvertida e testada em casos específicos de fontes de degradação, o mesmo não poderia ocorrer a partir da análise dentro de um mesmo país dos padrões de consumo de grupos de renda num certo ponto no tempo.

Dentro de uma economia, é possível que os padrões tecnológicos sejam igualmente adotados por todos os grupos. Por conseguinte, o parâmetro-chave da pressão de degradação pode ser as variações nas propensões a consumir o serviço ou bem que são ligadas à pressão de degradação relevante. Mesmo quando os fatores tecnológicos são relacionados ao nível de renda, uma ampla variação de renda entre os grupos pode anular as reduções na intensidade da degradação.

Para analisar os padrões de consumo para os grupos de renda urbana no Brasil, calculamos a propensão marginal para degradar, para várias fontes de degradação e para 10 classes de renda urbana, como o produto da intensidade de degradação do consumo pela propensão a consumir. Multiplicando esta propensão por classe pela renda média familiar de cada classe, obtemos o nível de degradação por domicílio por classe de renda.

Nossos resultados mostraram que, no caso do Brasil, não se encontram evidências da forma de U invertido para as relações de degradação e consumo considerando os níveis de pressão de degradação por classe de renda. A degradação por domicílio tende a decrescer com a renda.

As propensões para degradar por parte dos transportes, no entanto, mostraram esta forma de U invertido para o transporte urbano, especialmente devido à grande redução nos níveis de emissão dos carros novos, propriedade, geralmente, das pessoas ricas. Porém, mesmo neste caso, foi identificada uma relação positiva contínua entre degradação e renda, isto é, a grande concentração de renda foi sempre suficiente para compensar as variações na propensão a consumir e, quando justificado, também as variações nos fatores tecnológicos.

Em segundo lugar, usando nossas estimativas da propensão a degradar para cada fonte e classe de renda, medimos as taxas de concentração para a pressão de degradação dividindo as estimativas da pressão de degradação total dos 10% mais ricos pelos 50% mais pobres. Excetuando-se a água tratada e o esgoto coletado, serviços de saneamento concentrados nos domicílios ricos, para cada fonte encontramos taxas acima de 0,2. Isto demonstra que as classes de renda mais altas tendem a degradar mais do que sua parcela não-total da população.

Por último, analisamos de que modo a pressão de degradação iria variar se a distribuição de renda fosse mudada no Brasil. Para fazê-lo, desenvolvemos dois cenários com base na renda transferida entre classes para medir as mudanças na pressão de degradação total. Um cenário progressivo supunha a transferência de ricos para pobres e o regressivo, o oposto. Conforme esperado, a transferência regressiva aumenta a degradação e a progressiva a diminui. Em ambos os casos, entretanto, encontramos que, nas fontes industriais e de transporte, existe uma relação inelástica entre distribuição de renda e pressão de degradação total na qual a variação da renda transferida é maior de que a variação resultante da degradação total. Nos casos de água e esgoto, ocorre, conforme esperado, o inverso. A alta concentração da pressão de degradação a partir do padrão de consumo das pessoas ricas acrescenta outro aspecto regressivo para a distribuição desigual da renda no

Brasil. Em suma, nossos resultados suscitam sérias questões distributivas para as políticas ambientais no Brasil, a saber:

a) Embora o nível de consumo das pessoas pobres não seja a principal fonte de degradação, elas tendem a arcar com a maior parte dos impactos da degradação devido a sua baixa capacidade de incorrer em gastos defensivos.

b) Como a pressão de degradação se deve principalmente ao padrão de consumo das classes de renda mais alta, qualquer tentativa de evitar um controle mais estrito da degradação que afete as decisões de consumo irá criar um subsídio para o consumo dos ricos às expensas dos pobres.

Entretanto, como as taxas de concentração da degradação são mais baixas do que as respectivas taxas de renda, quando o controle da degradação se torna mais severo, as pessoas pobres tenderão a pagar mais pelo controle ambiental por unidade de consumo se estes custos forem passados através dos preços.

De fato, isto poderia já estar acontecendo para os custos de controle incorridos nos casos da poluição industrial da água, que apresenta os mais altos níveis de controle para as fontes industriais. Pudemos comparar as emissões potenciais e residuais (após o controle) e desta comparação observamos que as taxas de concentração para os níveis residuais são mais altas do que as potenciais, o que significa que a maior parte da redução foi feita sobre o nível de consumo dos pobres.

Embora nossos resultados dêem algumas indicações dos aspectos distributivos da degradação urbana no Brasil, este é um tema que irá exigir mais esforços de pesquisa no sentido não só de melhorar a desagregação da base de dados para examinar um maior número de grupos de renda e outras fontes de degradação, como também analisar os efeitos multiplicadores de cenários de distribuição de renda que afetem os padrões de consumo.

As implicações aqui apontadas do controle ambiental sobre a distribuição de renda são, todavia, cruciais para as políticas ambientais que visem à redução da pressão de degradação no Brasil. Se estes aspectos regressivos devem ser mitigados, os instrumentos de políticas devem incluir medidas compensatórias. Sob esta perspectiva, o uso da tributação ambiental pode vir a ser uma opção, pois sua aplicação reduz os custos de controle social e gera, ao mesmo tempo, receitas fiscais que podem ser recicladas na economia para criar espaço para as políticas compensatórias direcionadas aos pobres.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, T. A. *Aspectos distributivos na determinação de preços públicos*. Rio de Janeiro: IPEA, 1998.
- ARDILA, S., QUIROGA, R., VAUGHAM, W. J. *A review of the use of contingent valuation methods in project analysis at the Inter-American Development Bank*. Nashville: Report of the Vanderbilt University, 1998.
- BARROS, R. P. de, MENDONÇA, R. S. P., DUARTE, R. P. N. Bem-estar, pobreza e desigualdade de renda: uma avaliação histórica e das disparidades regionais — 1995. Brasília: PNUD, *Background paper for the Brazil Human Development Report — 1996*, 1996.
- BEN. *Balanço Energético Nacional*. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 1997.
- BREUIL, J. M. Input-output analysis and pollutant emission in France. *The Energy Journal*, v. 13, n. 2, p. 173-184, 1992.
- CETESB. *Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo — 1997*, 1998.
- FERRAZ, C., SEROA DA MOTTA, R. *Automobile pollution control in Brazil*. IPEA, Sep. 1999 (Texto para Discussão, 670).
- FØRSUND, F. R. Input-output models, national economic models, and the environment. In: KNEESE, V., SWEENEY, J. L. (eds.). *Handbook of Natural Resource and Energy Economics*, v. 1. Amsterdam: Elsevier, 1985.
- IBGE. *Anuário Estatístico do Brasil*, 1998.
- KAHN, M. E. A household level environmental Kuznets curve. *Economic Letters*, v. 59, p. 269-273, 1998.
- KETKAR, K. W. The allocation and distribution effects of pollution effects of pollution abatement expenditures on the US economy. *Resources and Energy*, v. 5, p. 261-283, 1983.
- LAVE, L. B., SESKIN, E. P. *Air pollution and human health*. Baltimore: The John Hopkins University Press, 1977.
- LEONTIEF, W. Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach. *Review of Economics and Statistics*, v. 52, p. 262-271, 1970.
- MARKANDYA, A. The valuation of health impacts in developing countries. *Planejamento e Políticas Públicas*, n. 18, p. 119-154, Dec.1998.
- MENDES, F. E. *Uma avaliação dos custos de controle da poluição hídrica de origem industrial no Brasil*. PPE/Coppe/UFRJ, maio 1994 (Tese de Mestrado).
- NEUMAYER, E. *Pollution heavens: why be afraid of international capital mobility*. London School of Economics and Political Science, 2000, mimeo.

- OPSCHOOR, H. Economic growth, the environment and welfare: are they compatible? *Planejamento e Políticas Públicas*, n. 18, p. 13-48, Dec.1998.
- OSTRO, B. D. *The health effects of air pollution: a methodology with applications to Jakarta*. The World Bank, 1992.
- PEARCE, D. Valuing statistical lives. *Planejamento e Políticas Públicas*, n. 18, p. 69-118, Dec. 1998.
- PMSS. Programa de Modernização do Sistema de Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Brasília: IPEA, *Diagnóstico dos Serviços de Águas e Esgotos — 1997*, v. 3.
- PNAD. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios*. Rio de Janeiro: IBGE, 1998.
- RAMOS, L., VIEIRA, M. L. *Desigualdade de rendimentos no Brasil nas décadas de 80 e 90: evolução dos principais determinantes*. IPEA, junho 2001 (Texto para Discussão, 803).
- SEROA DA MOTTA, R. Indicadores de poluição na indústria brasileira. *Perspectivas da Economia Brasileira — 1994*, Rio de Janeiro: IPEA, 1993.
- . El caso de Brasil. In: QUIROZ, R. (ed.). *Análisis económico de la contaminación de aguas en America Latina*. Santiago: Iceg/Ilades, 1995.
- . *Indicadores ambientais: aspectos ecológicos, de eficiência e distributivos*. Rio de Janeiro: IPEA, 1996 (Texto para Discussão, 399).
- SEROA DA MOTTA, R., HUBER, R., RUITENBEEK, J. Market based instruments for environmental policymaking in Latin America and the Caribbean: lessons from eleven countries. *Journal of Environment and Development Economics*, v. 4, n. 2, 1999.
- SEROA DA MOTTA, R., MENDES, A. P. F. Health costs associated with air pollution in Brazil, Chapter 5. In: MAY, P., SEROA DA MOTTA, R. (orgs.). *Price the earth*. New York: Columbia Press, 1996.
- SEROA DA MOTTA, R., MENDES, A. P. F., MENDES, F. E., YOUNG, C. E. F. Perdas e serviços ambientais do recurso água para uso doméstico. Rio de Janeiro, *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 24, n. 1, abr. 1994.
- SEROA DA MOTTA, R., MENDES, F. E. Instrumentos econômicos na gestão ambiental: aspectos teóricos e de implementação. *A Economia Brasileira em Perspectiva — 1996*, v.1, IPEA/DIPES, 1995.
- SEROA DA MOTTA, R., REZENDE, L. The impact of sanitation on waterborne diseases in Brazil. In: MAY, P. H. (org.). *Natural resource valuation and policy in Brazil: methods and cases*. New York: Columbia University Press, p. 174-187, 1999.
- THOMAS, V. Evaluating pollution control: the case of São Paulo, Brazil. *Journal of Developing Economics*, v. 19, n. 1, 1985.

VAUGHAN, D., PASURKA JR., C. A. Environmental-economic accounting and indicators of the economic importance of environmental protection activities. *The Review of Income and Wealth*, Series 41, n. 3, p. 265-288, Sep. 1995.