

S

UFRJ/IE
TD 448

NS 456950

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE ECONOMIA

Sistema de contas ambientais para o Brasil:
estimativas preliminares

nº 448

✓ Carlos Eduardo Frickmann Young¹
✓ André Andrade Pereira¹
✓ Bárbara Cristina Rodrigues Hartje¹

Setembro de 2000

Textos para Discussão

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA

Sistema de contas ambientais para o Brasil:
estimativas preliminares

nº 448

Carlos Eduardo Frickmann Young¹
André Andrade Pereira¹
Bárbara Cristina Rodrigues Hartje¹



43 - 017070

Setembro de 2000

¹ Grupo de Pesquisa em Economia do Meio Ambiente e Desenvolvimento
Sustentável - Instituto de Economia - UFRJ. Email: ambiente @ie.ufrj.br

Diretor Geral: Prof. João Carlos Ferraz
 Diretor Adj. de Graduação: Prof. Maria Lúcia T. Werneck Vianna
 Diretor Adj. de Pós-graduação: Prof. Francisco Eduardo P. de Souza
 Diretor Adj. de Pesquisa: Prof. João Lizardo R. Hermes de Araújo
 Diretor Adj. Administrativo: Prof. João Carlos Ferraz
 Coordenador de Publicações: Prof. Carlos Frederico L. Rocha
 Coordenação Administrativa: Elizabeth Queiroz
 Projeto Gráfico,
 Editoração e Revisão: Flávio Sabbagh Armony
 Impressão: IE-UFRJ

UFRJ/CCJ - BIBLIOTECA EUGÊNIO GUDIN
 DATA: 9. 11. 2000
 Nº DEI: 504933-4

Ficha catalográfica

NÚMERO NO SISTEMA: 456950
 CÓDIGO DE BARRAS: 456946
 S UFRJ/IE
 TD448

YOUNG, Carlos Eduardo Frickmann

Sistema de contas ambientais para o Brasil: estimativas preliminares. / Carlos Eduardo Frickmann Young; André Andrade Pereira; Bárbara Cristina Rodrigues Hartje. - Rio de Janeiro: UFRJ - Instituto de Economia, 2000.

83 p.; 21 cm. - (Texto para Discussão. IE/UFRJ; nº 448)

1. Meio Ambiente - Contas Nacionais. 2. Desenvolvimento Econômico - Brasil. 3. Recursos Naturais - Contas Nacionais. I. Pereira, André Andrade. II. Hartje, Bárbara Cristina Rodrigues. III. Título. IV. Série.

O Programa Editorial do IE/UFRJ (sucessor dos Programas Editoriais do IEI e da FEA/UFRJ), através das séries "TEXTOS PARA DISCUSSÃO", "TEXTOS DIDÁTICOS" e "DOCUMENTOS", publica artigos, ensaios, material de apoio aos cursos de graduação e pós-graduação e resultados de pesquisas produzidos por seu corpo docente.

Essas publicações, assim como mais informações, encontram-se disponíveis na livraria do Instituto de Economia, Av. Pasteur, 250 sala 4 (1ª andar) - Praia Vermelha - CEP: 22290-240 / Caixa Postal 56028 - Telefone: 295-1447, ramal 224; Fax: 541-8148, a/c Elizabeth Queiroz.

SUMÁRIO

Abstract	5
Resumo	5
1. Introdução	7
2. A fronteira de produção	9
3. A questão dos recursos naturais nas contas nacionais	11
4. Propostas de ajuste: as Contas Ambientais	15
5. Contas Ambientais para o Brasil	38
6. Conclusões	55
Referências Bibliográficas	57
Notas	59
Anexo	61

RESUMO

O objetivo deste texto é estimar as perdas econômicas ocasionadas pela exaustão e degradação dos recursos naturais no Brasil e seus impactos na medida de produto e renda. Para tal, é feita uma discussão em torno de como incorporar nas Contas Nacionais as estimativas de perdas ambientais. As Contas Ambientais são apresentadas como uma maneira de se efetuar tal incorporação e é elaborada uma exemplificação para caso brasileiro. Foi necessário para isso utilizar métodos de valoração cujos fundamentos teóricos e problemas implícitos também foram discutidos no texto para mensurar monetariamente as perdas ambientais de algumas atividades: mineração, desmatamento e poluição industrial.

ABSTRACT

The objective of this paper is to estimate the economic losses due to natural resources depletion and depreciation in Brazil and their impact on measures of product and income. For this purpose, a discussion was taken around how National Accounts can incorporate the environmental estimation losses. Environmental Accounts are shown as one type of such incorporation and an example for Brazilian case is elaborated. For this matter it was necessary to use valuation methods, whose theoretical underpinnings and implicit problems were also discussed in the paper, to estimate monetarily the environmental losses from some activities: mineral extraction, deforestation and industrial pollution.

1. INTRODUÇÃO

Desenvolvimento econômico é uma das preocupações de maior importância nas sociedades atuais. As metas de desenvolvimento não se restringem a objetivos de curto prazo, como crescimento do Produto Interno Bruto por exemplo. O conceito de desenvolvimento não é avaliado unicamente à base da expansão da riqueza material, do crescimento econômico. Pensar desenvolvimento é compatibilizar crescimento econômico com outras metas. Numa perspectiva de desenvolvimento que considera a herança a ser legada às gerações futuras, ou seja, um foco de pensamento no longo prazo, a disponibilidade de recursos naturais é um assunto a ser levado em consideração.

As formas de mensuração das atividades produtivas devem, então, incorporar as novas propostas de desenvolvimento econômico. A renda mensurada atualmente só leva em consideração os ganhos obtidos pelo uso dos recursos naturais. As perdas geradas pela degradação ou exaustão desses recursos, como não são monetizadas, não são contabilizadas. O objetivo desse texto é apresentar formas alternativas de introduzir essas perdas geradas pela degradação ou exaustão dos recursos naturais nas Contas Nacionais: as Contas Ambientais.

Na seção 2 é apresentada a importância do conceito de fronteira de produção e sua relação com a mensuração das atividades econômicas. Sabendo-se que somente as atividades produtivas são geradoras de renda, torna-se interessante perceber como as alterações da fronteira de produção podem alterar o conceito de variação de riqueza numa economia. Da forma convencionalmente tratada, uma perda de ativos produzidos num período (redução dos estoques de riqueza), redundará em uma renda de menor valor.

Entretanto, existem ativos que são insumos produtivos, mas que não são produzidos, não podendo ter suas variações de estoques contabilizadas no conceito de renda convencional. A seção 3 apresenta os recursos naturais como ativos não produzidos e mostra como as Contas Nacionais ignoram a exaustão ou degradação desses recursos. Ou seja, numa perspectiva de desenvolvimento levando-se em conta a sustentabilidade das atividades econômicas, torna-se interessante buscar

mecanismos de incorporação dos ativos não produzidos no conceito de produção e de renda, que se denominariam produção e renda sustentáveis.

As Contas Ambientais são apresentadas na seção 4 como uma das propostas de ajuste e, a partir de experiências internacionais, o SICEA e a NAMEA são os sistemas integrados apresentados que buscam compatibilizar as estatísticas ambientais com as atividades econômicas. Ainda nesta seção, apresenta-se as classificações dos recursos naturais em recursos de fluxo e recursos exauríveis de maneira a tornar mais apropriadas suas formas de contabilização e valoração.

Na seção 5, estrutura-se um exemplo de uma NAMEA e um SICEA para o Brasil, enfocando alguns temas ambientais que de maneira nenhuma exaurem a totalidade dos problemas ambientais brasileiros. Foram enfocados a depleção de recursos minerais, a emissão de poluentes industriais e a perda de recursos madeireiros associadas ao desmatamento na Amazônia.

A seção 6 conclui o texto com algumas observações sobre as dificuldades para a elaboração de Contas Ambientais, tanto acerca da escassez de informações de estatísticas, quanto do ponto de vista metodológico. Este último, em se tratando de rigor teórico, parece ser insolúvel, pelo aspecto *ex ante* dos métodos de valoração das perdas ambientais, e da característica *ex post* das mensurações convencionais.

O apêndice do texto apresenta de forma mais detalhada as tabelas usadas na elaboração do texto e o resultado das estimativas de emissão de poluentes na indústria brasileira.

2. A FRONTEIRA DE PRODUÇÃO

O centro de preocupação das Contas Nacionais é a mensuração atividade econômica. A produção é contabilizada tanto pelo lado "real", através do balanço entre insumos e o fluxo de bens e serviços produzidos e que possuem um destino final, quanto pelo lado "monetário", que explicita a geração da renda e suas formas de apropriação. O valor do PIB depende, portanto, do que se conceitua como "fronteira de produção", ou o conjunto de atividades consideradas produtivas, pois uma atividade só pode gerar produto/renda se estiver compreendida dentro dessa fronteira. As atividades que estão excluídas dessa classificação, portanto, não são consideradas como produtivas, e sua variação não afeta a medida dos agregados das Contas Nacionais.

Historicamente percebe-se que a definição de fronteira de produção tem variado consideravelmente, tornando-se cada vez mais abrangente com o passar do tempo. Na visão dos fisiocratas do século XVIII, a fronteira de produção ficava restrita à produção agrícola pois somente a terra acrescentaria novos recursos ao processo produtivo (na medida em que uma certa quantidade de sementes transformava-se, após algum tempo, em uma quantidade maior de sementes ou outros produtos vegetais). As atividades manufatureiras e de serviços não eram consideradas produtivas pois, de acordo com essa concepção, apenas transformavam matérias primas previamente existentes, sem acrescentar fisicamente nada ao sistema. Uma mudança significativa ocorreu com os economistas clássicos do início do séc. XIX que, enfatizando o caráter social da produção (deixando de observá-lo como um processo meramente físico), passaram também a considerar as atividades industriais como produtivas. Nova extensão do conceito de atividade produtiva ocorreu após a revolução marginalista de meados do séc. XIX, incorporando as atividades de serviços. Seguindo esse espírito, o conceito de fronteira de produção atualmente adotado pelo SNA é bastante amplo, cobrindo todos os bens e serviços que se encontram em uma das situações abaixo (ONU 1991, p.28):

• Bens e serviços que são destinados a outras unidades econômicas, independente da forma de pagamento (se pagos em dinheiro ou não);

· Bens que são retidos pelo produtor para seu próprio uso mas que poderiam se destinar ao mercado;

· Serviços produzidos para uso próprio através de processos de produção nos quais os fatores de produção empregados são remunerados pelo produtor.

O cálculo da renda também obedece às mesmas convenções adotadas para a determinação da fronteira de produção, pois a renda é o resultado da atividade produtiva que se expressa no conjunto de remunerações primárias apropriadas pelos agentes envolvidos na produção. Porém, a despeito de assumir valores idênticos aos do produto, o conceito de renda possui outro significado: a diferença entre a renda gerada e o montante gasto em consumo em um período indica a variação da riqueza ou acumulação de ativos produzidos em uma economia nesse período. Portanto, a renda deve referir-se exclusivamente às receitas obtidas pela produção de novos bens e serviços, excluindo as receitas obtidas por troca ou transferência de ativos já existentes. Isso porque quando se vende um bem "de segunda mão" não se está gerando riqueza, apenas trocando a propriedade de bens já existentes.

Esse princípio norteia as relações entre produção, riqueza e renda nas Contas Nacionais: a produção é a única fonte de variação da riqueza, e essa variação da riqueza, disponível para consumo ou acumulação, é a renda. Não pode haver geração de renda sem haver produção e vice-versa. Receitas obtidas de forma outra que não a produção não podem ser consideradas como renda porque são obtidas desfazendo-se de ativos já produzidos.

Por exemplo, a produção de máquinas e equipamentos novos gera renda. Contudo, a receita auferida pela venda de uma máquina herdada do período anterior não significa acréscimo de riqueza para a economia, mas simplesmente uma troca de ativos preexistentes entre dois agentes: o vendedor preferindo preservar sua riqueza sob forma líquida (moeda) e o comprador optando por preservá-la sob forma não líquida (a máquina). Caso a troca tenha sido efetuada por valores distorcidos, distantes do preço "justo" de mercado, qualquer acréscimo de riqueza percebido pelo agente beneficiado na troca corresponde exatamente a uma perda de patrimônio do outro.

De acordo com o exposto acima, os estoques de bens acumulados ao final de um determinado período contábil só podem ser considerados como adição de riqueza à economia como um todo quando tratados em termos de variações líquidas em relação ao período anterior. Assim, se ocorre uma variação negativa nos estoques, é porque houve uma perda de riqueza, diminuindo a renda do período em questão. Pela mesma razão considera-se a renda líquida melhor indicador da variação da riqueza do que a renda bruta, pois essa última considera como aumento efetivo do estoque de capital os investimentos que se destinam apenas a repor o capital fixo depreciado no período.

3. A QUESTÃO DOS RECURSOS NATURAIS NAS CONTAS NACIONAIS

Existe, contudo, um conjunto de recursos que são utilizados como insumos dentro da fronteira de produção mas que não podem ser produzidos dentro dela. Esses recursos são classificados como ativos não produzidos, podendo ser tangíveis ou intangíveis. Os recursos naturais encontram-se nessa categoria: uma vez que sua geração não é fruto de atividades produtivas, a variação de seus estoques não pode afetar a renda convencionalmente calculada. Por esse motivo, as Contas Nacionais ignoram a exaustão ou degradação dos recursos naturais, muito embora esses processos possam ter importância econômica para o país em questão.

Cria-se, assim, um viés no tratamento dos recursos naturais: o cálculo do PIB só considera os ganhos que se obtém na exploração desses recursos, gerando uma falsa sinalização quanto à sua utilização. Quanto mais exauridas as reservas de recursos naturais (por exemplo, a exaustão das minas de um recurso mineral ou a extração não manejada de madeira em florestas nativas), maior será o crescimento do produto. Mas, dessa forma, não são levadas em conta as perdas de ativos não produzidos decorrentes do processo de exaustão (a diminuição das reservas naturais dos recursos em questão, reduzindo sua disponibilidade para uso futuro). O mesmo ocorre com a perda de qualidade de recur-

tos naturais causada pela poluição do ar e da água, ou pelo acúmulo de resíduos sólidos: os danos aos ecossistemas não são contabilizados. Além disso, os custos de mitigação decorrentes de problemas ocasionados pela degradação dos recursos naturais são vistos como acréscimos do nível de atividades, como é o caso das despesas ocasionadas para despoluir e descontaminar o meio ambiente.

Em outras palavras, a arquitetura adotada pelos Sistemas de Contas Nacionais deu ênfase à determinação do nível corrente de atividades, mas não apresentou soluções satisfatórias para lidar com a possível exaustão ou contínua degradação dos recursos naturais no longo prazo. Pode ser que, em parte, isso se deva à maior preocupação na época da formulação dos primeiros modelos de Contas Nacionais em garantir níveis de atividade próximos ao pleno emprego através de mecanismos de política econômica de curto prazo. A capacidade da economia manter o mesmo ritmo de atividades relacionadas à utilização de recursos naturais em períodos futuros ou a perda de qualidade de vida ocasionada pelas emissões de poluentes poderiam, nesse contexto, não ser as questões prioritárias.

Nas últimas décadas, porém, a maior conscientização da importância dos recursos naturais para o desenvolvimento sustentável tem levado a questionamentos crescentes quanto aos procedimentos convencionais de Contas Nacionais. Um exemplo já referido desse viés está no tratamento dispensado à extração de recursos minerais. A estimativa do valor adicionado para essa atividade é obtida pela diferença entre o valor bruto da produção e o consumo intermediário, que leva em consideração despesas com insumos e operações industriais, e outras despesas correntes que não envolvem o pagamento de rendas primárias. O valor adicionado assim obtido é distribuído entre remunerações a empregados e excedente operacional. Em outras palavras, o excedente da extração mineral equivale à diferença entre o valor de venda do minério na "boca da mina" e os custos correntes de extração, inclusive com mão-de-obra.

Todavia, o minério não está sendo produzido mas sim retirado. Logo, a extração do minério também implica em uma diminuição do estoque de ativos não produzidos (a reserva natural de ocorrência). O

valor monetário dessa perda está embutido na receita obtida pelo minerador no preço de venda, mas não deveria fazer parte de sua renda. Nenhum esforço é feito para retirar do excedente o valor econômico dessa perda, o que equivale a considerar inalterado o estado da reserva mineral, mesmo após a extração. Assim, o procedimento hoje vigente só poderia ser considerado válido caso a extração corrente do minério não ameaçasse a sua disponibilidade futura, o que não é verdadeiro para uma série de recursos que apresentam escassez crescente.

Em suma, a consistência dos atuais procedimentos das Contas Nacionais se fragiliza quando a sustentabilidade das atividades econômicas baseadas na exploração de recursos naturais é colocada em questão. A sustentabilidade, entendida como a capacidade de explorar presentemente os recursos sem comprometer os níveis futuros de atividade, envolve uma perspectiva de tempo bem mais ampla do que as Contas Nacionais estão aptas a lidar. Com o intuito de introduzir essa nova dimensão no cálculo do produto, um número cada vez maior de estudos tem sido produzidos propondo correções no tratamento dispensado aos recursos naturais dentro das Contas Nacionais. Esses estudos são conhecidos como Contas Ambientais, e serão brevemente descritos nas seções seguintes.

Box 1: Sustentabilidade e suas interpretações econômicas (traduzido de YOUNG, 1997)

Sustentabilidade, semelhante a outros princípios como democracia e justiça, é um conceito fácil de pronunciar mas difícil de definir. Na literatura de economia do meio ambiente, o debate referente às condições de sustentabilidade tendem a ser baseados em dois conceitos: sustentabilidade "fraca" e "forte". O teste da sustentabilidade fraca é uma regra intuitiva baseada na hipótese de substituição sem restrições entre ativos produzidos e não produzidos. Uma economia é considerada "não sustentável" se a poupança total fica abaixo da depreciação combinada dos ativos produzidos e não produzidos, os últimos, usual-

mente, restritos a recursos naturais (PEARCE & ATKINSON, 1993, 1995). A idéia por trás é a de que o investimento compensa as gerações futuras pelas perdas de ativos causadas pelo consumo e produção correntes (formalmente representada pela "regra de Hartwick").

Essa abordagem tem sido criticada em termos das hipóteses assumidas (crítica externa) e inconsistência metodológica (crítica interna). A crítica externa concentra-se na incapacidade do capital produzido pelo homem substituir os serviços vitais fornecidos por algumas categorias de recursos naturais. Argumenta-se que o enfoque da sustentabilidade fraca falha em reconhecer as características únicas de certos recursos naturais que, por não serem produzidos, não podem ser substituídos pela ação humana. Como conseqüência do argumento prévio, o consumo de capital natural pode ser irreversível, e a agregação simples com o capital produzido pode não ter sentido.

A crítica interna refere-se à inconsistência na valoração do capital, um argumento similar ao problema da agregação no debate "Cambridge-versus-Cambridge" sobre teoria do capital. O objetivo da abordagem da sustentabilidade fraca é obter uma agregação combinando capital produzido e natural. Isso requer um numerário comum, uma função atribuída ao sistema de preços correntes: para serem valorados, os recursos naturais devem se referir aos preços existentes (o capital produzido é estimado pelos preços de mercado observados). Entretanto, argumenta-se que o numerário não deveria basear-se no sistema de preços vigentes porque ele não capta inúmeros aspectos ambientais – que é exatamente o problema original motivador da valoração de recursos naturais. Um sistema de preços apropriado deveria considerar como cada bem seria afetado se todas as funções ambientais fossem monetizadas – mas as funções ambientais só podem ser monetizadas se o sistema de preços for conhecido. Esse problema de circularidade tornaria o uso de preços de mercado um procedimento bastante questionável para alcançar a conclusão se uma economia é ou não sustentável (VICTOR *et al.*, 1994).

Como alternativa ao enfoque da sustentabilidade fraca, indicadores de sustentabilidade "forte" têm sido sugeridos. Indicadores fortes são objetivados a identificar e medir o capital natural "crítico" de modo

que toda depreciação positiva se tornaria um sinal de não sustentabilidade. O capital natural "crítico" seria delineado pelo trabalho científico interdisciplinar, incorporando aspectos como a definição de padrões mínimos de segurança e capacidade máxima de suporte. Entretanto, existe uma enorme distância entre os princípios por trás da sustentabilidade forte e a elaboração de indicadores que possam ser usados consistentemente com o arcabouço macroeconômico existente. Essa lacuna refere-se não somente aos problemas de dados, mas, fundamentalmente, às incompatibilidades entre procedimentos ecológicos e os conceitos econômicos tradicionais. Na verdade, as duas perspectivas aparentam ter interpretações distintas do conceito de capital. A visão de sustentabilidade forte está preocupada principalmente com a substitutibilidade dos ativos em termos físicos (i.e., se o ativo pode ser reproduzido pela ação humana ou não) enquanto que a teoria econômica convencional enfatiza a propriedade do capital como reserva de valor, no sentido de que pode ser trocado por qualquer outro ativo que seja socialmente considerado como seu equivalente, independentemente da forma pela qual esses ativos foram obtidos inicialmente – o capital é baseado em valores sociais, ao invés de conceitos físicos ou biológicos.

Portanto, apesar dos problemas apontados acima, a maioria dos estudos empíricos ao nível nacional adota o enfoque da sustentabilidade fraca, incluindo os exercícios de contabilidade ambiental. Pelos mesmos motivos, esta análise adotará a abordagem da sustentabilidade fraca: se a economia falha nesse teste, ela provavelmente falhará em outras avaliações mais rigorosas.

4. PROPOSTAS DE AJUSTE: AS CONTAS AMBIENTAIS

Ainda não existem formas consensuais sobre o tratamento a ser dispensado aos recursos naturais e sobre a forma de inseri-los dentro das Contas Nacionais, embora grandes avanços tenham sido alcançados recentemente. Os objetivos das propostas variam consideravelmente, oscilando desde a construção de contas periféricas ("contas satélites") que mantêm inalterado o cálculo do PIB convencional, até a formulação

completa de um novo sistema de agregação de informações que não se restrinja apenas às transações de natureza econômica.

Esta seção mostra as principais conclusões e controvérsias surgidas nesse debate. As seções seguintes apresentam as duas formulações principais que surgiram após essa etapa preliminar de discussão, constituindo a base metodológica para experiências práticas de mensuração. Essas formulações são o Sistema Integrado de Contas Econômicas e Ambientais (SICEA), elaborado pelo Escritório de Estatísticas das Nações Unidas (UNSO), e a Matriz de Contas Nacionais incluindo Contas Ambientais (NAMEA), trabalho iniciado pelo Instituto de Estatísticas holandês e posteriormente adotado pelo Escritório Estatístico da União Européia (EUROSTAT). Ambos são sistemas integrados que buscam uniformizar os procedimentos necessários para obter-se estatísticas ambientais integradas com medidas convencionais de desempenho econômico e, apesar de algumas importantes diferenças entre ambos, não são incompatíveis entre si: como será visto mais adiante, a NAMEA pode ser pensada como parte de um sistema maior de informações nos moldes do SICEA.

4.1. Classificação dos recursos naturais

O primeiro problema para incorporar variáveis ambientais nas Contas Nacionais diz respeito às formas de classificação de recursos naturais. Apesar da diversidade de maneiras pelas quais pode-se agrupar os recursos naturais, é bastante usual a prática de separá-los em duas grandes categorias: recursos exauríveis e recursos de fluxo¹.

Recursos exauríveis

São aqueles cuja exploração pela atividade humana leva necessariamente à redução na sua disponibilidade futura, como é o caso dos recursos minerais e florestais. A disponibilidade futura varia inversamente com o ritmo de exploração dos recursos; logo, o enquadramento de

um recurso como exaurível pressupõe a possibilidade de sua escassez futura. A preocupação deve ser com as variações ao longo do tempo nos estoques desses recursos e com a perda de riqueza decorrente de sua não disponibilidade para as gerações futuras. Este problema já era tratado pela microeconomia há bastante tempo (com destaque para o trabalho de H. Hotelling)² e o debate sobre Contas Ambientais acrescentou a dimensão macroeconômica a esse problema: uma economia não pode ter uma trajetória sustentável se for baseada apenas na exaustão de recursos naturais finitos.

Recursos de fluxo

São aqueles que podem ter suas condições originais restauradas pela ação natural ou humana, como o ar e a água. A utilização desses recursos não reduz os seus estoques, ao menos no curto prazo. No entanto, podem ocorrer degradação, contaminação ou outras formas de perda de qualidade que acabam gerando perdas na capacidade produtiva e na qualidade de vida dos indivíduos das comunidades afetadas. Essa questão já era tratada nos manuais de microeconomia nos problemas de *externalidades*, ou os custos sociais que não são incorridos pelo agente responsável pelo dano, e que por isso resultam em situações onde a coletividade perde mais do que o ganho individual auferido pelo causador do problema.³

Dificuldades práticas de classificação

A classificação em recursos de fluxo ou exauríveis não é isenta de ambigüidades. Os recursos de fluxo são geralmente identificados com os recursos renováveis, e os exauríveis são associados aos não-renováveis. Mas existem casos que escapam a essa regra. Essa dubiedade é clara nos casos do petróleo, considerado exaurível porque sua formação leva tempo superior a milhares de anos, e das florestas que, apesar de renováveis, podem ser consideradas exauríveis pois não se recuperam caso sejam destruídas as condições ecológicas que garantem sua regeneração natural (MARGULIS, 1990).

O solo é outro recurso natural de difícil classificação nos termos propostos acima. Por um lado, pode ser classificado como recurso de fluxo porque a sua utilização corrente não impede sua utilização futura. Porém, o solo possui determinadas características naturais que podem ser permanentemente comprometidas como consequência de seu mau uso. Do mesmo modo, as águas superficiais são tratadas como recursos de fluxo, embora as reservas de água potável sejam recursos cada vez mais escassos.

Outra forma de classificação: Existência de mercados

Outra forma de diferenciar os recursos naturais está baseada na existência ou não de mercados organizados de compra e venda. Esses mercados restringem-se apenas aos recursos exauríveis, praticamente inexistindo para os recursos de fluxo, sobre os quais não há direitos de propriedade. Os efeitos da degradação desses recursos sobre as atividades econômicas são indiretos e muitas vezes perceptíveis somente no longo prazo. Como será visto adiante, as técnicas de imputação de valor passam a ter importância vital no estudo desses recursos, pois a principal questão que se tenta responder é saber quais seriam os preços de mercado que os recursos de fluxo assumiriam caso mudanças institucionais fossem adotadas definindo direitos de propriedade sobre seu uso.

A exploração dos recursos exauríveis, ao contrário, visa geralmente a sua venda no mercado. Os efeitos da exaustão sobre os níveis correntes de produto e renda são diretos e os preços de mercado funcionam como primeira aproximação para sua valoração. No entanto, essa exploração traz uma redução imediata na disponibilidade das reservas, diminuindo a capacidade futura de produção e geração de renda. A questão crucial está em saber como os níveis correntes de renda podem variar em termos de intensidade, velocidade e direção, dada uma expectativa de decréscimo futuro na capacidade de produção.

A classificação dos recursos naturais, dada a existência ou não de mercado específico, possui a vantagem de associar a diferenciação entre os recursos naturais aos métodos pelos quais estão sendo valorados. Mas também é sujeita a situações de indefinição, pois pode-se

comercializar o direito de acesso a um recurso, sem que se esteja comercializando o próprio recurso. Por exemplo, pode-se cobrar uma taxa de visita a um parque florestal, mas isso não significa que a floresta esteja sendo comercializada. Logo, ainda que se opte por esse procedimento, o enquadramento dos recursos naturais em exauríveis ou de fluxo não fica isento de arbitrariedades, podendo variar de acordo com a classificação adotada por cada estudo.

Box 2: Valoração dos recursos ambientais

O valor econômico dos recursos ambientais tem sido desagregado na literatura da seguinte maneira:

$$\text{valor econômico total} = \text{valor de uso} + \text{valor de opção} + \text{valor de existência}$$

O valor de uso (VU) representa o valor atribuído pelas pessoas pelo uso ou usufruto, propriamente dito, dos recursos ambientais. O VU é composto pelo valor de uso direto (VUD), onde o indivíduo usufrui atualmente de um recurso através de, por exemplo, extração, visitação ou alguma outra forma de atividade produtiva ou consumo direto, e pelo valor de uso indireto (VUI), onde o benefício atual do recurso é derivado de funções ecossistêmicas como, por exemplo, a proteção dos corpos d'água decorrente da preservação das florestas.

Porém, aquelas pessoas que não usufruem atualmente de serviços prestados pelo meio ambiente podem também atribuir um valor a este. Trata-se de um valor relacionado a usos futuros que podem gerar alguma forma de benefício ou satisfação aos indivíduos. Este valor é referido como valor de opção (VO), ou seja, opção para uso futuro – direto ou indireto – ao invés do uso presente conforme compreendido no valor de uso.

A terceira parcela, o valor de existência (VE), se caracteriza como um valor de não-uso. Esta parcela é a mais difícil de conceituar, pois representa um valor atribuído à existência do meio ambiente independentemente do seu uso atual ou futuro. Trata-se do valor conferido

pelas pessoas a certos recursos ambientais, como florestas e animais em extinção, mesmo que não tencionem usá-los ou apreciá-los.

QUADRO 4.1 – Taxonomia para a Valoração dos Recursos Ambientais

Valor Econômico Total dos Recursos Naturais			
Valor de Uso			Valor de Não-Uso
Valor de Uso Direto	Valor de Uso Indireto	Valor de Opção	Valor de Existência
Recursos diretamente consumíveis	Benefícios das funções ecossistêmicas	Valores diretos e indiretos futuros	Valor do conhecimento da continuidade da existência

Fonte: Pearce e Warford. (1993)

Várias técnicas têm sido desenvolvidas para estimar esses valores (para uma análise detalhada da questão, ver SERÓA DA MOTTA, 1998). Entre as mais recorrentes formas de imputar valor aos recursos ambientais destacam-se:

- técnica da produção sacrificada: mede o dano ambiental a partir da perda de produção por ele causada. Por exemplo, o custo da poluição da água é pelo menos equivalente à perda de recursos pesqueiros decorrentes do vazamento de efluentes em rios, lagoas ou baías.

- técnica do preço da propriedade: através de procedimentos econométricos, mede a perda de valor de ativos ocasionada por degradação da qualidade ambiental. Por exemplo, o custo da poluição sonora ou do ar é pelo menos equivalente à depreciação dos preços de imóveis localizados em área de grande ruído ou poluição atmosférica.

- técnica do custo de viagem: atribui valor a um determinado sítio natural em função dos gastos demonstrados pelos visitantes que se deslocam para apreciar os benefícios turísticos ou de recreação do local. Por exemplo, um parque natural vale pelo menos o montante total de gastos desembolsados pelas pessoas que deslocam para visitá-lo.

- técnica da valoração contingente ou do mercado hipotético: a mais polêmica de todas, identifica o valor do recurso ambiental ou de alguma propriedade sua através de pesquisas diretas às pessoas para indagar o valor que elas estão dispostas a pagar por esse benefício, ou

dispostas a receber para compensar sua perda. Por exemplo, o valor do parque natural referido acima poderia também ser obtido através de questionários perguntando diretamente quanto os visitantes estariam dispostos a pagar para que essa área permaneça preservada.

4.2. Formas de contabilização e valoração

A classificação dos recursos naturais é importante porque as formas de correção do PIB decorrentes da degradação dos recursos de fluxo são distintas das propostas de ajuste devido ao esgotamento de recursos exauríveis. Por esse motivo, as propostas de contabilização e valoração variam de recurso para recurso, sem uma forma única de integração.

As primeiras sugestões para um sistema de contabilidade de recursos ambientais propunham contas em unidades físicas, sem que valores monetários fossem associados. Haveria contas específicas inventariando os fluxos ou estoques relacionados a qualidade ou quantidade para cada recurso. Porém, por não serem apresentados em um denominador comum (papel desempenhado pelos preços nos sistemas convencionais de contabilidade); não é possível agregar os resultados dessas contas ou afetar a medida do PIB.⁴ Por esse motivo, as propostas de contas ambientais em unidades físicas acabam sendo vistas como uma etapa intermediária, cujos resultados têm menor impacto do que as contas monetizadas mas que são necessárias para a construção dessas últimas. A NAMEA é um exemplo de sistema de contas em unidades físicas atualmente em aplicação por órgãos estatísticos oficiais, e sua estrutura será analisada adiante.

As sugestões apresentadas visando ao ajuste das Contas Nacionais através da valoração da degradação dos recursos ambientais devem ser separadas de acordo com a classificação do recurso, como recurso de fluxo ou recurso exaurível.

Recursos de fluxo

Com relação aos recursos de fluxo, três propostas de incorporação nas contas ambientais se destacam. São elas: despesas defensivas, despesas ambientais e benefício ambiental líquido.

a) Despesas Defensivas

Essa proposta sugere que sejam excluídos da demanda final todos os custos que a economia incorreu a fim de se precaver contra a poluição ou degradação decorrente do uso dos recursos de fluxo. Referem-se aos gastos que são convencionalmente classificados como consumo pessoal ou formação de capital mas que não refletem melhorias nas condições de vida ou de produção da economia. Por isso, essas despesas deveriam ser tratadas como um tipo específico de consumo intermediário, referente ao consumo ambiental envolvido na produção. O objetivo dessa proposta é impedir que o conjunto das atividades decorrentes da degradação ambiental, tais como despesas médicas ou instalação de equipamentos anti-poluente, sejam vistos como acréscimos de riqueza à economia. Os trabalhos de LEIPERT (1986 e 1987) são citados como principais referências de estudos empíricos na Alemanha usando essa técnica.

A valoração das despesas defensivas seria, então, definida pelos gastos que a economia efetivamente incorreu para se preservar da degradação ambiental. Tratam-se de gastos já realizados e que devem ser reclassificados; por isso, os próprios preços observados no mercado podem ser utilizados para a valoração das despesas defensivas. O resultado desse ajuste seria a diminuição da demanda final da economia e, conseqüentemente, do produto. A principal crítica a esse procedimento está na arbitrariedade da definição do que é considerado despesa defensiva. Por exemplo, poder-se-ia argumentar que os gastos com alimentação são despesas defensivas contra a fome, ou insumos necessários para a manutenção da força de trabalho. No limite, todo consumo pessoal ligado ao que cada indivíduo considera sua subsistência poderia ser excluído da demanda final.

b) Despesas Ambientais

O ajuste a partir das despesas ambientais consistiria em retirar do produto as despesas que seriam necessárias para evitar a degradação ou restaurar e substituir os elementos degradados do meio ambiente no período de referência. Referem-se ao montante que a economia deveria despende para evitar a degradação, mantendo o meio ambiente intacto ou plenamente restaurado (ver BARTELMUS *et al.* 1991). Por serem gastos potenciais, que deveriam ter sido realizados mas que não ocorreram, eles se diferenciam das despesas defensivas, que são gastos efetivos. O sentido do ajuste proposto, contudo, é o mesmo: diminuição do produto.

A valoração das despesas ambientais se daria pela estimativa de gastos que seriam necessários para manter o meio ambiente de volta às suas condições de equilíbrio. Essa estimativa diz respeito ao custo de recuperar os elementos degradados durante um período, baseada em padrões técnicos de tolerância determinados pelas agências de fiscalização ambiental. A disponibilidade de trabalhos nessa linha é maior, e a principal referência conceitual é o trabalho de BARTELMUS *et al.* (1989). Aplicações foram feitas por UNO (1988) para o Japão, DALY & COBB (1990) para os EUA e por TONGEREN *et al.* (1991) para o México. Este último foi um dos estudos de caso realizado com assistência técnica do United Nations Statistical Office que constituíram a base da proposta metodológica do SICEA, detalhada mais adiante.

Todavia, esta abordagem também tem pontos de fragilidade, derivados da premissa de que o valor das perdas ambientais é definido a partir de limites técnicos de tolerância. A definição desses critérios não é trivial, pois o conhecimento sobre a extensão total dos impactos ambientais é ainda bastante incompleto e a definição dos critérios acaba sendo resultado de um processo de negociação entre instituições, o que lhe outorga uma dimensão política. Além disso, os métodos de avaliação estão fortemente vinculados ao estado presente das técnicas anti-polução, e os resultados dessa abordagem não indicam o estado do meio ambiente, mas sim o desenvolvimento tecnológico: se uma nova técnica anti-polução se tornar disponível a custo mais baixo, reduz-se a diferença entre o produto convencionalmente medido e o ajustado para

considerar a perda ambiental, sem que a situação ambiental sofra qualquer alteração (HUETING, 1991).

c) Benefício Ambiental Líquido

Uma terceira maneira de tratar o uso dos recursos de fluxo dentro das Contas Nacionais é através do tratamento dos custos e benefícios sociais prestados pelo meio ambiente como agente econômico, cujas transações com os demais agentes seriam valoradas e consolidadas em uma conta específica (PESKIN, 1989). Como as contas dos demais agentes da economia, a conta de meio ambiente seria dividida em duas partes. A crédito seriam computados os subsídios que o meio ambiente presta a determinados agentes que se beneficiam do uso gratuito dos recursos de fluxo. O montante que deveria ser gasto pelo usuário em termos de recuperação dos recursos corresponde ao serviço prestado pelo meio ambiente, e que deveria ser acrescido ao produto (imputado) como produção ambiental. A débito seriam lançados os custos impostos aos demais agentes econômicos que tiveram vedado o acesso aos recursos devido à sua degradação ocasionada por terceiros, e que são denominadas perdas ambientais. As perdas ambientais, por serem externalidades negativas que acarretam em perdas de bem-estar dos agentes, seriam subtraídas do produto sob forma de consumo ambiental. O saldo entre serviços e perdas ambientais representaria o benefício líquido da utilização dos recursos naturais, e seria incorporado à produção ambiental.

No caso dos recursos de fluxo, que não dispõem de preços de mercado, dever-se-iam usar técnicas de valoração de forma a mensurar a disposição a pagar ou aceitar pela eliminação das perdas ambientais. Os serviços ambientais seriam, dessa forma, calculados pela disposição a pagar pelo tratamento do recurso, e as perdas estimadas pela disposição a pagar dos agentes pelo consumo daqueles recursos. Uma taxa de desconto intertemporal deveria ser introduzida para o caso da perda ambiental não ocorrer no presente, mas ser esperada no futuro.

A fundamentação teórica da análise custo-benefício está na aplicação da teoria neoclássica do bem-estar à utilização dos recursos naturais.

O ponto de utilização ótima seria determinado igualando-se o serviço ambiental marginal à perda ambiental marginal, ou seja, quando o benefício marginal da utilização do recurso for nulo. Contudo, como já discutido no capítulo 1, as Contas Nacionais não visam a medir bem-estar mas o nível de atividade da economia. A diferença entre essas duas visões é profunda, pois a questão da determinação do nível de produto é inexistente na análise custo-benefício: seguindo a tradição neoclássica, o produto é sempre determinado no limite do pleno emprego, e o problema é maximizar o bem estar social derivado do seu uso. Isso contraria o princípio keynesiano da demanda efetiva, que justifica teoricamente a preocupação em medir o nível de atividade no curto prazo. Portanto, essa proposta parte de fundamentos teóricos (teoria neoclássica do bem estar) incoerentes com os das Contas Nacionais (teoria keynesiana da demanda efetiva).

Outra crítica a essa visão está na capacidade dos indivíduos da geração presente estarem aptos a avaliar os impactos que a degradação dos recursos ambientais pode ocasionar tanto no seu bem-estar quanto no das gerações futuras. Uma crítica subjacente está ligada a distorções no das gerações futuras. Uma crítica subjacente está ligada a distorções que a valoração pela disposição a pagar pode gerar em situações onde a distribuição de renda é muito concentrada. Nesses casos, as preferências das classes pobres poderiam ser omitidas porque sua capacidade individual de pagar é bastante reduzida, apesar de serem a maioria da população (MUELLER 1991).

O Quadro 4.2 sintetiza as propostas de contabilização dos custos ambientais e as respectivas técnicas de valoração dos impactos decorrentes do uso de recursos de fluxo.

Quadro 4.2 – Propostas de contabilização dos custos ambientais e valoração do uso de recursos de fluxo

Técnica de valoração	Forma de contabilização dos custos ambientais
a) Gasto efetivo decorrente da mitigação da degradação	(Menos) Despesas Defensivas
b) Gasto necessário para evitar a degradação	(Menos) Despesas Ambientais
c) Disposição a pagar ou aceitar dos indivíduos pela eliminação da degradação	(Mais) Benefício Ambiental Líquido

Contudo, a aplicação de uma determinada forma de correção das Contas Nacionais não implica necessariamente na aceitação da correspondente técnica de valoração. Os estudos de natureza empírica acabam, por vezes, adotando saídas híbridas que usam técnicas de valoração distintas das que seriam inicialmente compatíveis com a forma de ajuste proposto. Isso se verificou, por exemplo, no estudo pioneiro para o Brasil, coordenado por SERÓA DA MOTTA (1995). O trabalho adotou os conceitos de perdas e serviços ambientais para fornecer estimativas econômicas da utilização da água como receptora de esgoto doméstico urbano. No entanto, não utilizou a metodologia de disposição a pagar como forma de valoração. Os serviços ambientais foram estimados a partir do custo de implementação de uma rede de captação e tratamento capaz de dar conta do esgoto doméstico urbano não coletado e tratado, e as perdas ambientais foram obtidas a partir de estimativas de custos de tratamento médico, dias parados e mortalidade, decorrentes da incidência de doenças de veiculação hídrica. O argumento apresentado para justificar as aproximações empregadas, cujas limitações os próprios autores reconhecem ser discutível, foi a ausência de outras alternativas viáveis de valoração.

Em suma, todos os procedimentos sugeridos apresentam problemas metodológicos que são ainda agravados pela precária disponibilidade de informações estatísticas e conhecimento da extensão dos impactos ambientais. Ainda há muito que avançar tanto na melhor forma de se proceder o ajuste nas Contas Nacionais quanto na elaboração de técnicas de valoração dos recursos. Mesmo as metodologias estão sendo adotadas como modelo para os escritórios estatísticos nacionais, analisados a seguir, não são isentas de problemas e viés, dada a necessidade de adotar hipóteses apriorísticas de como funcionam as relações entre economia e meio ambiente.

Recursos Exauríveis

O problema central dos estudos nessa linha refere-se ao possível esgotamento dos recursos não-renováveis. Eles enfatizam que a opção de explorar e consumir tais recursos no presente leva necessariamente a uma diminuição na capacidade futura de se usufruir dos mesmos. Trata-

se, portanto, de uma questão de decidir como determinado recurso deve ser aproveitado intertemporalmente, tendo implícita a idéia de que o incremento no ritmo atual de extração leva ao sacrifício das gerações futuras.

As primeiras tentativas de avaliação do esgotamento de recursos exauríveis referem-se a balanços patrimoniais desses recursos medidos em unidades físicas, em alguns países desenvolvidos (Noruega, França e Canadá). As diferenças entre o estoque de abertura e o estoque de encerramento indicam a perda de patrimônio natural ocorrida em cada período, medida pela variação de quantidades do recurso em questão.

O problema desse tipo de abordagem é que, ao expressar os fluxos em unidades de massa ou volume de cada recurso, não consegue estabelecer uma unidade comum de mensuração capaz de agregar os resultados de recursos diferentes. E mesmo que se conseguisse adotar alguma unidade física comum, por exemplo em termos de energia, ainda sim não se conseguiria estabelecer correções nos Sistemas de Contas Nacionais, que são expressos em unidades monetárias.

A introdução de técnicas de valoração dos estoques de recursos naturais visa a sanar as dificuldades apontadas acima, ao buscar agregar os fluxos de recursos exauríveis utilizando uma unidade comum com as Contas Nacionais. Porém, também existem divergências quanto ao significado econômico do esgotamento dos estoques de recursos exauríveis e quanto aos procedimentos de valoração a serem adotados para calculá-la.

Duas formas diferentes de contabilização se destacam: depreciação do capital natural e custo de uso.

a) Depreciação do capital natural

Uma primeira forma de interpretação associa os estoques de recursos exauríveis ao patrimônio natural, que é uma forma específica de capital (capital natural) que não pode ser substituído pela atividade humana (REPETTO *et al.* 1989). O esgotamento dos recursos exauríveis, por levar a uma diminuição dos seus estoques, é encarada como uma

forma de depreciação do capital natural. Há também contrapartidas para variações dos estoques de recursos exauríveis que não se devem à atividade extrativa, tais como descobertas e reavaliações. Caso representem uma diminuição das reservas, são encaradas como depreciação do capital natural; caso signifiquem adição são vistas como apreciação do capital natural.

A forma de valoração do capital natural é baseada nas quantidades de recursos exauríveis disponíveis multiplicadas pelo seu preço líquido de custos de extração em um período determinado. A depreciação ou apreciação do capital natural são obtidas pela diferença entre os valores iniciais e finais do capital natural nesse período. A depreciação do capital natural significa diminuição do produto sustentável e a apreciação significa seu aumento.

b) Custo de Uso

Outro procedimento é encarar os recursos exauríveis como ativos que geram rendimentos enquanto durar sua exploração (EL SERAFY 1989). O esgotamento do recurso é considerado uma perda de ativo que pode ser compensada caso o rendimento obtido com a extração seja destinado para a aquisição de outros ativos. Uma vez que a aquisição desses outros ativos se dê através da incorporação de bens de capital novos (que são ativos produzidos), levando ao aumento do estoque de capital fixo da economia, estar ocorrendo um processo de investimento que possa compensar o desinvestimento ocasionado pela perda de ativos não produzidos.

A perda decorrente do esgotamento não deve ser considerada depreciação de capital natural, mas um custo de uso que representa o valor dos rendimentos futuros que são sacrificados pelo fato de se estar exaurindo a reserva no presente.

O custo de uso é calculado pelo valor presente da série de rendimentos que se espera obter da extração futura. Trata-se do mesmo procedimento de valoração dos demais ativos da economia, tornando a valoração dos recursos exauríveis dependente da capacidade de man-

ter níveis futuros de extração e do custo de oportunidade do capital da economia. O produto sustentável é, igual ao produto calculado de forma convencional menos o custo de uso. Por isso, o ajuste, sempre no sentido de diminuir ou, no máximo, manter o mesmo nível do produto, nunca podendo aumentá-lo.

O Quadro 4.3 sintetiza as duas propostas de ajuste das Contas Nacionais em função do esgotamento dos recursos exauríveis.

Quadro 4.3 – Propostas de contabilização dos custos ambientais e valoração do esgotamento de recursos exauríveis

Técnica de valoração	Forma de contabilização dos custos ambientais
a) Quantidade vezes preço líquido de custos	(Menos) depreciação (Mais) apreciação do capital natural
b) Valor presente dos rendimentos futuros	(Menos) custo de uso

A principal diferença entre eles está em tratar os recursos exauríveis como patrimônio que não pode ser exaurido ou como ativos que admitem substitutibilidade como fonte geradora de rendimentos futuros. Como no caso dos recursos de fluxo, ainda não há consenso na escolha sobre qual é o procedimento mais indicado para calcular as perdas derivadas do esgotamento de recursos exauríveis. Por exemplo, TONGEREN *et al.* (1991) utilizam ambos os procedimentos de valoração, sem apontar qual seria o mais correto para avaliar o esgotamento do petróleo no México.

Uma discussão mais detalhada sobre as diferenças dessas duas visões de contabilização dos recursos exauríveis encontra-se no Box 3

4.3. NAMEA

A Matriz de Contas Nacionais incluindo Contas Ambientais (NAMEA, a partir de sua denominação em inglês) é um sistema que integra informações estatísticas de recursos ambientais, associando fluxos de emissões e outros impactos ambientais com as atividades econômicas que os geraram. A origem da NAMEA está ligada ao trabalho desenvolvido pelo órgão estatístico oficial holandês (CBS), cujo primeiro trabalho piloto foi concluído em 1993, e, a partir de então, é produzida uma nova compilação anualmente (o histórico da NAMEA é descrito em KEUNING *et al.* 1999).

A estrutura é relativamente complexa, partindo de uma matriz de Contas Nacionais e criando novas contas para o meio ambiente. Essas novas contas apresentam informações sobre questões relacionadas ao meio ambiente e são expressas em unidades físicas, não sendo, por isso, passíveis de agregação às variáveis econômicas normalmente expressas em valores monetários. Além disso, são destacadas as transações econômicas que são parte das Contas Nacionais convencionais e que têm importância ambiental (como por exemplo serviços de limpeza urbana, produção de catalisadores e filtros, coleta e incineração de lixo etc). É criada uma conta para identificar a geração por setor produtivo de cada tipo de efluente selecionado. No caso da NAMEA holandesa foram destacados 11 tipos de resíduos diferentes, denominados "substâncias": dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), clorofluorcarbonetos (CFCs) e hálions, óxidos de nitrogênio (NO_x), dióxido de enxofre (SO₂), amônia (NH₃), fósforo (P), nitrogênio (N), resíduos sólidos e efluentes líquidos, além da extração de gás natural e petróleo – nesse caso, a preocupação é com o esgotamento das reservas naturais desses recursos, que são importantes fontes de receita para a economia holandesa.

Por outro lado, é apresentada a contribuição de cada atividade para o agravamento de problemas ambientais selecionados, denominados "temas ambientais". No caso holandês foram escolhidos como temas ambientais a geração de gases de efeito estufa, a depleção da

camada de ozônio, a acidificação do solo, a eutroficação da água, geração de lixo e esgoto, e consumo de combustíveis fósseis. São também explicitados a cobrança de impostos e taxas associados às questões ambientais, como o imposto sobre o consumo de combustíveis fósseis, introduzido para reduzir emissões de CO₂.

As informações são consolidadas seguindo-se a convenção das Contas Nacionais que considera nas colunas a oferta de bens e serviços, e seu impacto para a geração de poluentes, agravamento dos temas ambientais selecionados e depleção das reservas de recursos naturais. Nas linhas, os mesmos impactos são examinados pela perspectiva do uso dos bens e serviços (como consumo intermediário ou final, investimento e exportação). Porém, a ausência de um denominador comum impede a agregação das variáveis ambientais presentes entre si e com as variáveis econômicas. O quadro 4.4 apresenta um esquema simplificado que resume os principais aspectos do modelo.⁵

Quadro 4.4 – Esquema simplificado de Matriz de Contas Nacionais incluindo Contas Ambientais

	Consumo intermediário e investimento	Consumo final e exportações	Substâncias	Temas ambientais	Exaustão de reservas naturais
Consumo intermediário Calor Adicionado Importações	Contas Nacionais convencionais (unidades monetárias)		Emissão de poluentes causados pela produção de bens e serviços (unidades físicas)	Contribuição da produção para o agravamento de temas ambientais (unidades físicas)	Consumo de gás e petróleo causado pela produção de bens e serviços (unidades físicas)
"Substâncias"			Emissão de poluentes causados pelo uso de bens e serviços (unidades físicas)		
Temas ambientais				Contribuição do uso de bens e serviços para o agravamento de temas ambientais (unidades físicas)	
Exaustão de reservas naturais					Consumo de gás e petróleo causado pelo uso de bens e serviços (unidades físicas)

4.4. SICEA

O Sistema Integrado de Contas Econômicas e Ambientais (SICEA), trabalho do Escritório de Estatísticas das Nações Unidas (UNSO), foi elaborado com o intuito de compatibilizar as contas ambientais com a nova versão do Sistema de Contas Nacionais (BARTELMUS, 1994). O SICEA é baseado em contas satélites, isto é, busca expandir a capacidade informativa das Contas Nacionais sem alterar a coerência básica da estimativa do PIB e demais agregados macroeconômicos. Os objetivos do SICEA são:

1. identificar as transações econômicas relacionadas com recursos naturais que já estão presentes na estrutura convencional das Contas Nacionais, em particular as despesas defensivas – gastos que são efetuados para compensar externalidades ambientais negativas

2. relacionar as variáveis ambientais, expressas em unidades físicas, com as variáveis econômicas, expressas em valores monetários

3. apresentar indicadores de produto, renda e riqueza que contabilizem as perdas resultantes da degradação ou exaustão dos recursos naturais a partir da valoração monetária desses recursos

Os objetivos 1 e 2 são perfeitamente compatíveis com a proposta da NAMEA, que por isso pode ser considerada uma etapa intermediária para a elaboração do SICEA. A grande diferença é que este último avança na proposição de atribuir valores monetários às perdas ambientais. O Quadro 4.5 apresenta a estrutura básica proposta. O SICEA também está baseado na matriz de Contas Nacionais convencional (representada pela área sombreada do Quadro 4.5), mas incorporando a degradação e exaustão dos recursos naturais através da inclusão das variações de duas novas categorias de ativos no conceito de formação de capital. A primeira dessas novas categorias é denominada ativos não-produtos econômicos, e refere-se aos recursos naturais exauríveis que são usualmente comercializáveis e portanto estão diretamente relacionados à atividade econômica. Este seria o caso dos recursos minerais, da madeira obtida das florestas nativas e os recursos pesqueiros. O

segundo grupo são os ativos não-produtos ambientais, que caracterizam-se por não serem normalmente comercializáveis, embora tenham papel crucial para o bem estar da sociedade e para o nível de atividade econômica. Engloba recursos exauríveis que não são diretamente comercializáveis, como a qualidade do ar e da água, que pode ser afetada consideravelmente pela emissão de poluentes.

Quadro 4.5 – Esquema simplificado do Sistema Integrado de Contas Econômicas e Ambientais

	Atividades econômicas					
	Contas de fluxos			Contas de ativos		
	Produção	Resto do Mundo	Consumo Final	Econômicos		Ambientais
				Produzidos	Não-Produzidos	Não-Produzidos
Estoques de abertura				$K_0.p_0$	$K_0.p_e$	$K_0.p_a$
Oferta econômica	P	M				
Usos econômicos	Ci	X	G	I		
Depreciação	Depr			Depr		
PIL	Y_n			I_n		
Usos ambientais					$I.p_e$	
Depleção de recursos exauríveis	Ci.depl				$-Dpl.p_e$	
PIL Ambientalmente Ajustado - 1	Y_{n1}			I Eco		
Custos de degradação	Ci.degr					$-Dgr.p_a$
PIL Ambientalmente Ajustado - 2	Y_{n2}			I Eco		$-Dgr.p_a$
Reavaliações				Rev_{pp}	Rev_{pe}	Rev_{pa}
Estoques de encerramento				$K_1.p_p$	$K_1.p_e$	$K_1.p_a$

Fonte: Adaptado de BARTELMUS (1994) e SERÓA DA MOTTA & YOUNG (1995)

Essa diferenciação permite a obtenção de duas medidas ambientalmente ajustadas de produto. A primeira dessas medidas é obtida subtraindo do Produto Interno Líquido (PIL) a perda de valor dos ativos não-produzidos econômicos por causa da extração corrente, representando assim a mudança na capacidade produtiva total durante o período considerado. A variação dos ativos produzidos já é captada pelo PIL, pois nessa medida subtrai-se do investimento bruto a depreciação do capital fixo produzido por atividades humanas. A novidade aqui refere-se à variação dos ativos não-produzidos, que é obtida pela diferença entre o aumento do valor desses recursos por causas naturais, denominado por $I.p_e$ - por exemplo, a capacidade natural de crescimento de uma floresta ou de um cardume pesqueiro -, e o consumo das reservas naturais desses recursos (*depleção*) representado por $Dpl.p_e$. Dessa forma, caso haja uma extração maior do que a capacidade natural de recomposição do recurso, haverá uma perda no total dos ativos econômicos (I Eco), através da seguinte expressão:⁶

$$I \text{ Eco} = (I - \text{Depr}) + (I.p_e - Dpl.p_e)$$

A variável síntese do produto é denominada PIL Ambientalmente Ajustado 1 ($Yn1$), e corresponde à seguinte expressão:

$$Yn1 = C + I \text{ Eco} + (X - M)$$

Observe que o valor dos ativos é obtido pela multiplicação de unidades físicas pelo preço médio do ativo durante o período (representado por p). Por isso, o estoque final do recurso ($K_{t,p}$) pode ser obtido subtraindo-se a depleção ($Dpl.p_e$) e adicionando-se o "investimento natural" ($I.p_e$) ao estoque inicial do recurso ($K_0.p_e$), mais um termo de ajuste que considera as variações de preço do recursos entre os períodos e reavaliações de suas quantidades físicas ($Rev.p_e$). Esse último termo é introduzido porque o valor das reservas podem variar por problemas técnicos de medição ou mudança de preços, mas ambas situações não são resultado direto da maior ou menor pressão causada por extração.

Existe ainda grande controvérsia sobre a forma mais adequada de valorar as reservas de recursos exauríveis, em particular em relação à expectativa de preços futuros e taxa de desconto mais adequada (det-

lhada no Box 3). O objetivo dos autores do SICEA foi de tornar sua estrutura contábil compatível com diversas formas de valorar os recursos. Por isso, os estudos-piloto feitos usando o SICEA (para México e Papua-Nova Guiné) apresentam resultados de acordo com distintos procedimentos de valoração, como no estudo de caso feito para o México.

UFRJ/CCJE
Biblioteca Eugênio Gudin

Box 3: A controvérsia sobre a valoração dos recursos exauríveis

A existência de preços de mercado não resolve inteiramente o problema de estimar os custos da depleção de recursos exauríveis: qual é a perda causada pelo esgotamento crescente da reserva de um recurso natural?

A teoria econômica diz que o preço de um ativo deve ser igual ao valor presente das receitas líquidas esperadas do uso mais eficiente do recurso:

$$V_t = \sum_{t=0}^{n-1} \frac{1}{(1+d)^t} \cdot p_t \cdot q_t \quad 1$$

onde V_t é o valor presente do ativo no instante inicial t , n , é o período de extração esperado no instante t , d é a taxa de desconto, p_t é o *rent* unitário esperado (diferença entre receitas e custos por unidade de recurso) em cada período futuro t (ou seja, do período t até a exaustão esperada do recurso em $n_t - 1$) e q_t é a quantidade de recurso que se espera extrair no período t . Percebe-se nessa equação que é necessário lidar com a incerteza sobre os valores futuros de custos e preços dos recursos naturais, uma questão pouco freqüente nos modelos teóricos que tentam lidar com a questão. Dois métodos se destacaram como propostas de valoração de recursos exauríveis, mais especificamente para o caso particular dos recursos minerais (que não são renováveis): o método do preço líquido e o método do custo de uso.

O método do preço líquido foi originalmente empregado por REPETTO *et al.* (1989) para valorar a perda de recursos naturais na Indonésia. Sua abordagem considera que a variação do valor do recurso natural em um determinado período contábil deve ser obtida multipli-

cando-se o preço do recurso, líquido dos custos de extração, pela variação do seu estoque, obtida pela diferença entre os estoques inicial e final. Esse procedimento foi formalizado por YOUNG & SERÔA DA MOTTA (1995):

$$V_t = \sum_{c=1}^{n-1} \frac{1}{(1+d)^c} \cdot [(1+d)^c \cdot p_t] \cdot q_c = S_t \cdot p_t \quad 2$$

onde S_t é o estoque inicial do recurso (em unidades físicas), que deverá estar completamente exaurido ao final do último período. A perda ambiental é então estimada pela diferença no valor dos estoques entre os dois períodos:

$$DEP_t = -DV_t = S_{t-1} \cdot p_{t-1} - S_t \cdot p_t \quad 3$$

Essa metodologia foi, contudo, alvo de várias críticas, das quais duas se destacam. Em primeiro lugar, esse método pressupõe que o *rent* deva crescer de acordo com a regra de Hotelling, ou seja, que quanto maior a escassez maior o seu valor. Contudo, não há nenhum elemento teórico que garanta que essa regra seja cumprida no mundo real, e diversos estudos empíricos mostram que os preços dos recursos minerais estão longe de obedecer tal comportamento. A outra crítica refere-se ao tratamento de descobertas e reavaliações das reservas, que são bastante freqüentes no setor mineral. Como a dimensão dessas reavaliações pode ser muitas vezes superior à quantidade de minério extraída em um ano, tanto em termos positivos quanto negativos, a medida ajustada de produto é suscetível a enormes oscilações, muito maiores que o produto convencionalmente medido pelo setor, mas que não têm nada a ver com ritmo efetivo de extração do recurso.

Esse último problema foi resolvido pelo SICEA ao tratar as descobertas e reavaliações apenas em itens de reconciliação de balanço, não afetando as medidas de produto e renda ambientalmente ajustados. Portanto, os estudos de caso baseados no SICEA que utilizam esse método consideram como consumo de ativos econômicos não-produzidos o preço líquido de custo multiplicado apenas pela quantidade efetivamente extraída por ação humana.

A segunda abordagem para a valoração de recursos exauríveis foi proposta por EL SERAFY (1989). Ele critica o método do preço

líquido porque este considera como consumo de capital todo o *rent* obtido a partir da extração de recursos exauríveis, eliminando qualquer vantagem para um país que tenha vastos depósitos naturais. Para El Serafy, o esgotamento do recurso é considerado uma perda de ativo que pode ser compensada caso parte do rendimento obtido com a extração seja destinado para a aquisição de outros ativos. Uma vez que a acumulação desses outros ativos se dá através da incorporação de bens de capital novos, levando ao aumento do estoque de capital fixo da economia, pode ocorrer um processo de investimento que compense a perda de ativos não produzidos. Ao invés de tentar manter intocado o estoque de recursos naturais, o que se pretende é manter constante o valor total dos ativos produzidos e não produzidos através da formação de capital fixo capaz de gerar um fluxo constante de renda mesmo após a exaustão das reservas.

A parcela da receita que deve ser reinvestida para garantir a constância do estoque total de capital é denominada custo de uso (resgatando o conceito proposto por Keynes na *Teoria Geral*) e deve ser descontada do produto. Como os valores que o custo de uso pode assumir oscilam entre zero (quando se considera que as reservas são muito superiores ao nível corrente de extração) ou o *rent* na sua totalidade (quando a extração resulta no imediato esgotamento das reservas), o ajuste é sempre no sentido de diminuir ou, no máximo, manter o mesmo nível do produto convencional, mas nunca podendo excedê-lo ou tornar-se negativo.

Em termos formais, a proposta de El Serafy equivale a assumir que os níveis de extração e *rent* permanecem constante na equação (1):

$$V_t = p_t \cdot q_t \cdot \sum_{c=1}^{n-1} \frac{1}{(1+d)^c} \quad 4$$

O custo da depleção é dado pelo valor descontado da perda esperada de receitas líquidas quando o recurso estiver exaurido (i.e., após n_t períodos de tempo):

$$DEP_t = -DV_t = p_t \cdot q_t \cdot \frac{1}{(1+d)^{n_t}} \quad 5$$

Percebe-se que o método do custo de uso é bastante sensível à taxa de desconto a ser adotada (d) e ao tempo estimado para a exaustão

do recurso (n). Quanto maiores os valores para essas variáveis, menor será o custo de uso. Assim, a metodologia reflete a escassez do recurso, uma vez que a redução do produto só passa a ser significativa caso as atuais taxas de extração criem o risco de exaustão. Essa é uma vantagem sobre o método do preço líquido, que reduz todo o rent obtido pela extração de um recurso exaurível, independente da disponibilidade do recurso. Além disso, como mostram YOUNG & SERÔA DA MOTTA (1995), o método do preço líquido pode ser considerado um caso particular do método do custo de uso se o período de exaustão ou a taxa de desconto forem zero. O primeiro caso ($n = 0$) indica que a extração representa a imediata exaustão do recurso. O segundo caso ($d = 0$) é consistente com o argumento da "equidade intergeracional", que questiona o uso de taxas de desconto que reduzem os valores presentes de custos e benefícios futuros.

A segunda medida de produto ajustado desconsidera, além da depleção de recursos exauríveis, os custos de degradação dos recursos de fluxo. Esses custos são estimados pelos gastos necessários para evitar tal degradação – ou seja, a já referida abordagem das despesas ambientais. Por exemplo, a perda de qualidade do ar e das águas superficiais é estimada pelos gastos necessários para reduzir a poluição, de modo a permitir o retorno do meio aos padrões tecnicamente considerados aceitáveis. O somatório desses gastos é representado no Quadro 4.5 por $-Dgr.p_1$. Assim, a nova medida, denominada PIL Ambientalmente Ajustado -2 ($Yn2$), é necessariamente menor que $Yn1$, sendo uma forma mais completa de avaliação da perda total dos ativos não produzidos:

$$Yn2 = C + (I \text{ Eco} - Dgr.p_1) + (X - M)$$

5. CONTAS AMBIENTAIS PARA O BRASIL

O objetivo desta seção é exemplificar os conceitos apresentados anteriormente através de algumas estimativas preliminares para um sistema de Contas Ambientais no Brasil. Várias são as dificuldades para a elaboração de exercícios nesse tema. Em primeiro lugar, o Brasil ainda

não dispõe de um sistema de estatísticas ambientais organizado. Na ausência de dados obtidos a partir de coleta de campo, aproximações são utilizadas combinando informações sociais e econômicas com parâmetros técnicos de emissão obtidos a partir da literatura internacional. Por fim, cabe dizer que a depreciação do capital fixo (ou seja, dos ativos produzidos) também não é calculada para o Brasil, inexistindo medidas de produto e renda líquidos. Por isso, são apresentados nesta seção resultados de trabalhos acadêmicos de pesquisa e não de estatísticas oficiais. Como esses estudos não cobrem todos os recursos naturais e uma enorme quantidade de hipóteses simplificadoras e aproximações são adotadas, apenas três tipos de recurso serão aqui analisados:

- a depleção de recursos minerais;
- a emissão de poluentes industriais;
- a perda de recursos madeireiros por causa do desmatamento na Amazônia.

5.1- Depleção de recursos minerais

As atividades de extração mineral estiveram presentes desde o início da formação econômica do Brasil. Dentre os momentos de maior destaque, o ciclo do ouro dos séculos XVII e XVIII teve enorme importância histórica no período colonial. Cabe lembrar que foi exatamente um problema de exaustão de reservas naturais, no caso o esgotamento das minas de ouro e a conseqüente estagnação econômica das Minas Gerais, que acabou sendo o estopim para deflagrar a Inconfidência Mineira, o mais importante movimento de independência do século XVIII. Vários outros exemplos podem ser apresentados mostrando o ciclo de euforia-decadência das atividades de mineração, como no caso do declínio do garimpo de ouro de Serra Pelada, no Pará, após alguns anos de intensa prospecção. Isso evidencia que, apesar de ser um fato muitas vezes esquecido pelos responsáveis por políticas públicas, as reservas de recursos minerais não são infinitas, e caso não haja um

esforço de criação de atividades alternativas, a região onde a mineração está estabelecida entra rapidamente em declínio econômico.

Seguindo os procedimentos descritos anteriormente, esta subseção buscar valorar⁷ as perdas causadas pela extração de oito recursos minerais selecionados: chumbo, cromo, estanho, ferro, manganês, ouro, petróleo e tungstênio. Esses minérios foram escolhidos porque têm importância econômica significativa e porque as quantidades anuais extraídas apresentam magnitude próxima aos das suas reservas (extração anual de pelo menos 1% da reserva conhecida do recurso), indicando que são recursos escassos. Pelo motivo oposto, minérios relativamente abundantes – ou seja, cujas reservas são consideravelmente superiores às quantidades extraídas – não foram considerados (caso, por exemplo, da maioria dos minerais não metálicos).

A tabela 5.1 apresenta as quantidades extraídas e as reservas dos oito recursos minerais considerados para o ano de 1995, e a tabela 5.2 indica a evolução recente do período de exaustão de cada recurso (o nível de reservas dividido pela quantidade extraída, ou seja, o número de anos que se espera que as reservas durem caso a extração seja mantida nos níveis correntes). Note que a maioria das reservas entre 1990 e 1995 cresceu, apesar da extração ter aumentado para quase todos os minérios, refletindo o esforço contínuo de prospecção de novas jazidas. Essas descobertas fazem com que o período de exaustão aumente (caso do chumbo no período de 1990 a 1995), mas se o aumento da extração for proporcionalmente maior, o período de exaustão acaba sendo reduzido (caso do minério do ferro, o principal produto mineral brasileiro, que tem seu período de exaustão reduzido sistematicamente desde a década de 70). Existe ainda a possibilidade do período de exaustão aumentar mesmo que a reserva diminua, desde que a extração caia ainda mais (caso recente do tungstênio).

Tabela 5.1 – Quantidade extraída e reserva base⁸ dos minérios selecionados 1990/1995

	1990		1995	
	Extração	Reserva Base	Extração	Reserva Base
Chumbo (t)	303.029	19.153.966	320.598	57.159.406
Cromo (t)	709.671	18.636.392	1.107.491	23.834.049
Estanho (m ³)	18.472.238	484.561.910	15.086.308	373.948.455
Ferro (t)	213.078.805	18.985.274.376	248.571.125	20.327.034.353
Manganês (t)	3.675.368	193.002.869	4.076.910	184.169.950
Ouro (t)	19.150.715	868.859.909	44.619.352	1.895.118.787
Petróleo (m ³)	36.588.367	439.733.000	40.018.481	766.847.000
Tungstênio (t)	110.460	3.147.781	36.208	2.571.090

Fontes: Anuário Mineral Brasileiro 1988/97 e Balanço Energético Nacional 1999

Tabela 5.2 – Períodos de exaustão dos minérios selecionados (reserva/quantidade extraída) – 1975 a 1995

	1975	1980	1985	1990	1995
Chumbo	62	67	63	63	178
Cromo	10	17	16	26	22
Estanho	15	12	9	26	25
Ferro	166	113	105	89	82
Manganês	42	40	41	53	45
Ouro	31	295	66	45	42
Petróleo	12	20	11	12	19
Tungstênio	3	7	5	28	71

Fontes: Elaboração dos autores a partir de Anuário Mineral Brasileiro 1988/97 e Balanço Energético Nacional 1999

O valor adicionado da extração mineral é convencionalmente calculado pela diferença entre a receita da venda do minério e o consumo intermediário necessário à sua extração. Contudo, como já discutido antes, parte desse valor mascara uma perda de ativos que não é captada pelas Contas Nacionais. Para se calcular o custo de uso correspondente a essa perda, deve-se primeiro estimar o *rent* subtraindo-se do valor adicionado o pagamento aos fatores de produção envolvidos na extração: salários e encargos sociais, e o retorno "normal" do capital. Esse retorno normal do capital representa o custo de oportunidade dos ativos produzidos investidos na extração (qual seria o retorno anual do investimento em capital fixo necessário para a extração caso fosse realizado em outro setor que não o minerador).

No box 3 comentou-se que há divergências quanto ao melhor método para estimar o custo de uso. Por isso a tabela 5.3 apresenta as estimativas de produto ajustado para valores distintos de taxa de desconto: 0% (que é equivalente a considerar que o *rent* unitário cresce de acordo com a taxa de desconto, ou seja, método do preço líquido corrigido pelo SICEA), 5% e 10%. No primeiro caso, todo o *rent* deveria ser subtraído do produto ambientalmente ajustado, enquanto que nos outros casos apenas a parcela calculada de acordo com a equação 5 do box 3. Percebe-se claramente o efeito da taxa de desconto: quanto maior, menor é a diferença entre o produto convencionalmente medido e o ajustado. Assim, o produto ajustado pelo método do preço líquido corrigido (taxa de desconto 0%) é o que apresenta menores valores, enquanto que os valores estimados com a taxa de desconto de 10% são bastante próximos dos valores convencionalmente estimados.

Tabela 5.3 – Produto ajustado da extração dos oito minérios selecionados – 1990 a 1995 (R\$ de 1995)

Ano	Produto Convencional	Rent	Produto Ajustado Método do preço líquido	Produto Ajustado Taxa de desconto 5%	Produto Ajustado Taxa de desconto 10%
1990	3.576.479.007	1.835.417.245	1.741.061.762	3.067.116.253	3.444.999.821
1991	3.594.354.052	1.737.413.880	1.856.940.172	3.006.582.678	3.453.219.572
1992	3.179.946.904	1.490.309.864	1.689.637.040	2.847.006.813	3.129.795.840
1993	2.953.931.407	1.313.375.528	1.640.555.879	2.745.926.036	2.952.696.261
1994	3.215.948.173	1.446.994.384	1.768.953.789	2.813.734.651	3.181.936.405
1995	3.122.779.254	1.298.146.981	1.824.632.273	2.847.016.647	3.106.737.635
1996	3.429.183.141	1.416.775.952	2.012.407.189	3.148.928.911	3.413.540.435

Fontes: Elaboração dos autores a partir de Anuário Mineral Brasileiro 1988/97 e Balanço Energético Nacional 1999

Caso seja necessário optar-se por apenas uma dessas séries, é inevitável que ocorra uma escolha arbitrária em função da taxa de desconto e do comportamento futuro de preços que forem considerados mais adequados para a economia. Essa necessidade muito maior de decisões arbitrárias é uma diferença profunda entre as Contas Ambientais e as Contas Nacionais, e que tem levado os órgãos estatísticos oficiais a agirem com extrema cautela sobre o assunto, limitando-se a apresentar apenas séries em unidades físicas mesmo quando os recursos naturais analisados têm preço de mercado (como no caso dos recursos minerais).

5.2. Poluição industrial

Apesar de ser um problema de conseqüências cada vez mais graves, ainda não existe levantamento sistemático das emissões de poluentes industriais no Brasil. Alguns trabalhos isolados de levantamento já foram realizados, como o inventário de emissões realizado pelo Programa Nacional de Controle da Poluição em 1988; contudo, não houve continuidade que garantisse a elaboração de séries históricas. Na ausência de informações observadas diretamente nos estabelecimentos

UFRJ/CCJE
Biblioteca Eugênio Gudin

Instituto de Economia - UFRJ

industriais, a única forma de se conseguir estimativas para as emissões brasileiras é através de procedimentos indiretos nos quais parâmetros técnicos de emissão são associados a variáveis de produção ou emprego.

Os resultados aqui apresentados foram obtidos dessa forma, a partir de coeficientes elaborados pelo *Industrial Pollution Projection System* (IPPS), que associam a emissão de poluentes ao valor da produção de cada atividade.⁹ Os coeficientes do IPPS foram estimados pelo Banco Mundial a partir de dados originalmente coletados nos Estados Unidos. Esses parâmetros foram combinados com dados de Contas Nacionais do IBGE sobre a produção industrial do Brasil, gerando estimativas setoriais de emissão de poluentes. Deve-se, portanto, ter claro que os números apresentados são apenas estimativas; não refletem com acuidade a realidade da indústria brasileira. por diversos motivos, dentre os principais encontram-se a diversidade tecnológica da indústria brasileira com relação a americana e o fato dos coeficientes serem fixos. Entretanto são números que captam uma proporcionalidade intersetorial e refletem a ordem de grandeza das emissões totais. Os parâmetros considerados são: carga orgânica (DBO) e sólidos suspensos totais para poluentes da água, e dióxido de carbono (CO₂)¹⁰ originados a partir de queima de combustíveis fósseis, dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂), monóxido de carbono (CO), compostos orgânicos voláteis (COV) e material particulado total para poluentes do ar. A tabela 5.4 apresenta as estimativas de emissão total para a indústria brasileira no período entre 1985 e 1996.

Tabela 5.4 – Emissão de poluentes industriais (em toneladas) – Brasil, 1985 a 1996

Parâmetro	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Poluentes da água								
Carga orgânica (DBO)	50.818	56.744	57.489	54.675	56.195	58.201	60.810	64.090
Sólidos suspensos (total)	1285.431	1302.242	1306.242	1284.761	1309.327	1449.598	1420.260	1467.116
Poluentes do ar								
CO ₂ fóssil (Gg)		180.532	189.808	192.740	201.972	210.786		
SO ₂	482.227	506.204	505.131	486.140	516.264	545.679	551.373	573.062
NO ₂	259.826	276.215	274.930	266.200	279.964	294.864	298.060	308.612
CO	432.106	451.903	453.742	437.764	466.352	497.059	494.652	515.919
Compostos orgânicos voláteis	178.742	188.448	187.156	180.359	192.313	203.831	205.585	212.723
Material particulado (total)	131.098	136.421	136.551	133.625	140.884	147.332	151.889	156.816

Fonte: Elaboração dos autores a partir de HETTIGE *et al.* (1994) e Contas Nacionais do IBGE

A Tabela 5.5 apresenta as estimativas de emissão causadas pelas categorias de demanda. Percebe-se que as atividades intermediárias concentram a grande maioria das atividades intensivas em emissões (como siderurgia, petroquímica e celulose). Além disso, o setor exportador é responsável por uma carga total de emissão superior a sua participação econômica, também caracterizando-se por atividades mais intensivas em emissão.

Instituto de Economia - UFRJ

Tabela 5.5 - Emissões de poluentes por categoria de demanda (em toneladas), 1996

Poluentes	Consumo intermediário	Consumo final	Formação Bruta de Capital Fixo	Exportações	Total
Carga orgânica (DBO)	39.333	20.056	136	4.566	64.090
Sólidos suspensos (TSS)	1.204.649	48.616	1.472	212.379	1.467.116
SO ₂	457.115	55.343	3.349	57.255	573.062
NO ₂	241.682	43.280	2.071	21.578	308.612
CO	427.928	35.436	3.587	48.968	515.919
Compostos orgânicos voláteis (COV)	160.491	33.215	5.967	13.050	212.723
Material particulado	116.743	22.654	1.278	16.141	156.816

Fonte: Elaboração dos autores a partir de HETTIGE *et al.* (1994) e Contas Nacionais do IBGE

O IPPS apresenta coeficientes de custos de controle para apenas um conjunto limitado de parâmetros: carga orgânica, para poluentes da água; e SO₂, NO₂, compostos orgânicos voláteis e material particulado para emissões aéreas. Os resultados são apresentados na tabela 5.6.

Tabela 5.6 - Custos de controle da emissão de poluentes industriais (R\$ mil de 1995) - Brasil, 1985 a 1996¹¹

Parâmetro	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Poluentes da água	144.410	148.579	149.230	146.413	155.934	164.745	163.164	168.449
Poluentes do ar								
SO ₂	118.169	126.073	125.777	121.576	128.788	135.571	138.800	144.160
NO ₂	105.891	118.387	118.554	116.665	120.727	125.762	131.878	133.178
Compostos orgânicos voláteis	92.760	96.262	96.184	93.427	100.710	107.094	108.270	112.136
Material particulado (total)	11.085	11.386	11.395	11.148	11.866	12.526	12.762	13.132
Total	452.115	500.686	501.139	489.230	518.025	545.697	554.874	571.054

Fonte: Elaboração dos autores a partir de HETTIGE *et al.* (1994) e Contas Nacionais do IBGE

De acordo com a proposta do SICEA, para se alcançar o produto ambientalmente ajustado 2 (Yn2), o valor adicionado das atividades industriais deveria ser reduzido dos custos de degradação, que são estimados pelos gastos necessários para controle da emissão (abordagem das despesas ambientais). A tabela 5.7 apresenta os valores do produto das atividades industriais antes e depois de eliminado os custos de degradação para o ano de 1995. Como já foi dito, nesse cálculo não é subtraída a depreciação do capital fixo pois não existem estimativas oficiais para o Brasil. Observe que a diferença entre o produto convencional e o ambientalmente ajustado varia muito de setor para setor: os custos de degradação estão fortemente concentrados em poucos setores (siderurgia, minerais não metálicos, petroquímica, têxtil e alguns ramos da indústria alimentar). Deve-se lembrar que os quase R\$ 600 milhões de custos anuais de degradação que deveriam ser deduzidos do produto industrial são uma subestimativa pois nem todos os parâmetros de poluição foram considerados, e os gastos de capital necessários para a remoção dos poluentes também estão excluídos.

Tabela 5.7 - Custos de degradação e PIB industrial, 1995 (R\$ mil de 1995)¹²

	Valor adicionado convencional (A)	Custos de degradação (B)	Produto ambientalmente ajustado (A) - (B)	Proporção custos de degradação/V.A. (B)/(A)
Fabricação de minerais não-metálicos	6.563.800	45.177	6.518.623	0,69%
Siderurgia	5.524.376	154.050	5.370.326	2,79%
Metalurgia dos não-ferrosos	2.765.741	33.229	2.732.512	1,20%
Fabricação de outros produtos metalúrgicos	7.400.364	5.741	7.394.623	0,08%
Fabricação e manutenção de máquinas e tratores	12.267.226	7.999	12.259.227	0,07%
Fabricação de aparelhos e equipamentos de material elétrico	4.165.194	3.320	4.161.874	0,08%
Fabricação de aparelhos e equipamentos de material eletrônico	6.001.624	1.497	6.000.127	0,02%

5.3. Recursos madeireiros e desmatamento na Amazônia

O desmatamento é um dos problemas ambientais mais sérios enfrentados pelo Brasil. Várias causas podem ser apontadas para o desencadeamento desse problema – políticas públicas que favorecem a migração para áreas de floresta, a construção de estradas, a indefinição de direitos de propriedade etc. –, mas em última instância todas acabam resultando na conversão da floresta em áreas de uso agropecuário (embora após algum tempo, vastas extensões de terra desmatada acabam sendo abandonadas devido à pouca adequação de grande parte dessas áreas para cultivos ou pastagens duradouros). Por causa disso, as florestas nativas da Mata Atlântica foram destruídas em sua quase totalidade (mais de 92% das áreas originais de floresta foram perdidas), mais da metade do cerrado já foi convertido em áreas agrícolas e mesmo a Amazônia, relativamente bem preservada até a metade do século XX, já apresenta uma proporção considerável de áreas desmatadas. A fim de melhor monitorar esse processo, o uso de imagens de satélite tem permitido estimativas anuais das áreas de floresta perdida, apesar de ser um método que ainda precise de aperfeiçoamentos e maior precisão. A tabela 5.8 apresenta as estimativas de desmatamento na Amazônia calculadas através das fotos analisadas pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE).

Tabela 5.8 – Desmatamento em estados amazônicos (milhões de ha/ano)

Anos	78-88	88-89	89-90	90-91	91-92	92-94	94-95	95-96	96-97	97-98
Acre	0,064	0,090	0,050	0,040	0,040	0,048	0,124	0,044	0,036	0,057
Amapá	0,006	0,020	0,030	0,040	0,004	0,000	0,005	0,000	0,002	0,002
Amazonas	0,180	0,200	0,050	0,100	0,080	0,037	0,189	0,080	0,059	0,092
Maranhão	0,269	0,150	0,110	0,070	0,114	0,037	0,178	0,158	0,041	0,105
Mato Grosso	0,515	0,810	0,400	0,290	0,467	0,622	0,854	0,699	0,527	0,581
Pará	0,751	0,780	0,490	0,380	0,379	0,428	0,865	0,713	0,414	0,556
Roraima	0,258	0,180	0,170	0,110	0,226	0,260	0,410	0,250	0,199	0,239
Roraima	0,026	0,090	0,020	0,040	0,028	0,024	0,016	0,024	0,018	0,016
Tocantins	0,184	0,070	0,060	0,050	0,041	0,033	0,067	0,034	0,027	0,036
Amazônia Brasileira	2,253	2,390	1,380	1,120	1,379	1,490	2,708	2,001	1,323	1,684

Fonte: INPE

Instituto de Economia - UFRJ

Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus	5.470.633	10.213	5.460.420	0,19%
Fabricação de outros veículos, peças e acessórios	6.510.904	5.630	6.505.274	0,09%
Serwis e fabricação de artigos de madeira e mobiliário	5.113.974	5.404	5.108.570	0,11%
Indústria de papel e gráfica	6.372.467	13.774	6.358.693	0,22%
Indústria da borracha	2.143.078	6.461	2.136.617	0,30%
Fabricação de elementos químicos não-petroquímicos	4.740.270	19.305	4.720.965	0,41%
Refino de petróleo e indústria petroquímica	15.709.212	58.760	15.650.452	0,37%
Fabricação de produtos químicos diversos	4.526.300	30.763	4.495.537	0,68%
Fabricação de produtos farmacêuticos e de perfumaria	4.411.612	15.309	4.396.303	0,35%
Indústria de transformação de material plástico	3.366.713	586	3.366.127	0,02%
Indústria têxtil	4.859.713	40.924	4.818.789	0,84%
Fabricação de artigos do vestuário e acessórios	3.435.105	178	3.434.927	0,01%
Fabricação de calçados e de artigos de couro e peles	1.880.150	1.215	1.878.935	0,06%
Beneficiamento de produtos de origem vegetal, inclusive fumo	4.202.478	9.677	4.192.801	0,23%
Abate e preparação de carnes	3.398.415	38.084	3.360.331	1,12%
Resfriamento e preparação do leite e laticínios	1.567.014	1.994	1.565.020	0,13%
Indústria do açúcar	1.057.185	6.176	1.051.009	0,58%
Fabricação e refino de óleos vegetais e de gorduras para alimentação	1.697.767	11.735	1.686.032	0,69%
Outras indústrias alimentares e de bebidas	6.911.807	17.098	6.894.709	0,25%
Indústrias diversas	3.269.278	10.575	3.258.703	0,32%
Total	115.332.400	554.874	114.777.526	0,41%

Fonte: Elaboração dos autores a partir de HEFFIGE *et al.* (1994) e Contas Nacionais do IBGE

Instituto de Economia - UFRJ

As Contas Nacionais convencionais só consideram os ganhos desse processo de conversão, a perda de ativos não produzidos resultante da destruição dos recursos florestais naturais é ignorada. Calcular o valor dessa perda é um problema de difícil solução, dada a grande diferenciação de recursos perdidos: madeira, produtos extrativistas, biodiversidade, potencial ecoturístico etc. Os estudos que tentam apresentar resultados numéricos tendem a se restringir apenas aos recursos madeireiros por apresentarem preços de mercado, subestimando o valor da perda florestal. A tabela 5.9 apresenta parte dos resultados de um desses estudos (SERÔA DA MOTTA & FERRAZ, 1998) que apresenta estimativas da perda de recursos madeireiros para a Amazônia Brasileira, exclusive Mato Grosso.

Tabela 5.9 – Depleção de recursos madeireiros segundo o método do preço líquido (R\$ mil de 1995) – 1990 a 1995¹³

Ano	Valor adicionado bruto do setor agropecuário (A)	Depleção de recursos madeireiros (B)	Produto ambientalmente ajustado (A) - (B)
1990	35.329.833	326.561	35.003.272
1995	51.492.824	494.509	50.998.315

Fonte: SERÔA DA MOTTA & FERRAZ (1998)

O valor adicionado da produção agropecuária considerado na tabela 5.9 é calculado para todo o Brasil, enquanto que a depleção de recursos madeireiros foi estimada apenas para a Amazônia. Se a depleção for comparada com o PIB da agropecuária apenas para os estados nos quais foi levantada a perda de recursos madeireiros (pouco mais de 8% do PIB agropecuário brasileiro), a perda de ativos madeireiros representa cerca de 11% do PIB convencionalmente calculado, um ajuste de dimensões consideráveis.

O estudo de SERÔA DA MOTTA & FERRAZ (1998) também tentou estimar a depleção pelo método do uso de custo, mas esbarrou em um sério problema: a escassez de espécies madeireiras de maior valor comercial não pode ser medida pelo período de exaustão considerando a floresta como um todo (ou seja, a área anualmente perdida comparada com a área total da floresta). Isso deriva da característica mais marcante das florestas tropicais brasileiras: sua rica biodiversidade.

A quantidade de espécies é enorme, com grande variação de densidade por região. Assim, ao contrário das florestas temperadas que são bastante homogêneas, é difícil encontrar uma representação média da composição das áreas de floresta que a cada ano vão sendo convertidas em pastagens ou cultivos. Como usualmente apenas algumas espécies de valor comercial mais elevado são efetivamente retiradas, a escassez dessas espécies é bem maior do que o restante das espécies florestais. Por isso, agregar os estoques remanescentes de espécies madeireiras distintas em uma unidade física comum (por exemplo, através de medidas de área de floresta) faz tanto sentido quanto medir a escassez mineral somando as toneladas das reservas de ouro com as de minério de ferro. Como não se dispunha de dados sobre o período de exaustão de cada espécie, o resultado obtido para as estimativas do custo de uso total perdeu significado, como ressaltado pelos próprios autores.

5.4. Estimativa preliminar de NAMEA e SICEA para o Brasil

Os dados acima podem ser apresentados sob forma de NAMEA e SICEA para o Brasil. Mais uma vez cabe lembrar que esses resultados são apresentados apenas para fins ilustrativos, pois tratam-se de resultados de pesquisas acadêmicas independentes, sem compatibilização metodológica entre si, e que em todos os casos subestimam os valores reais das perdas ambientais de cada atividade. A extração mineral não exportada foi toda considerada como consumo intermediário, ignorando-se a possibilidade de variação de estoques (um componente do investimento).

Diversos componentes de perdas ambientais foram omitidos do cálculo (erosão do solo, poluição causada por esgoto doméstico ou comercial, emissões causadas por qualquer tipo de meio de transporte, disposição de lixo, perda de biodiversidade etc.), e o que se apresenta na tabela é evidentemente uma grande subestimativa da perda de ativos não-produzidos.

Tabela 5.10 - Exemplo de uma NAMEA para o Brasil, 1994

	Total a preço de consumidor	Impostos	Importação	Produção Doméstica		
				Exportação	Consumo intermediário	Investimento
A. Oferta de bens e serviços	725.180.720	39.998.025	30.131.491	653.189.668		
B. Uso de bens e serviços	725.180.720		32.980.948	343.983.014	77.333.342	270.644.256
C. PIB	646.191.517					
D. Depleção de recursos exauríveis						
Chumbo (t)	40.363		134	40.229		
Cromo (t)	1.047.194		167.559	879.635		
Estanho (m³)	12.910.164		18.520	12.891.644		
Ferro (t)	239.718.277		136.817.171	102.901.106		
Manganês (t)	3.561.511		1.076.040	2.485.471		
Ouro (t)	41.102.558		16	41.102.542		
Petróleo (m³)	38.588.668		5.916.531	32.672.137		
Tungstênio (t)	31.813		115	31.698		
E. Emissão de poluentes (toneladas)						
Carga orgânica (DBO)	58.201		4.358	35.138	122	18.583
Sólidos suspensos (total)	1.449.593		230.258	1.172.901	1.322	45.117
CO ₂ fóssil (Gg)	210.786		19.055	122.402	1.356	67.972
SO ₂	545.679		59.856	429.281	3.200	53.342
NO _x	294.864		23.415	228.762	1.953	40.733
CO	497.059		51.809	408.004	3.417	33.829
COV	203.831		14.698	152.302	5.681	31.150
Material particulado total	147.332		16.677	107.879	1.212	21.565
F. Desmatamento (milhões ha)	27,08					

Fontes: Elaboração dos autores a partir de: Anuário Mineral Brasileiro 1988/97, Balanço Energético Nacional 1999, HETTIGE *et al.* (1994), INPE e Contas Nacionais do IBGE

Para o caso do SICEA, algumas considerações são importantes:

- no caso do setor mineral, consideram-se apenas os custos da escassez crescente, não sendo considerados os custos de degradação e perda de habitats associados à extração mineral, que causam sérios problemas ambientais

- apenas alguns poluentes foram considerados no cálculo dos custos da degradação causada pela atividade industrial; além disso as estimativas de emissão foram construídas a partir de coeficientes técnicos estimados para outro país (EUA) e associados a variáveis de produção, e não a partir de pesquisas de campo que tenham efetivamente medido essa emissão

- a perda causada pelo desmatamento é superior aos custos da perda de recursos madeireiros; além disso, são apresentados apenas os resultados de acordo com o método do preço líquido (correspondente

ao do custo de uso quando se espera que o *rent* unitário cresça de acordo com a taxa de desconto)

Portanto diversos componentes de perdas ambientais foram omitidos do cálculo (erosão do solo, poluição causada por esgoto doméstico ou comercial, emissões causados por qualquer tipo de meio de transporte, disposição de lixo, perda de biodiversidade etc.), e o que se apresenta na tabela é evidentemente uma grande subestimativa da perda de ativos não-produzidos. Cabe ainda mencionar que não é produzida para o Brasil a estimativa de depreciação de capital fixo. Logo, a medida que se obtém não é o produto líquido, mas sim o PIB ambientalmente ajustado.

A tabela 5.11 apresenta os resultados da exemplificação do SICEA. Optou-se por apresentar a estimativa da depleção mineral a partir do método do preço líquido corrigido para torná-la compatível com a depleção dos recursos madeireiros devido aos problemas com a estimação usando o método do preço do custo de uso. O resultado mostra que a perda total de ativos não produzidos foi de pelo menos R\$ 2,9 bilhões em 1995, reduzindo o produto ambientalmente ajustado em cerca de 0,5% do PIB convencional – se fossem incluídas todas as perdas ambientais que acabaram omitidas pelo estudo, a diferença entre o produto ambientalmente ajustado e o PIB convencional seria ainda bem maior.

Tabela 5.11 - Sistema Integrado de Contas Econômicas e Ambientais - Exemplificação para o Brasil, 1995 (R\$ mil de 1995)

	Contas de fluxos				Contas de Ativos		
	Total a preço de consumidor	Impostos	Importação	Produção doméstica	Econômicas		Ambientais Não-produtores
					Produzidos	Não-produtores	
A. Conta de bens e serviços	1.249.039.114	74.373.434	61.314.054	1.113.351.626			
	Total a preço de consumidor		Exportação	Consumo intermediário	Consumo final	Investimento	
B. Ex. de bens e serviços	1.249.039.114		499.16.654	541.533.543	513.561.741	144.027.175	
C. PE	646.191.517						
D. Exatidão de recursos exauríveis (DI+D2)	2.319.141						2.319.141
D1 Exatidão de recursos minerais	1.824.632						1.824.632
D2 Exatidão de recursos madeireiros	494.509						494.509
E. Custos de degradação	563.574						
F. PE Ambientalmente Ajustado 1 (Y1=C-D)	643.872.376						
G. PE Ambientalmente Ajustado 2 (Y2=F-E)	643.308.802						563.574

Fontes: Elaboração dos autores a partir de: Anuário Mineral Brasileiro 1988/97, Balanço Energético Nacional 1999, HETTIGE et al. (1994), SERÔÁ DA MOTTA & FERRAZ (1998) e Contas Nacionais do IBGE

6. CONCLUSOES

Este texto mostrou como as definições presentes nos atuais Sistemas de Contas Nacionais ignoram a questão da sustentabilidade na utilização dos recursos naturais. As propostas de correção dessa limitação das Contas Nacionais baseiam-se em trabalhos recentes, denominados Contas Ambientais, ainda em processo experimental.

O primeiro problema para a elaboração de Contas Ambientais é a pouca disponibilidade de informações estatísticas sobre a extensão dos impactos ambientais. Qualquer estudo na área requer como premissa a elaboração de indicadores ambientais em unidades físicas. Os países desenvolvidos já avançam nesse sentido (com destaque para a proposta da NAMEA) mas a sistematização de estatísticas ambientais é algo ainda bastante distante da realidade dos países em desenvolvimento como o Brasil. Por isso os poucos estudos empíricos nessa área acabam recorrendo a um número demasiadamente grande de aproximações e hipóteses simplificadoras, e os resultados assim obtidos devem ser olhados com extrema cautela.

Mas ainda que a questão da falta de informações estatísticas em unidades físicas seja superada, resta a questão da valoração dessas variáveis. Os estudos de Contas Ambientais diferenciam-se consideravelmente em termos de tipo de recursos naturais analisados, nas formas de contabilização dos custos ambientais e nas técnicas de valoração empregadas. Os trabalhos voltados para os recursos de fluxo dedicam-se, em geral, a determinar quais os impactos efetivos ou potenciais que a degradação ambiental ocasiona sobre a produção ou sobre o bem-estar na geração atual. Os trabalhos sobre recursos exauríveis enfocam a possibilidade de escassez futura dos recursos como consequência de níveis elevados de exploração no presente. Não há consenso sobre quais os procedimentos teoricamente mais adequados para a correção das Contas Nacionais, e por isso os trabalhos empíricos não apresentam resultados únicos mas sim possíveis valores que se obteriam de acordo com esse ou aquele cenário. Como foi destacado no texto, a incerteza sobre o futuro torna a definição dessas variáveis ainda mais complicada, pois elementos que só podem ser obtidos de forma subjetiva (como preços

futuros do recurso e qual a taxa de desconto mais apropriada) afetam consideravelmente os resultados.

Por isso as Contas Ambientais possuem natureza *ex-ante* – ou seja, os seus resultados dependem de valores esperados para certas variáveis que só podem ser determinadas subjetivamente e que, portanto, não necessariamente se realizam. Isso é diametralmente distinto da natureza *ex-post* das Contas Nacionais, que trabalha com valores observados e que, assim, podem ser medidos sem incerteza. O grande desafio é conseguir conciliar ambas em uma estrutura comum, flexível o suficiente para manter a coerência interna das Contas Nacionais e introduzir adequadamente o problema dos recursos naturais. Alguns modelos têm avançado nesse sentido, destacando-se o Sistema Integrado de Contas Econômicas e Ambientais (SICEA) proposto pela ONU.

Um aspecto adicional que deve ser frisado é que as Contas Nacionais não procuram medir bem-estar, mas sim o nível de atividade econômica; tampouco assumem que a economia está em uma trajetória ótima de crescimento. Pelo contrário, a razão de se medir o PIB é exatamente porque o nível de atividade e emprego oscilam sem uma trajetória definida de longo prazo. Isso cria uma grande inconsistência entre as Contas Nacionais e diversas propostas de ajuste que identificam no PIB uma medida agregada de bem-estar, geralmente partindo de modelos de crescimento ótimo que pressupõem que a economia esteja operando a plena capacidade, com mercados idealizados (concorrência perfeita). Essa miscelânea teórica, que ignora a fundamentação keynesiana das Contas Nacionais, torna ainda mais confuso o debate.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTELMUS, P. A Contabilidade verde para o desenvolvimento sustentável. In: MAY, P. & SERÓA DA MOTTA, R. (orgs.) Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro, Ed. Campus, 1994.
- BARTELMUS, P. *et al.* SNA framework for integrated environmental and economic accounting. Lahstein: XXV Conferência Geral da International Association for Research in Income and Wealth, Ago. 1989.
- BARTELMUS, P.; STAHLER, C. & TONGEREN, J.V. Integrated environmental and economic accounting: framework for SNA satellite system. Review of income and wealth 1991.
- COPPE/UFRJ. Inventário de emissões de gases de efeito estufa - sistema energético. Relatório: determinação das emissões de carbono derivadas do sistema energético brasileiro - abordagem bottom-up. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1998.
- IBGE. Sistema de Contas Nacionais, 1995. Rio de Janeiro: IBGE.
- IBGE. Matriz de Insumo Produto, 1985, 1990-96. Rio de Janeiro: IBGE.
- DALY, H. & COBB, J. B. For the common good. The Green Print, 1990.
- EL SERAFY, S. The proper calculation of income from depletable natural resources. In: AHMAD, Y. *et al.* (eds.) 1989 Environmental accounting for sustainable development. World Bank, Washington DC.
- HETTIGE, H.; MARTIN, P.; SINGH, M. & WHEELER, D. IPPS – the Industrial Pollution Projection System. Worldbank, 1994.
- HUETING, R. Correctin national income for environmental losses: a practical solution for a theoretical dilemma. In: CONSTANZA, R. Ecological economics: the science and management of sustainability. New York: Columbia University Press, 1991.
- KEUNING, S. J.; DALEN, J. V. & DE HAAN, M. "The Netherlands' NAMEA: presentation, usage and future extensions". *Structural Change and Economic Dynamics*, vol.10, n.1, pp.15-37, 1999.
- LEIPERT, C. Social costs of economic growth. Journal of Economic Issues, vol. 20, n.1, 1986. (Citado em EL SERAFY, S. & LUTZ, E. Environmental and resource accounting: na overview. In: AHMAD, Y. *et al.* (eds.) 1989 Environmental accounting for sustainable development. World Bank, Washington DC).

- _____. Defensive Ausgaben in der Bundesrepublik Deutschland, 1970 bis 1985: Absolute Werte und Relationszahlen mit dem BSP. Berlin: International Institute for Environment and Society, 1987. (Citado em EL SERAFY, S. & LUTZ, E. Environmental and resource accounting: na overview. In: AHMAD, Y. et al. (eds.) 1989 Environmental accounting for sustainable development. World Bank, Washington DC).
- MARGULIS, S. Economia dos recursos naturais. In: MARGULIS, S. (ed.) Meio ambiente - aspectos técnicos e econômicos. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1990.
- MUELLER, C. C. A dimensão ambiental no sistema de contas nacionais. Rio de Janeiro: IBGE, 1991 (Texto para discussão, nº47).
- ONU Revised system of national accounts: draft chapters and annexes. United Nations Statistical Office, 1991 (Provisional ST/ESA/STAT/SER.F/2/Rev.4).
- PEARCE, D. W. & WARFORD, J. J. World without end: economics, environment, and sustainable development. Washington D.C., World Bank, 1993.
- PEARCE, D. W. & ATKINSON, G. Capital theory and the measurement of sustainable development: in: Indicator of weak sustainability. *Ecological Economics*, 8 (2) : 85-103.
- _____. Measuring sustainable development. In: BROMLEY, D.W. (ed.) 1995. Handbook of environmental economics. Oxford: Blackwell.
- PESKIN, H. M. A proposed environmental accounts framework. In: AHMAD, Y. et al. (eds.) 1989 Environmental accounting for sustainable development. World Bank, Washington DC.
- REICH, U. P. Concept and definition of income in the national accounts. The Review of Income and Wealth. New York: International Association for Research in Income and Wealth, vol. 37, n.3, set. 1991.
- REPETTO, R. et al. Wasting assets: natural resources in the national income accounts. Washington: World Resources Institute, 1989.
- SERÔA DA MOTTA, R. Contabilidade ambiental: teoria, metodologia e estudos de casos no Brasil. Rio de Janeiro, IPEA, 1995.
- _____. Manual para valoração econômica de recursos ambientais. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1998.

- SERÔA DA MOTTA, R & FERRAZ, C. Estimating timber depreciation in the Brazilian Amazon, Rio de Janeiro, IPEA, 1998 (Texto para discussão nº570).
- SERÔA DA MOTTA, R & YOUNG, C. E. F. Sistemas Integrados in: SERÔA DA MOTTA (coord.) Contabilidade ambiental: teoria, metodologia e estudos de caso no Brasil. Rio de Janeiro, IPEA, 1995 .
- TONGEREN, J. U. et al. Integrated environmental and economic accounting: a case study for Mexico. Washington, World Bank, 1991 (Environment Working Paper n.50).
- UNO, K. Economic growth and environmental change in Japan - net national welfare and beyond. University of Tsukuba, Institute of Socio-economic Planning, 1988. Mimeo.
- VICTOR, P.; HANNA, H. E. & KUBUSI, A. How strong is weak sustainability? paper apresentado em International Symposium on Models of Sustainable Development, Paris, março, 1994.
- YOUNG, C. E. F. Políticas de ajustamento econômico e o meio ambiente: um estudo de caso para o Brasil. Tese de Doutorado, University College London, 1997.

NOTAS

- ¹ A terminologia adotada aqui segue a proposta de MARGULIS (1990).
- ² H. Hotelling foi um economista norte americano que, nas década de 1920 e 1930, analisou os impactos que a escassez crescente de recursos minerais - notadamente petróleo - traria para uma trajetória de extração que maximizasse o o lucro da indústria como um todo. Os resultados do seu trabalho serão discutidos mais adiante.
- ³ O pioneiro na proposição de medidas corretivas que punissem os responsáveis pela externalidade ambiental negativa através de taxas ou outras formas de redução de valor foi A. Pigou, economista inglês. Destaca-se também a obra de R. Coase, Prêmio Nobel de Economia de 1991, que destacou a importância da definição de direitos de propriedade sobre recursos de uso comum para a obtenção de estratégias ótimas de uso do recurso.
- ⁴ Unidades de energia constituem uma alternativa de denominador comum. Contudo, persistem os problemas de "valorar" recursos ambientais em unidades

de energia, com a desvantagem adicional de que perde-se a conexão com a unidade síntese da economia, o PIB.

⁵ Uma visão mais completa e elaborada pode ser obtida a partir de KEUNING *et al.* (1999).

⁶ A estrutura original do SICEA também exclui dessa medida a depleção das reservas de recursos exauríveis que não encontram preços de mercado. Para efeito de simplificação essa situação não foi considerada neste exercício.

⁷ A valoração aqui exemplificada exclui garimpo e danos ambientais diversos da extração. Considera apenas a depleção dos recursos.

⁸ Reserva base é a soma das reservas medida e indicada, segundo os conceitos do Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM)

⁹ Esses coeficientes também estão disponíveis para estimativas de emissão calculadas a partir do valor adicionado ou pessoal ocupado de cada setor econômico. A metodologia do IPPS é descrita em HETTIGE *et al.* (1994).

¹⁰ As estimativas de emissões de CO₂ foram obtidas de COPPE/UFRJ (1998)

¹¹ Assumindo uma taxa de câmbio de R\$/US\$ = 1,00.

¹² Assumindo uma taxa de câmbio de R\$/US\$ = 1,00.

¹³ Assumindo uma taxa de câmbio de R\$/US\$ = 1,00.

ANEXO

Seguem abaixo algumas tabelas completas, utilizadas para a obtenção dos resultados e conclusões finais do presente estudo:

Tabela A.1 – Reserva Base dos Minérios (somatório das reservas medida e indicada)

	Chumbo (t)	Cromo (t)	Estanho (m³)	Ferro (t)	Manganês (t)	Ouro (t)	Petróleo (m³)	Tungstênio (t)
1987	19.465.473	12.572.219	374.680.913	17.919.635.840	179.158.325	1.534.695.226	405.538.000	3.362.851
1988	19.321.211	21.037.429	354.760.129	18.317.095.395	235.409.405	1.536.878.503	447.730.000	3.185.414
1989	19.086.497	17.959.073	274.648.160	19.626.716.734	244.055.464	1.450.432.563	438.779.000	3.150.411
1990	19.153.966	18.636.392	484.561.910	18.985.274.376	193.002.869	868.859.909	439.733.000	3.147.781
1991	61.898.095	17.868.632	383.977.410	18.823.887.824	267.706.244	730.695.522	475.439.000	3.373.781
1992	50.866.397	25.891.071	413.119.932	21.304.219.950	163.926.252	1.839.919.644	576.439.000	2.654.051
1993	57.156.578	24.961.059	399.808.232	21.185.518.230	162.755.724	1.944.560.627	594.978.000	2.614.186
1994	57.116.440	24.195.641	365.706.019	10.261.952.391	163.845.421	1.700.341.516	658.906.000	2.582.720
1995	57.159.406	23.834.049	373.948.455	20.327.034.353	184.169.950	1.895.118.787	766.847.000	2.571.090
1996	57.389.811	22.972.309	360.400.471	20.302.593.851	180.884.151	1.296.678.225	889.542.520	2.541.966

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro 1998/1997 e Balanço Energético Nacional 1999.

Tabela A.2 – Período de Exaustão dos Minérios (reserva base/quantidade extraída)

	Chumbo	Cromo	Estanho	Ferro	Manganês	Ouro	Petróleo	Tungstênio
1987	108	15	19	98	59	64	11	10
1988	69	27	10	91	90	42	14	12
1989	63	18	14	88	92	44	13	15
1990	63	26	26	89	53	45	12	28
1991	619	19	26	89	92	36	13	74
1992	820	24	19	102	48	55	16	92
1993	1149	30	24	98	58	55	16	62
1994	1415	23	28	43	46	41	17	81
1995	178	22	25	82	45	42	19	71
1996	137	27	16	78	49	49	21	69

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro (1998/97) e Balanço Energético Nacional 1999.

UFRJ/CCEJ
Biblioteca Eugênio Gudin

Tabela A.3 – Valor Agregado Convencionalmente Calculado (em R\$ de 1995)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Chumbo	2.083.253	2.526.166	763.149	182.442	116.788	1.076.807	886.720
Cromo	8.270.699	16.653.365	15.815.456	6.119.388	7.691.134	9.347.622	11.905.490
Estanho	56.854.588	46.207.621	43.314.148	23.796.126	23.895.032	23.968.071	35.416.458
Ferro	1.412.141.905	1.226.052.152	1.301.791.583	1.559.530.980	1.602.257.131	1.474.538.492	1.594.640.272
Manganês	71.571.366	39.256.026	69.301.644	42.050.493	32.025.988	33.262.614	38.674.727
Ouro	578.857.186	465.000.234	432.788.258	286.338.078	351.176.611	204.337.245	234.345.898
Petróleo	1.445.282.014	1.797.867.386	1.315.932.599	1.035.738.264	1.198.578.047	1.376.078.460	1.513.092.175
Tungstênio	1.417.997	791.103	240.066	175.636	207.441	169.942	221.401
Total	3.576.479.007	3.594.354.052	3.179.946.904	2.953.931.407	3.215.948.173	3.122.779.254	3.429.183.141

Fonte: Matriz Insumo-Produto (1990/96) do IBGE.

Tabela A.4 – Rent em R\$ de 1995
(excedente operacional bruto – retorno normal do capital com $r = 10\%$)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Chumbo	725.596	1.094.892	185.979	12.048	20.767	243.090	200.178
Cromo	4.384.129	9.973.610	7.645.249	2.184.521	3.424.792	4.460.821	5.681.473
Estanho	22.426.955	21.969.031	13.192.249	3.329.602	5.871.947	6.941.358	10.256.909
Ferro	1.058.484.639	938.858.163	1.008.206.260	1.180.701.092	1.207.072.287	1.090.533.685	1.179.358.111
Manganês	35.253.274	22.169.508	30.072.059	12.486.214	12.492.865	14.147.043	16.448.889
Ouro	322.558.108	289.979.659	224.707.470	114.662.051	170.406.501	105.187.987	120.635.732
Petróleo	391.584.544	453.304.839	206.300.597	-	47.705.225	76.632.997	84.263.210
Tungstênio	-	64.179	-	-	-	-	-
Total	1.835.417.245	1.737.413.880	1.490.309.864	1.313.375.528	1.446.994.384	1.298.146.981	1.416.775.952

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro 1988/97 e Balanço Energético Nacional 1999.

Tabela A.5 – Produção Ajustada (taxa de desconto 10%) em 1995

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Chumbo	2.081.498	2.526.166	763.149	182.442	116.788	1.076.807	886.719
Cromo	7.911.871	14.969.264	15.030.108	5.992.275	7.312.476	8.774.017	11.457.625
Estanho	55.013.979	44.373.607	41.164.685	23.449.192	23.500.346	23.314.290	33.173.111
Ferro	1.411.924.832	1.225.861.238	1.301.730.030	1.559.428.727	1.581.850.126	1.474.088.991	1.593.940.538
Manganês	71.335.011	39.252.412	68.995.327	42.001.797	31.870.243	33.071.718	38.515.795
Ouro	574.585.107	455.729.388	431.563.047	285.727.927	347.871.831	202.501.157	233.178.016
Petróleo	1.320.729.526	1.669.716.449	1.270.309.428	1.035.738.264	1.189.207.153	1.363.740.713	1.502.167.130
Tungstênio	1.417.997	791.048	240.066	175.636	207.441	169.942	221.401
Total	3.444.999.821	3.453.219.572	3.129.795.840	2.952.696.261	3.181.936.405	3.106.737.635	3.413.540.335

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro 1988/97 e Balanço Energético Nacional 1999.

Tabela A.6 – Produção Ajustada (taxa de desconto 5%) em 1995

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Chumbo	2.038.036	2.526.166	763.149	182.442	116.788	1.076.735	886.271
Cromo	6.973.038	12.427.820	13.203.336	5.530.186	6.453.756	7.628.514	10.201.125
Estanho	48.993.734	38.832.683	35.784.703	21.520.269	21.513.877	20.880.372	28.393.657
Ferro	1.397.893.833	1.213.483.851	1.294.486.253	1.549.267.793	1.445.635.530	1.453.329.778	1.567.062.514
Manganês	68.555.342	38.978.820	65.958.989	41.109.305	30.433.910	31.428.726	36.877.561
Ouro	542.247.432	413.681.945	416.348.155	277.808.437	327.067.502	190.333.799	222.469.255
Petróleo	999.095.916	1.285.868.220	1.020.222.575	850.331.969	982.306.155	1.142.169.484	1.282.878.149
Tungstênio	1.318.922	783.174	239.654	175.636	207.132	169.240	220.372
Total	3.067.116.253	3.006.582.678	2.847.006.813	2.745.926.036	2.813.734.651	2.847.016.647	3.148.928.911

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro 1988/97 e Balanço Energético Nacional 1999.

Tabela A.7 - Produto Ajustado Método do Preço Líquido Corrigido
(ou custo de uso $r = 0\%$)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Chumbo	1.357.657	1.431.274	577.169	170.394	96.022	833.717	686.542
Cromo	3.886.570	6.679.755	8.170.207	3.934.867	4.266.342	4.886.801	6.224.017
Estanho	34.427.632	24.238.590	30.121.899	20.466.525	18.023.085	17.026.713	25.159.549
Ferro	353.657.266	287.193.989	293.585.323	378.829.888	395.184.844	384.004.808	415.282.160
Manganês	36.318.092	17.086.518	39.229.586	29.564.279	19.533.123	19.115.571	22.225.838
Outros	256.299.078	175.020.575	208.080.788	171.676.027	180.770.110	99.149.259	113.710.166
Petróleo	1.053.697.470	1.344.562.547	1.109.632.002	1.035.738.264	1.150.872.822	1.299.445.463	1.428.828.965
Transporte	1.417.997	726.924	240.066	175.636	207.441	169.942	221.401
Totál	1.741.061.762	1.856.940.172	1.689.637.040	1.640.555.880	1.768.953.789	1.824.632.273	2.012.407.189

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro 1988/97 e Balanço Energético Nacional 1999.

Quadro A.1 - Classificação do IBGE dos setores industriais

04	FABRICAÇÃO DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS
05	SIDERURGIA
06	METALURGIA DOS NÃO-FERROSOS
07	FABRICAÇÃO DE OUTROS PRODUTOS METALÚRGICOS
08	FABRICAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS E TRATORES
10	FABRICAÇÃO DE APARELHOS E EQUIPAMENTOS DE MATERIAL ELÉTRICO
11	FABRICAÇÃO DE APARELHOS E EQUIPAMENTOS DE MATERIAL ELETRÔNICO
12	FABRICAÇÃO DE AUTOMÓVEIS, CAMINHÕES E ÔNIBUS
13	FABRICAÇÃO DE OUTROS VEÍCULOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS
14	SERRARIAS E FABRICAÇÃO DE ARTIGOS DE MADEIRA E MOBILIÁRIO
15	INDÚSTRIA DE PAPEL E GRÁFICA
16	INDÚSTRIA DA BORRACHA
17	FABRICAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS NÃO-PETROQUÍMICOS
18	REFINO DE PETRÓLEO E INDÚSTRIA PETROQUÍMICA
19	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS DIVERSOS
20	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FARMACÊUTICOS E DE PERFUMARIA
21	INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO DE MATERIAL PLÁSTICO
22	INDÚSTRIA TÊXTIL
23	FABRICAÇÃO DE ARTIGOS DO VESTUÁRIO E ACESSÓRIOS
24	FABRICAÇÃO DE CALÇADOS E DE ARTIGOS DE COURO E PELES
25	INDÚSTRIA DO CAFÉ
26	BENEFICIAMENTO DE PRODUTOS DE ORIGEM VEGETAL, INCLUSIVE FUMO
27	ABATE E PREPARAÇÃO DE CARNES
28	RESFRIAMENTO E PREPARAÇÃO DO LEITE E LATICÍNIOS
29	INDÚSTRIA DO AÇÚCAR
30	FABRICAÇÃO E REFINO DE ÓLEOS VEGETAIS E DE GORDURAS PARA ALIMENTAÇÃO
31	OUTRAS INDÚSTRIAS ALIMENTARES E DE BEBIDAS
32	INDÚSTRIAS DIVERSAS

Instituto de Economia - UFRJ

Tabela A.8 - Índice de variação das emissões anuais totais, entre 1985 e 1996 (1985 = 100)

Poluentes	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
DBO	100	111,7	113,1	107,6	110,6	114,5	119,7	126,1
TSS	100	101,3	101,6	99,9	106,5	112,8	110,5	114,1
SO ₂	100	105,0	104,7	100,8	107,1	113,2	114,3	118,8
NO ₂	100	106,3	105,8	102,5	107,8	113,5	114,7	118,8
CO	100	104,6	105,0	101,3	107,9	115,0	114,5	119,4
VOC	100	105,4	104,7	100,9	107,6	114,0	115,0	119,0
Particulados	100	104,1	104,2	101,9	107,5	112,4	115,9	119,6
Part. Finos	100	103,7	103,9	101,6	107,3	111,2	113,9	117,7

Fonte: Elaboração dos autores a partir de HETTIGE *et al.* (1994) e Contas Nacionais do IBGE.

Tabela A.9 - Índice de variação do valor da produção setorial (1985 = 100)

	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
04	100,0	108,5	108,6	101,2	106,6	108,3	112,3	118,8
05	100,0	100,2	100,1	99,5	105,8	112,0	108,6	111,9
06	100,0	104,6	104,6	96,8	105,7	113,3	116,4	123,8
07	100,0	102,5	102,5	100,5	108,7	117,9	117,2	120,9
08	100,0	93,9	93,9	85,0	96,7	108,8	108,1	106,5
10	100,0	109,3	109,3	106,0	115,3	128,1	143,7	143,1
11	100,0	114,4	114,5	87,4	106,6	132,5	159,9	173,0
12	100,0	109,5	109,5	100,9	125,0	142,4	158,1	163,5
13	100,0	94,9	95,3	92,7	109,9	123,2	128,4	131,0
14	100,0	96,2	97,0	93,0	104,3	104,3	105,4	112,6
15	100,0	106,5	114,5	105,2	115,1	118,2	118,9	124,5
16	100,0	105,4	105,4	103,9	113,4	117,7	117,3	116,6
17	100,0	120,8	120,9	110,1	112,5	119,4	119,8	128,7
18	100,0	105,0	102,2	100,1	105,9	112,3	111,7	115,5
19	100,0	108,5	109,7	104,6	111,0	121,3	121,2	128,0
20	100,0	109,0	111,7	102,1	111,3	111,0	124,8	124,2
21	100,0	113,3	113,3	100,8	108,5	113,0	123,6	136,9
22	100,0	99,7	99,7	94,1	94,6	97,2	94,5	87,1
23	100,0	93,5	93,6	85,1	89,7	91,9	95,0	91,3
24	100,0	96,0	95,9	89,7	103,5	95,1	90,1	92,2
25	100,0	83,7	83,7	80,8	81,1	78,8	74,7	92,9
26	100,0	110,4	110,8	113,9	120,2	122,8	128,8	146,2
27	100,0	140,6	141,3	149,0	152,8	154,4	178,8	190,2
28	100,0	116,5	113,8	116,5	109,3	106,0	119,3	125,4
29	100,0	106,4	106,3	107,2	99,0	117,9	131,4	135,9
30	100,0	94,2	94,2	106,2	110,5	113,4	126,7	122,1
31	100,0	126,7	126,8	116,6	123,9	135,0	148,4	148,3
32	100,0	109,1	111,2	172,7	178,9	190,8	192,9	188,4
total	100,0	105,9	106,2	102,4	110,2	117,1	121,7	125,5

Fonte: Elaboração dos autores a partir de Contas Nacionais do IBGE.

Tabela A.10 - Evolução das emissões de Carga Orgânica (DBO) em ton.

	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
04	56	61	61	57	69	61	63	67
05	73	73	73	72	77	81	79	81
06	6.820	7.137	7.137	6.604	7.209	7.728	7.942	8.442
07	69	71	71	70	75	82	81	84
08	13	12	12	11	13	14	14	14
10	1	1	1	1	1	1	1	1
11	115	131	131	100	122	152	184	199
12	1	1	1	1	1	1	1	1
13	4	4	4	4	4	5	5	5
14	130	125	126	121	136	136	137	146
15	13.839	14.739	15.842	14.555	15.922	16.360	16.456	17.234
16	1	1	1	1	1	1	1	1
17	9.811	11.854	11.860	10.803	11.033	11.719	11.754	12.627
18	1.720	1.806	1.738	1.722	1.821	1.931	1.920	1.986
19	76	83	84	80	85	92	92	97
20	174	189	194	177	193	193	217	216
21	951	1.077	1.077	958	1.031	1.074	1.175	1.301
22	384	383	383	361	363	373	363	334
23	-	-	-	-	-	-	-	-
24	326	313	313	293	338	311	294	301
25	-	-	-	-	-	-	-	-
26	422	466	467	481	507	518	543	617
27	88	123	124	130	134	135	156	166
28	12.136	14.142	13.817	14.134	13.262	12.860	14.474	15.218
29	2.480	2.638	2.636	2.659	2.456	2.925	3.258	3.371
30	352	332	332	374	389	400	447	430
31	776	983	983	904	962	1.047	1.151	1.150
32	1	1	1	1	1	2	2	2
Total	50.818	56.744	57.489	54.675	56.195	58.201	60.810	64.090

Fonte: Elaboração dos autores a partir de HETTIGE *et al.* (1994) e contas nacionais do IBGE.

Tabela A.11 - Evolução da participação setorial no total das emissões de DBO

	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
04	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
05	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
06	13,4%	12,6%	12,4%	12,1%	12,8%	13,3%	13,1%	13,2%
07	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
08	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
10	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
11	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%	0,3%
12	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
13	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
14	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
15	27,2%	26,0%	27,6%	26,6%	28,3%	28,1%	27,1%	26,9%
16	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
17	19,3%	20,9%	20,6%	19,8%	19,6%	20,1%	19,3%	19,7%
18	3,4%	3,2%	3,1%	3,1%	3,2%	3,3%	3,2%	3,1%
19	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
20	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%
21	1,9%	1,9%	1,9%	1,8%	1,8%	1,8%	1,9%	2,0%
22	0,8%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,5%
23	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
24	0,6%	0,6%	0,5%	0,5%	0,6%	0,5%	0,5%	0,5%
25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
26	0,8%	0,8%	0,8%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	1,0%
27	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%
28	23,9%	24,9%	24,0%	25,9%	23,6%	22,1%	23,8%	23,7%
29	4,9%	4,6%	4,6%	4,9%	4,4%	5,0%	5,4%	5,3%
30	0,7%	0,6%	0,6%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%
31	1,5%	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,8%	1,9%	1,8%
32	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: Elaboração dos autores a partir de HETTIGE *et al.* (1994) e contas nacionais do IBGE.

Instituto de Economia - UFRJ

Tabela A.14 - Evolução das emissões de SO₂ em ton

	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
04	47.343	51.348	51.409	47.922	50.451	51.278	53.179	56.226
05	98.164	98.313	98.298	97.639	103.829	109.993	106.655	109.811
06	88.953	93.085	93.086	86.135	94.021	100.795	103.582	110.106
07	715	733	733	719	777	844	839	865
08	3.142	2.950	2.951	2.671	3.037	3.419	3.395	3.345
10	2.231	2.439	2.439	2.365	2.572	2.857	3.206	3.192
11	190	217	218	166	203	252	304	329
12	807	883	883	814	1.008	1.148	1.275	1.318
13	1.347	1.278	1.284	1.248	1.481	1.660	1.730	1.765
14	2.022	1.944	1.962	1.881	2.110	2.108	2.130	2.276
15	25.808	27.487	29.544	27.144	29.693	30.509	30.688	32.139
16	2.658	2.801	2.801	2.761	3.015	3.128	3.119	3.099
17	28.669	34.637	34.656	31.569	32.239	34.245	34.346	36.896
18	123.847	130.026	126.601	123.996	131.094	139.061	138.276	143.024
19	10.815	11.736	11.863	11.315	12.010	13.117	13.105	13.840
20	2.601	2.836	2.906	2.655	2.894	2.886	3.245	3.230
21	103	116	116	104	111	116	127	141
22	9.737	9.711	9.711	9.159	9.209	9.464	9.203	8.479
23	85	79	79	72	76	78	80	77
24	522	501	500	468	540	496	470	481
25	-	-	-	-	-	-	-	-
26	2.676	2.953	2.965	3.048	3.217	3.286	3.447	3.913
27	541	761	765	807	827	836	968	1.029
28	215	251	245	251	235	228	257	270
29	7.483	7.959	7.952	8.022	7.410	8.823	9.829	10.169
30	18.872	17.774	17.775	20.048	20.846	21.395	23.913	23.041
31	2.617	3.315	3.318	3.051	3.244	3.533	3.883	3.881
32	64	70	71	111	114	122	123	121
Total	482.227	506.204	505.131	486.140	516.264	545.679	551.373	573.062

Fonte: Elaboração dos autores a partir de HETTIGE *et al.* (1994) e contas nacionais do IBGE.

Tabela A.15 - Evolução da participação setorial no total das emissões de SO₂

	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
04	9,8%	10,1%	10,2%	9,9%	9,8%	9,4%	9,6%	9,8%
05	20,4%	19,4%	19,5%	20,1%	20,1%	20,2%	19,3%	19,2%
06	18,4%	18,4%	18,4%	17,7%	18,2%	18,5%	18,8%	19,2%
07	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
08	0,7%	0,6%	0,6%	0,5%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
10	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,6%	0,6%
11	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
12	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
13	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
14	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
15	5,4%	5,4%	5,8%	5,6%	5,8%	5,6%	5,6%	5,6%
16	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,5%
17	5,9%	6,8%	6,9%	6,5%	6,2%	6,3%	6,2%	6,4%
18	25,7%	25,7%	25,1%	25,5%	25,4%	25,5%	25,1%	25,0%
19	2,2%	2,3%	2,3%	2,3%	2,3%	2,4%	2,4%	2,4%
20	0,5%	0,6%	0,6%	0,5%	0,6%	0,5%	0,6%	0,6%
21	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
22	2,0%	1,9%	1,9%	1,9%	1,8%	1,7%	1,7%	1,5%
23	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
24	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
26	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,7%
27	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
28	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
29	1,6%	1,6%	1,6%	1,7%	1,4%	1,6%	1,8%	1,8%
30	3,9%	3,5%	3,5%	4,1%	4,0%	3,9%	4,3%	4,0%
31	0,5%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,7%	0,7%
32	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: Elaboração dos autores a partir de HETTIGE *et al.* (1994) e contas nacionais do IBGE.

Tabela A.16 - Evolução das emissões de NO₂ em ton

	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
04	31.184	33.822	33.863	31.566	33.232	33.776	35.028	37.035
05	42.640	42.705	42.698	42.412	45.101	47.778	46.328	47.699
06	2.898	3.032	3.033	2.806	3.063	3.284	3.374	3.587
07	2.399	2.459	2.460	2.411	2.607	2.830	2.813	2.900
08	1.424	1.337	1.338	1.211	1.377	1.550	1.539	1.516
10	1.130	1.235	1.235	1.198	1.303	1.447	1.624	1.617
11	96	110	110	84	103	128	154	167
12	408	446	446	411	509	580	644	666
13	702	667	669	651	772	866	902	920
14	3.492	3.358	3.388	3.248	3.643	3.641	3.679	3.931
15	14.276	15.205	16.343	15.015	16.426	16.877	16.976	17.778
16	922	972	972	958	1.046	1.085	1.082	1.075
17	21.295	25.728	25.742	23.449	23.947	25.437	25.512	27.406
18	94.986	99.725	97.098	95.100	100.544	106.654	106.052	109.694
19	4.358	4.729	4.780	4.560	4.839	5.286	5.281	5.577
20	1.440	1.570	1.609	1.470	1.602	1.597	1.796	1.788
21	22	25	25	22	24	25	27	30
22	12.872	12.837	12.837	12.107	12.174	12.510	12.165	11.208
23	35	33	33	30	31	32	33	32
24	143	137	137	128	148	136	129	132
25	-	-	-	-	-	-	2.032	2.307
26	1.578	1.741	1.748	1.797	1.897	1.938	9.915	10.543
27	5.545	7.796	7.832	8.262	8.470	8.563	361	379
28	302	352	344	352	330	320	9.436	9.763
29	7.184	7.641	7.634	7.702	7.113	8.471	8.559	8.247
30	6.755	6.362	6.363	7.176	7.462	7.658	2.462	2.461
31	1.660	2.103	2.104	1.935	2.057	2.241	2.462	152
32	81	88	90	139	144	154	156	152
Total	259.826	276.215	274.930	266.200	279.964	294.864	298.060	308.612

Fonte: Elaboração dos autores a partir de HETTIGE *et al.* (1994) e contas nacionais do IBGE.

Tabela A.17 - Evolução da participação setorial no total das emissões de NO₂

	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
04	12,0%	12,2%	12,3%	11,9%	11,9%	11,5%	11,8%	12,0%
05	16,4%	15,5%	15,5%	15,9%	16,1%	16,2%	15,5%	15,5%
06	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,2%
07	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	1,0%	0,9%	0,9%
08	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
10	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
11	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
12	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
13	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
14	1,3%	1,2%	1,2%	1,2%	1,3%	1,2%	1,2%	1,3%
15	5,5%	5,5%	5,9%	5,6%	5,9%	5,7%	5,7%	5,8%
16	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,3%
17	8,2%	9,3%	9,4%	8,8%	8,6%	8,6%	8,6%	8,9%
18	36,6%	36,1%	35,3%	35,7%	35,9%	36,2%	35,6%	35,5%
19	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,8%	1,8%	1,8%
20	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,5%	0,6%	0,6%
21	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
22	5,0%	4,6%	4,7%	4,5%	4,3%	4,2%	4,1%	3,6%
23	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
24	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
26	0,6%	0,6%	0,6%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%
27	2,1%	2,8%	2,8%	3,1%	3,0%	2,9%	3,3%	3,4%
28	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
29	2,8%	2,8%	2,8%	2,9%	2,5%	2,9%	3,2%	3,2%
30	2,6%	2,3%	2,3%	2,7%	2,7%	2,6%	2,9%	2,7%
31	0,6%	0,8%	0,8%	0,7%	0,7%	0,8%	0,8%	0,8%
32	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: Elaboração dos autores a partir de HETTIGE *et al.* (1994) e contas nacionais do IBGE.

Instituto de Economia - UFRJ

Tabela A.18 - Evolução das emissões de CO em ton

	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
04	6.330	6.865	6.873	6.407	6.745	6.856	7.110	7.517
05	152.974	153.206	153.182	152.156	161.801	171.407	166.206	171.124
06	41.378	43.300	43.301	40.067	43.736	46.887	48.183	51.218
07	5.073	5.199	5.202	5.097	5.513	5.983	5.947	6.132
08	2.836	2.663	2.664	2.411	2.742	3.087	3.066	3.020
10	1.362	1.489	1.489	1.444	1.571	1.745	1.957	1.949
11	26	29	29	22	27	34	41	44
12	546	598	598	551	683	778	864	893
13	834	791	795	773	916	1.027	1.071	1.092
14	8.454	8.130	8.204	7.863	8.821	8.815	8.907	9.518
15	29.550	31.472	33.827	31.080	33.998	34.933	35.137	36.798
16	113	120	120	118	129	133	133	132
17	16.447	19.871	19.882	18.111	18.495	19.646	19.704	21.167
18	62.152	65.253	63.534	62.227	65.789	69.788	69.394	71.776
19	94.598	102.646	103.758	98.970	105.045	114.732	114.624	121.052
20	288	314	322	294	321	320	359	358
21	7	8	8	7	8	8	9	10
22	1.785	1.781	1.781	1.679	1.689	1.735	1.687	1.555
23	9	8	8	8	8	8	8	8
24	51	48	48	45	52	48	46	47
25	-	-	-	-	-	-	-	-
26	253	279	280	288	304	311	326	370
27	1.385	1.948	1.957	2.065	2.116	2.140	2.477	2.634
28	53	62	61	62	58	57	64	67
29	3.848	4.093	4.090	4.126	3.811	4.538	5.055	5.230
30	1.508	1.420	1.420	1.602	1.666	1.709	1.911	1.841
31	235	298	298	274	291	317	348	348
32	9	10	10	16	16	17	18	17
Total	432.106	451.903	453.742	437.764	466.352	497.059	494.652	515.919

Fonte: Elaboração dos autores a partir de HETTIGE *et al.* (1994) e contas nacionais do IBGE.

Tabela A.19 - Evolução da participação setorial no total das emissões de CO

	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
04	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,4%	1,4%	1,4%	1,5%
05	35,4%	33,9%	33,8%	34,8%	34,7%	34,5%	33,6%	33,2%
06	9,6%	9,6%	9,5%	9,2%	9,4%	9,4%	9,7%	9,9%
07	1,2%	1,2%	1,1%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%
08	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
10	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,4%	0,4%
11	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
12	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%
13	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
14	2,0%	1,8%	1,8%	1,8%	1,9%	1,8%	1,8%	1,8%
15	6,8%	7,0%	7,5%	7,1%	7,3%	7,0%	7,1%	7,1%
16	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
17	3,8%	4,4%	4,4%	4,1%	4,0%	4,0%	4,0%	4,1%
18	14,4%	14,4%	14,0%	14,2%	14,1%	14,0%	14,0%	13,9%
19	21,9%	22,7%	22,9%	22,6%	22,5%	23,1%	23,2%	23,5%
20	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
21	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
22	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%
23	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
24	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
26	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
27	0,3%	0,4%	0,4%	0,5%	0,5%	0,4%	0,5%	0,5%
28	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
29	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,8%	0,9%	1,0%	1,0%
30	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,4%	0,3%	0,4%	0,4%
31	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
32	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: Elaboração dos autores a partir de HETTIGE *et al.* (1994) e contas nacionais do IBGE.

UFRJ/CCJE

Biblioteca Eugênio Gudin

Instituto de Economia - UFRJ

Tabela A.20 - Evolução das emissões de Compostos Orgânicos Voláteis (COV) em ton

	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
04	2.246	2.436	2.439	2.273	2.393	2.432	2.523	2.667
05	13.142	13.162	13.160	13.072	13.900	14.726	14.279	14.701
06	3.236	3.387	3.387	3.134	3.421	3.667	3.768	4.006
07	5.096	5.223	5.226	5.121	5.538	6.010	5.974	6.160
08	3.201	3.006	3.007	2.721	3.095	3.484	3.460	3.408
10	791	865	864	838	912	1.013	1.136	1.131
11	1.157	1.324	1.325	1.011	1.234	1.534	1.850	2.002
12	3.752	4.108	4.109	3.786	4.689	5.343	5.931	6.134
13	2.260	2.144	2.153	2.094	2.484	2.785	2.902	2.960
14	10.279	9.884	9.975	9.560	10.724	10.718	10.830	11.573
15	6.787	7.229	7.770	7.139	7.809	8.024	8.071	8.452
16	2.989	3.150	3.150	3.105	3.391	3.517	3.507	3.485
17	16.642	20.106	20.117	18.325	18.714	19.878	19.937	21.417
18	76.301	80.108	77.998	76.393	80.766	85.674	85.191	88.116
19	10.077	10.934	11.052	10.542	11.190	12.222	12.210	12.895
20	1.245	1.358	1.392	1.271	1.386	1.382	1.554	1.547
21	1.240	1.405	1.405	1.250	1.345	1.401	1.533	1.697
22	7.042	7.023	7.022	6.623	6.660	6.844	6.655	6.132
23	110	103	103	93	98	101	104	100
24	1.735	1.665	1.665	1.557	1.795	1.651	1.563	1.599
25	-	-	-	-	-	-	-	-
26	706	779	782	804	849	867	909	1.032
27	28	39	39	41	42	43	50	53
28	14	16	16	16	15	15	16	17
29	1.273	1.355	1.353	1.365	1.261	1.502	1.673	1.731
30	5.171	4.870	4.870	5.493	5.712	5.862	6.552	6.313
31	1.973	2.500	2.501	2.300	2.446	2.664	2.927	2.926
32	249	271	277	430	445	475	480	469
Total	178.742	188.448	187.156	180.359	192.313	203.831	205.585	212.723

Fonte: Elaboração dos autores a partir de HETTIGE *et al.* (1994) e contas nacionais do IBGE.

Tabela A.21 - Evolução da participação setorial no total das emissões de COV

	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
04	1,3%	1,3%	1,3%	1,3%	1,2%	1,2%	1,2%	1,3%
05	7,4%	7,0%	7,0%	7,2%	7,2%	7,2%	6,9%	6,9%
06	1,8%	1,8%	1,8%	1,7%	1,8%	1,8%	1,8%	1,9%
07	2,9%	2,8%	2,8%	2,8%	2,9%	2,9%	2,9%	2,9%
08	1,8%	1,6%	1,6%	1,5%	1,6%	1,7%	1,7%	1,6%
10	0,4%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,6%	0,5%
11	0,6%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,8%	0,9%	0,9%
12	2,1%	2,2%	2,2%	2,1%	2,4%	2,6%	2,9%	2,9%
13	1,3%	1,1%	1,2%	1,2%	1,3%	1,4%	1,4%	1,4%
14	5,8%	5,2%	5,3%	5,3%	5,6%	5,3%	5,3%	5,4%
15	3,8%	3,8%	4,2%	4,0%	4,1%	3,9%	3,9%	4,0%
16	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,8%	1,7%	1,7%	1,6%
17	9,3%	10,7%	10,7%	10,2%	9,7%	9,8%	9,7%	10,1%
18	42,7%	42,5%	41,7%	42,4%	42,0%	42,0%	41,4%	41,4%
19	5,6%	5,8%	5,9%	5,8%	5,8%	6,0%	5,9%	6,1%
20	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,8%	0,7%
21	0,7%	0,7%	0,8%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,8%
22	3,9%	3,7%	3,8%	3,7%	3,5%	3,4%	3,2%	2,9%
23	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%
24	1,0%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,8%	0,8%	0,8%
25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
26	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,5%
27	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
28	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
29	0,7%	0,7%	0,7%	0,8%	0,7%	0,7%	0,8%	0,8%
30	2,9%	2,6%	2,6%	3,0%	3,0%	2,9%	3,2%	3,0%
31	1,1%	1,3%	1,3%	1,3%	1,3%	1,3%	1,4%	1,4%
32	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: Elaboração dos autores a partir de HETTIGE *et al.* (1994) e contas nacionais do IBGE.

Instituto de Economia - UFRJ

Tabela A.22 - Evolução das emissões de Particulados Suspensos (TSP) em ton

	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
04	34.123	37.010	37.054	34.541	36.364	36.959	38.329	40.526
05	22.746	22.780	22.777	22.624	24.058	25.487	24.713	25.445
06	7.471	7.818	7.819	7.235	7.897	8.466	8.700	9.248
07	397	407	407	399	431	468	465	480
08	501	470	471	426	484	545	541	533
10	260	284	284	275	299	333	373	372
11	14	16	16	12	15	19	23	25
12	405	443	443	408	506	576	640	662
13	328	311	312	304	360	404	421	429
14	5.406	5.199	5.246	5.029	5.641	5.637	5.696	6.087
15	5.061	5.391	5.794	5.323	5.823	5.983	6.018	6.303
16	295	311	311	307	335	348	347	345
17	4.607	5.566	5.569	5.073	5.181	5.503	5.519	5.929
18	15.578	16.355	15.924	15.596	16.489	17.491	17.393	17.990
19	3.738	4.056	4.100	3.911	4.151	4.534	4.530	4.784
20	643	701	719	657	716	714	803	799
21	31	35	35	31	34	35	39	43
22	1.969	1.964	1.964	1.852	1.862	1.914	1.861	1.715
23	21	20	20	18	19	19	20	19
24	67	64	64	60	69	63	60	61
25	-	-	-	-	-	-	-	-
26	1.560	1.722	1.728	1.777	1.875	1.916	2.009	2.281
27	155	219	220	232	238	240	278	296
28	111	130	127	130	122	118	133	140
29	4.957	5.272	5.268	5.314	4.908	5.845	6.511	6.736
30	19.330	18.206	18.207	20.535	21.352	21.915	24.493	23.600
31	1.295	1.641	1.642	1.510	1.605	1.749	1.921	1.920
32	27	29	30	47	48	51	52	51
Total	131.098	136.421	136.551	133.625	140.884	147.332	151.889	156.816

Fonte: Elaboração dos autores a partir de HETTIGE *et al.* (1994) e contas nacionais do IBGE

Tabela A.23 - Evolução da participação setorial no total das emissões de TSP

	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
04	26,0%	27,1%	27,1%	25,8%	25,8%	25,1%	25,2%	25,8%
05	17,4%	16,7%	16,7%	16,9%	17,1%	17,3%	16,3%	16,2%
06	5,7%	5,7%	5,7%	5,4%	5,6%	5,7%	5,7%	5,9%
07	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
08	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,4%	0,3%
10	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
11	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
12	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
13	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
14	4,1%	3,8%	3,8%	3,8%	4,0%	3,8%	3,8%	3,9%
15	3,9%	4,0%	4,2%	4,0%	4,1%	4,1%	4,0%	4,0%
16	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
17	3,5%	4,1%	4,1%	3,8%	3,7%	3,7%	3,6%	3,8%
18	11,9%	12,0%	11,7%	11,7%	11,7%	11,9%	11,5%	11,5%
19	2,9%	3,0%	3,0%	2,9%	2,9%	3,1%	3,0%	3,1%
20	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
21	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
22	1,5%	1,4%	1,4%	1,4%	1,3%	1,3%	1,2%	1,1%
23	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
24	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
26	1,2%	1,3%	1,3%	1,3%	1,3%	1,3%	1,3%	1,5%
27	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
28	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
29	3,8%	3,9%	3,9%	4,0%	3,5%	4,0%	4,3%	4,3%
30	14,7%	13,3%	13,3%	15,4%	15,2%	14,9%	16,1%	15,0%
31	1,0%	1,2%	1,2%	1,1%	1,1%	1,2%	1,3%	1,2%
32	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: Elaboração dos autores a partir de HETTIGE *et al.* (1994) e contas nacionais do IBGE.

Instituto de Economia - UFRJ

Tabela A.24 - Evolução das emissões de Particulados Finos em ton

	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
04	35.789	38.816	38.862	36.227	38.138	38.763	40.200	42.503
05	27.130	27.171	27.167	26.985	28.696	30.399	29.477	30.349
06	817	855	855	791	864	926	952	1.011
07	32	33	33	33	35	38	38	39
08	13	12	12	11	13	14	14	14
10	9	10	10	9	10	11	13	13
11	9	10	10	7	9	11	14	15
12	35	38	38	35	43	49	55	57
13	170	161	162	157	186	209	218	222
14	529	508	513	492	551	551	557	595
15	1.448	1.542	1.658	1.523	1.666	1.712	1.722	1.803
16	39	41	41	40	44	45	45	45
17	972	1.174	1.174	1.070	1.093	1.160	1.164	1.250
18	1.418	1.489	1.450	1.420	1.501	1.593	1.584	1.638
19	2.511	2.725	2.755	2.628	2.789	3.046	3.043	3.214
20	193	210	215	197	215	214	241	239
21	22	25	25	22	24	25	27	30
22	246	245	245	231	233	239	233	214
23	-	-	-	-	-	-	-	-
24	16	15	15	14	17	15	14	15
25	-	-	-	-	-	-	-	-
26	498	550	552	567	599	612	642	728
27	17	23	24	25	25	26	30	32
28	-	-	-	-	-	-	-	-
29	157	167	167	168	156	185	206	214
30	11.863	11.174	11.174	12.603	13.105	13.450	15.032	14.484
31	253	320	321	295	313	341	375	375
32	4	5	5	7	8	8	8	8
Total	84.189	87.320	87.482	85.558	90.331	93.644	95.902	99.108

Fonte: Elaboração dos autores a partir de HETTIGE *et al.* (1994) e contas nacionais do IBGE

Tabela A.25 - Evolução da participação setorial no total das emissões de Particulados Finos

	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
04	42,5%	44,5%	44,4%	42,3%	42,2%	41,4%	41,9%	42,9%
05	32,2%	31,1%	31,1%	31,5%	31,8%	32,5%	30,7%	30,6%
06	1,0%	1,0%	1,0%	0,9%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
07	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
08	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
10	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
11	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
12	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
13	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
14	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
15	1,7%	1,8%	1,9%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%
16	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
17	1,2%	1,3%	1,3%	1,3%	1,2%	1,2%	1,2%	1,3%
18	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%
19	3,0%	3,1%	3,1%	3,1%	3,1%	3,3%	3,2%	3,2%
20	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,2%
21	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
22	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%
23	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
24	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
26	0,6%	0,6%	0,6%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%
27	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
28	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
29	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
30	14,1%	12,8%	12,8%	14,7%	14,5%	14,4%	15,7%	14,6%
31	0,3%	0,4%	0,4%	0,3%	0,3%	0,4%	0,4%	0,4%
32	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: Elaboração dos autores a partir de HETTIGE *et al.* (1994) e contas nacionais do IBGE.