

TEXTO PARA DISCUSSÃO/Nº 231

**Recursos Naturais e  
Contabilidade Social:  
A Renda Sustentável da  
Extração Mineral no Brasil**

Ronaldo Serôa da Motta  
Carlos Eduardo Frickmann Young

AGOSTO DE 1991

## **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA  
é uma Fundação vinculada ao Ministério da Economia,  
Fazenda e Planejamento

### **PRESIDENTE**

Roberto Brás Matos Macedo

### **DIRETOR TÉCNICO**

Líscio Fábio de Brasil Camargo

### **DIRETOR TÉCNICO ADJUNTO**

Marcos Reginaldo Panariello

### **DIRETOR DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS**

Renato Moreira

### **COORDENADOR DE DIFUSÃO TÉCNICA E INFORMAÇÕES**

Antonio Emilio Sendim Marques

### **COORDENADOR DE POLÍTICA AGRÍCOLA**

Adelina Teixeira Baena Paiva

### **COORDENADOR DE POLÍTICA INDUSTRIAL E TECNOLÓGICA**

Luis Fernando Tironi

### **COORDENADOR DE POLÍTICA MACROECONÔMICA**

Eduardo Felipe Ohana

### **COORDENADOR DE POLÍTICA SOCIAL**

Luiz Carlos Eichenberg Silva

### **COORDENADOR REGIONAL DO RIO DE JANEIRO**

Ricardo Varsano

**TEXTO PARA DISCUSSÃO** tem o objetivo de divulgar  
resultados de estudos desenvolvidos no IPEA, informando  
profissionais especializados e recolhendo sugestões.

**Tiragem: 200 exemplares**

### **DIVISÃO DE EDITORAÇÃO E DIVULGAÇÃO**

#### **Brasília:**

SGAN Q. 908 - MÓDULO E - Cx. Postal 040013

CEP 70.312

#### **Rio de Janeiro:**

Av. Presidente Antonio Carlos, 51 - 17º andar

CEP 20.020

# SUMÁRIO

---

1. INTRODUÇÃO
  2. O CONCEITO DE RENDA
    - 2.1- A abordagem da depreciação
    - 2.2- A crítica de El Serafy
  3. O MÉTODO ADOTADO
  4. OS PROCEDIMENTOS ESTIMATIVOS
    - 4.1- Estimativa do rent (R)
    - 4.2- Estimativa do período de exaustão (n)
  5. ANÁLISE DOS RESULTADOS
    - 5.1- Os fatores de exaustão
    - 5.2- O ajuste no PIB convencional
  6. COMENTÁRIOS FINAIS
- BIBLIOGRAFIA
-

**RECURSOS NATURAIS E CONTABILIDADE  
SOCIAL: A RENDA SUSTENTÁVEL DA EXTRAÇÃO  
MINERAL NO BRASIL\***

**Ronaldo Serôa da Motta\*\*  
Carlos Eduardo Frickmann Young\*\*\***

\*Este estudo é parte do projeto do IPEA-Rio, coordenado por Ronaldo Serôa da Motta, sobre "Estimativas de Contas Ambientais no Brasil" (ver Serôa da Motta(1991) ) cuja equipe é também composta por Francisco Eduardo Mendes, Peter May e Ana Paula Mendes, envolvidos nos outros segmentos do projeto: recursos florestais, água e solo. O estudo se beneficiou enormemente dos comentários de todos os membros da equipe, em particular das valiosas sugestões recebidas de Francisco Eduardo Mendes. Os autores também reconhecem a criativa participação do estagiário Leonardo B. Rezende no levantamento e análise de dados que mais tarde contou com igual colaboração do estagiário Marco Aurélio Cardoso. Agradecem também a Eliana Firme(CPRM), Roberto Olyntho(Decna/IBGE), Maria Alice Veioso(Decna/IBGE), Paulo Gonzaga(Deind/IBGE), Luis de Góes(Decna/IBGE) e Carlos F. Lodi(Petrobrás).

\*\*Da Coordenadoria Regional do IPEA - Rio de Janeiro

\*\*\*Da FEA/UFRJ

---

## SINOPSE

---

O objetivo deste trabalho é estimar as perdas econômicas ocasionadas pela exaustão dos recursos minerais no Brasil e seu impacto nas medidas de produto interno. Para tal, construiu-se uma definição de "renda sustentável" que leva em consideração a exaustão dos recursos naturais e possibilita a elaboração de um Sistema de Contas Ambientais como extensão ao convencional Sistema de Contas Nacionais. Para determinar estas medidas de renda sustentável, estimam-se fatores de exaustão para os principais minerais produzidos no país. Estes resultados permitem discutir a necessidade de diferenciar nas iniciativas de política mineral os produtos minerais de acordo não só com o valor de sua reserva, mas também com o rent gerado na sua produção. Por fim, a sustentabilidade do setor extrativo mineral é discutida à luz das medidas do PIB mineral convencional ajustadas segundo os fatores de exaustão estimados.

---



---

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com o meio ambiente e a preservação dos recursos naturais vêm questionando a visão tradicional de crescimento econômico. Em que pese as inúmeras experiências internacionais de mensuração de Contas Ambientais, a difusão da expressão "desenvolvimento sustentável" ainda não foi correspondida por um conceito consistente de "renda sustentável" que traduza, em termos econômicos, a idéia de crescimento em harmonia com a disponibilidade de recursos naturais.

A importância de uma definição de "renda sustentável" está ligada ao tratamento que o uso do meio ambiente deve ter nos Sistemas de Contabilidade Social. Na medida em que o uso do meio ambiente não é valorado normalmente a preços de mercado, então, não são imputados nas Contas Nacionais valores para a utilização, exaustão ou degradação dos recursos naturais. Como a preocupação fundamental está centrada na produção, a degradação/exaustão dos recursos naturais só é considerada como ganho à economia: nenhuma perda é imputada. Torna-se necessário, então, encontrar formas de incluir nas contas convencionais a valoração dos benefícios ou perdas dos recursos naturais, que em última instância representam um conjunto de ativos da sociedade, no presente e no futuro.

A questão da valoração dos recursos naturais tem despertado grande interesse na área de microeconomia<sup>1</sup> principalmente de cunho neoclássico. Entretanto, como aponta Daly (1990, p.19), a preocupação fundamental da microeconomia está em alcançar um sistema de preços que garanta a alocação ótima de uma dada dotação de fatores de produção - "once prices are right the environmental problem is 'solved' - there is no macroeconomic dimension".

A proposta de um desenvolvimento econômico ambientalmente sustentável não diz respeito somente a como se deve utilizar os recursos naturais, mas é também uma questão de saber a que nível se deve aproveitá-los. E essa é uma questão essencialmente macroeconômica. Em outras palavras, a tentativa de estabelecer algum procedimento a nível da Contabilidade Social para estimar o impacto, em termos agregados, do uso dos recursos naturais deve partir da fundamentação teórica do conceito de renda. Como consequência, novas formas de cálculo da renda e seus agregados devem

---

<sup>1</sup>Ver Motta (1990) para uma apresentação e discussão das técnicas de valoração.

---

surgir em função do tratamento dado à utilização de formas valoradas dos recursos naturais.<sup>2</sup>

O objetivo deste trabalho é estimar as perdas econômicas ocasionadas pela depleção de recursos minerais no Brasil, e seu impacto nas medidas do Produto Interno, para o período 1970-1980. Para tal, será necessário construir uma definição de "renda sustentável" que leve em consideração a exaustão de recursos naturais não renováveis e que possibilite a elaboração de um Sistema de Contas Ambientais como extensão ao convencional Sistema de Contas Nacionais. Na Seção 1 procede-se a uma comparação entre a definição de renda conforme convenicionado pelo Sistema de Contas Nacionais hoje vigente e os conceitos de "renda verdadeira" sugerido por Hicks (1946) e o de "custo de uso" proposto por Keynes (1973). Com base na consistência desses conceitos são discutidos os trabalhos pioneiros de Repetto *et al.* (1989) e El Serafy (1988). Na segunda seção é apresentado o método adotado visando a obtenção da "renda sustentável" compatível com os conceitos desenvolvidos na seção anterior. Na Seção 3 são descritos os procedimentos utilizados para estimar as perdas ocasionadas pela depleção de recursos minerais no Brasil. Na seção seguinte os resultados preliminares para o Brasil no período 1970-80 são analisados, obtendo-se algumas conclusões sobre a sustentabilidade da produção mineral brasileira. As observações finais discutem o desempenho e a ampliação desta metodologia alternativa.

## 2.0 CONCEITO DE RENDA

O Valor Adicionado é a variável síntese da Contabilidade Social e a identidade entre as três óticas sob as quais pode ser expresso - produto, renda e dispêndio - constitui o elemento aglutinador dos quadros de Contas Nacionais. Na ótica do produto o valor adicionado equivale ao valor bruto da produção menos o consumo intermediário necessário àquela produção. Sob a ótica da renda corresponde à sua distribuição funcional e na ótica do dispêndio, é igual ao montante de bens e serviços da produção interna disponíveis para consumo, acumulação e exportação.<sup>3</sup>

É importante lembrar, porém, que a definição de produção, a atividade econômica fundamental, tem

---

<sup>2</sup>Ver resenhas da literatura em Peskin e Lutz (1990), Motta (1991) e Mueller (1991).

<sup>3</sup>Em termos de conceito e metodologia nas Contas Nacionais, ver IBGE (1979 e 1989).

---

variado sistematicamente de acordo com a abordagem teórica adotada. Para os fisiocratas do século XVIII a produção englobava somente a produção agrícola; para os clássicos do século XIX as atividades de prestação de serviços eram consideradas improdutivas, concepção que ainda não foi totalmente abandonada nos Sistemas de Contabilidade Social de países socialistas.

O conceito de renda, que se origina paralelamente ao conceito de produção, é também uma convenção que necessariamente envolve arbitrariedades na precisão de um procedimento rigoroso de cálculo. Por isso, Hicks (1946, p.176), antes de expressar possíveis formas de definição, estabelece um critério central subjetivo e aproximativo de conceituar renda:

"a person's income is what he can consume during the week and still expect to be as well off at the end of the week as he was at the beginning".<sup>4</sup>

Este critério será chamado "renda verdadeira" ("true income").

Neste sentido, pode-se perceber a diferença entre renda e receita: renda indica a variação na riqueza, ou acumulação de ativos, enquanto receita (e, por simetria, a despesa) representa uma troca ou transferência de ativos. Conforme Boulding (1949, pp. 77-78):

"there is no change in the total of assets as an immediate result of the receipt or expenditure, for it is a fundamental accounting convention that in exchange equal values are exchanged. A receipt or an expenditure merely represents a change in the form of assets - from non-liquid to liquid in the case of a receipt, from liquid to non-liquid in the case of an expenditure. (...) Money income is the money value of the gross growth in assets. Real income is the gross growth in assets in physical terms".

---

<sup>4</sup>No mesmo parágrafo, Hicks reconhece e ironiza a dificuldade em precisar uma definição que atenda tal critério:

"By considering the approximations to this criterion, we have come to see how very complex it is, how unattractive it looks when subjected to detailed analysis. We may now allow a doubt to escape us whether it does, in the last resort, stand up to analysis at all, whether we have not been chasing a will-o'-the-wisp".

---

A percepção desta diferença conduz ao questionamento da forma como vem sendo calculada a renda de atividades de extração de recursos naturais finitos. O exemplo mais claro é o que se refere à extração de recursos minerais. A estimativa de valor adicionado para esta 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 a fatores de produção.<sup>5</sup> O valor adicionado assim obtido é distribuído entre remuneração ao fator trabalho e o excedente operacional. Em outras palavras, o excedente da extração mineral equivale à diferença entre a receita da venda na "boca da mina" (run of mine) do minério menos os custos correntes de extração, inclusive mão-de-obra.

Todavia, a extração do minério implica em uma diminuição da reserva, ou seja, a perda de ativo do minerador. O valor monetário dessa perda deve estar embutido na receita obtida pelo minerador, mas não pode fazer parte de sua renda. Caso decidisse consumir toda receita líquida de custos, ao final do período, o minerador estaria mais pobre do que no início (o que desrespeita o critério de renda verdadeira). Assim, o procedimento hoje vigente só pode ser considerado válido caso o recurso seja considerado inesgotável.

Essa deficiência vem sendo apontada com frequência cada vez maior pelos estudos que se propõem a realizar Contas Ambientais. O ponto central do argumento está na falsa sinalização das Contas Nacionais convencionais que revelam que quanto mais exauridos os recursos naturais maior será o crescimento do produto. Isto é, não indicam nenhuma preocupação com a sustentabilidade de tal extração. Como apontam Repetto et al. (1989, p.2):

"a country could exhaust its mineral resources, cut down its forests, erode its soils, pollute its aquifers, and hunt its wildlife and fisheries to extinction, but measured income would not be affected as these assets disappeared".

### **2.1.A abordagem da depreciação**

As propostas de correção de tal deficiência têm, contudo, variado. A primeira idéia que se sugere é

---

<sup>5</sup>A renda, conforme definida nos Sistemas de Contas Nacionais, é um indicador de nível de atividades, e não de bem-estar, como enfatizam os críticos à idéia de utilizar o PIB, ou o PIB per capita, como indicador de desenvolvimento social.

---

contabilizar a variação física do estoque multiplicada pelo preço de mercado do recurso líquido de custos de produção, e acrescentar um fator de correção referente às variações dos preços. Este preço líquido nada mais é que o rent<sup>6</sup> auferido pelo detentor do recurso, e que representaria o valor presente da parcela do estoque natural que estaria se reduzindo em função da extração. O que se objetiva com isso é deduzir da renda bruta todo o rent de exploração do recurso na suposição de que este rent refletiria a depreciação do recurso em questão. Como a reserva de um recurso não-renovável diminui da quantidade extraída durante o ano, poder-se-ia deduzir o montante depletado (avaliado a preços correntes) do rendimento bruto, assim como se subtrai o consumo de capital do valor adicionado bruto nas atividades manufatureiras. Os ganhos da extração mineral são contabilizados no Produto Bruto enquanto o valor da depleção é deduzido no Produto Líquido.

Repetto et al. (1989) adotam este procedimento para avaliar as perdas patrimoniais resultantes da extração de petróleo e madeira na Indonésia. A contabilidade "econômica" dos recursos naturais é derivada diretamente das contas expressas em unidades físicas e imputando-se valores monetários aos níveis de estoque e suas variações. As variações líquidas no valor dos estoques são atribuídas a adições correntes das reservas no ano (descobertas, revisões líquidas, crescimento ou reproduções) menos deduções (depleção, degradação ou desflorestamento) mais variações de preços dos recursos durante o ano. A equação (1) sintetiza o seu procedimento:

$$X_{t+1} \cdot P_{t+1} = X_t \cdot P_t + (X_{t+1} - X_t) \cdot p^* + X_t \cdot (P_{t+1} - P_t) + (1) \\ + (X_{t+1} - X_t) \cdot (P_{t+1} - p^*)$$

onde:

- $X_t$  é o estoque de abertura do recurso em unidades físicas,  
 $X_{t+1}$  é o estoque de fechamento do recurso em unidades físicas,  
 $P_t$  é o rent por unidade física na abertura do período,  
 $P_{t+1}$  é o rent por unidade física no fechamento do período,  
 $p^*$  é o rent unitário médio durante o período.

---

<sup>6</sup>Rent é a parcela da renda que expressa o excesso de pagamentos aos fatores acima do que é necessário para mantê-los no seu uso presente.

---

A partir da equação (1) poder-se-iam definir as seguintes relações:

i) Variação líquida de estoques:

$$X_{t+1} \cdot P_{t+1} - X_t P_t = (X_{t+1} - X_t) \cdot p^* + X_t \cdot (P_{t+1} - P_t) + (1a) \\ + (X_{t+1} - X_t) \cdot (P_{t+1} - p^*)$$

ii) Adições correntes líquidas no ano:

$$(X_{t+1} - X_t) \cdot p^* = (Ad - Rd) \cdot p^* \quad (1b)$$

onde:

Ad representa as adições de reserva (descobertas, revisões (líquidas), extensões, crescimento e reprodução),

Rd representa as reduções de reserva (produção, desflorestamento e degradação).

iii) Reavaliações:

$$RV = X_t \cdot (P_{t+1} - P_t) + (X_{t+1} - X_t) \cdot (P_{t+1} - p^*) \quad (1c)$$

onde:

$X_t \cdot (P_{t+1} - P_t)$  corresponde à reavaliação do estoque de abertura,  $(X_{t+1} - X_t) \cdot (P_{t+1} - p^*)$  corresponde à reavaliação das transações ocorridas durante o período.

## 2.2.A crítica de El Serafy

Como aponta El Serafy (1988), a depleção de recursos naturais não pode ser considerada conceitualmente como depreciação, pois, não envolve consumo de capital fixo. A receita da extração de recursos não-renováveis provém de uma venda de ativos, um desinvestimento, que não pode ser considerada como valor adicionado, bruto ou líquido - não se pode dizer, por exemplo, que tenha havido uma "produção corrente" de ouro e sim a extração de uma reserva. O que se deve deduzir, na verdade, é o custo de uso, que não é explicitado na produção mineral, mas que deveria corresponder ao sacrifício imposto às gerações futuras quando o recurso estiver exaurido. Segundo Keynes (1973, pp. 69-70):

"User cost constitutes one of the links between the present and the future.(...) It is the expected sacrifice of future benefit involved in present use which determines the amount of this sacrifice which, together with the marginal factor cost and the expectation of the marginal proceeds, determines his scale of production".

---

À depreciação corresponde outra categoria conceitual, o custo suplementar, que deve ser abatido apenas do produto líquido.<sup>7</sup>

Além disso, considerar a depleção de recursos não-renováveis como depreciação inviabiliza sua estimativa para países que só disponham de cálculo da Renda Nacional Bruta. Adicionalmente, este método entra em contradição com o fato de países que dispõem de recursos valorizados no mercado internacional estarem em situação evidentemente melhor que outros, de características semelhantes, e que não dispõem de tais recursos. Como afirma El Serafy (1988, p.44):

"having subsoil deposits to exploit gives their possessors an income edge over those who do not have that advantage".

Em suma, são duas ordens de crítica à abordagem da depreciação:

a) Se devem ser feitas correções na medida de renda, então que o sejam tanto na renda líquida quanto na renda bruta, que é a mais utilizada. Portanto, considerar toda a receita de recursos finitos como renda seria incorreto, pois estas representam venda de ativos e não valor agregado.

b) Se todo o rent, entretanto, for considerado como consumo de capital, então o valor agregado líquido de uma economia com base em recursos exploráveis seria eternamente nulo. Ou seja, confunde-se rent com renda bruta (gross income).

Dessa forma, El Serafy propõe que se preserve a definição de renda verdadeira no sentido sugerido por Hicks (1946), isto é, a quantidade de consumo que não prejudica o consumo futuro. Para tal, uma série finita de receita de exploração de um recurso tem que ser convertida em uma série infinita de renda verdadeira de forma que o valor presente de ambas sejam iguais. Ou seja, uma parcela desta receita seria colocada à parte periodicamente para ser investida de forma a gerar este fluxo perpétuo de renda equivalente à renda verdadeira. Esta parcela seria denominada de custo de uso ou fator de exaustão e não seria considerada na mensuração do PIB. Este custo de uso representaria, então, um

---

<sup>7</sup>Keynes (1973, p.56): "(...) let us call the depreciation of the equipment, which is involuntary but not unexpected, i.e. the excess of the expected depretiation over the user cost, the supplementary cost."

---

"desinvestimento" que deve ser considerado na formação de capital, de maneira que o consumo total seja equivalente à renda verdadeira.

Isto equivale a dizer que ao invés de se fazerem provisões no sentido de manter o valor de recurso material intacto, o que geológica ou biologicamente seria impossível, ocorreriam investimentos em capital material com capacidade de gerar fluxos futuros de renda equivalente ao recurso natural sendo exaurido.

### 3.0 MÉTODO ADOTADO

O método abaixo apresentado segue de perto a proposta de El Serafy (1988). Embora a expressão do fator de exaustão seja semelhante, a sua derivação, entretanto, seguiu um rationale um pouco diferente. No caso, supôs-se que a parcela de custo de uso investida geraria retornos equivalentes ao custo de oportunidade do capital, os quais seriam descontados no presente por uma taxa de preferência no tempo. Ou seja, a exaustão dos recursos naturais estaria sendo trocada por investimentos em capital material.

Conforme será observado, agindo assim a expressão dependerá do custo de oportunidade do capital, de estimação mais objetiva e não da taxa de preferência temporal cujo valor encerra inúmeras considerações subjetivas.

---

Este procedimento é compatível com o proposto por Keynes (1973, p.70), observando-se a hipótese de expectativa de não alteração dos preços do recurso:<sup>8</sup>

"We have defined the user cost as the reduction in the value of the equipment due to using it as compared with not using it (...). It must be arrived at, therefore, by calculating the discounted value of the additional prospective yield which would be obtained at some later date if it were not used now".

De uma forma geral e simplificada o método e os procedimentos estimativos do custo de uso seguem o esquema abaixo:

A exploração de um recurso natural gera um rent (R), entendido como o rendimento líquido do custo de operação e capital. Parte do rent (R) deve ser investido de tal forma que assegure uma série infinita de renda sustentável (X). Assim, durante a exploração (R-X) será a perda ambiental de uso do recurso que deve ser investido na economia de forma que X seja gerado infinitamente.

Seja F(R - X) o valor futuro da série de (R - X) acumulada ao final do período de exploração (n) à taxa de oportunidade do capital (r):

$$F(R-X) = \sum_{t=0}^n (R - X) \cdot (1+r)^t = (R - X) \cdot \frac{(1+r)^n - 1}{r} \quad (2)$$

---

<sup>8</sup>Existem dois efeitos que podem ser esperados para o futuro. Por um lado, o esgotamento das reservas pode levar a um encarecimento relativo do recurso (caso o país seja responsável por parcela significativa da produção mundial da commodity). Mas, por outro lado, existe uma tendência de substituir matérias-primas naturais por sintéticos, tornando cada vez menor (e mais barato) o peso de insumos naturais sobre o valor total dos produtos - o clássico fenômeno da "deterioração dos termos de troca". Historicamente observa-se que diversos produtos de origem natural foram depreciados ou tornados obsoletos muito antes de chegar ao seu esgotamento: é o caso do salitre, borracha natural e carvão. Por esse motivo, será adotada a regra de "considerar a situação atual e depois projetá-la no futuro", o que significa, para este trabalho, que a cada ano o preço esperado pela mercadoria é o preço observado naquele ano. Para uma discussão sobre expectativas, ver Keynes, (1973, cap. XII).

A partir de  $t_{n+1}$ , esse estoque de capital acumulado passa a render um retorno anual à mesma taxa de oportunidade do capital ( $r$ ), cujo valor presente  $P(R - X)$  será:

$$P(R - X) = F(R - X) \cdot r \cdot \frac{1}{d} = (R - X) \cdot \frac{(1+r)^n - 1}{d} \quad (3)$$

onde ( $d$ ) é a taxa de desconto do consumo (preferência intertemporal).

A renda sustentável ( $X$ ) do recurso deve ser tal que seu valor presente seja igual ao valor presente do retorno do capital acumulado, descrito em (3):

$$F(R - X) \cdot \frac{r}{d} = (R - X) \cdot \frac{(1+r)^n - 1}{d} = \frac{X}{d} \quad (4)$$

Multiplicando ambos os lados de (4) por  $d$ , teremos:

$$(R - X) \cdot [(1+r)^n - 1] = X \quad (5a)$$

ou

$$\frac{X}{R} = 1 - \frac{1}{(1+r)^n} \quad (5b)$$

Logo, para cada recurso natural é possível estimar a relação  $X/R$  e, conseqüentemente, determinar a parcela  $(X - R)$  da receita de exploração destes recursos, isto é, o custo de uso que deve ser contabilizado como perda ambiental, e a parcela  $X$ , que se refere à outra parte desta receita que deve ser entendida como renda sustentável. A relação entre  $(X-R)$  sobre o PIB convencional será aqui denominada de fator de exaustão.<sup>9</sup>

Observa-se que não há necessidade, neste método, de estimar os valores monetários absolutos das reservas minerais, nem tampouco projetar preços futuros. Estes valores serão refletidos a cada período contábil através das receitas realizadas e das variações de reservas determinadas no setor.

---

<sup>9</sup>Em El Serafy (1988 e 1990) e Motta (1991) denominou-se fator de exaustão a relação  $X/R$ . Em termos práticos a relação aqui adotada é melhor pois pode ser diretamente aplicada nos valores do produto.

---

Dessa forma, restará identificar os valores de renda para cada caso. Assim, R será derivado do excedente operacional bruto de cada atividade e n dependerá da reserva e da taxa de exploração atuais.

#### 4. OS PROCEDIMENTOS ESTIMATIVOS

As estimativas do período 1970-90 do PIB do setor mineral das Contas Nacionais são aquelas inicialmente obtidas nos anos censitários e cujos os valores são determinados para os anos não-censitários através de índices agregados de valor com dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA) do IBGE ou índices de produção física com dados da Pesquisa Industrial Mensal (PIM), também do IBGE, ou do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Assim, não estão disponíveis estimativas desagregadas por atividade mineradora. Refazer estes ajustes no intuito de obter dados mais desagregados é, contudo, muito difícil devido a própria desagregação oferecida pelas pesquisas industriais que não permitem um ajuste por atividade por questões amostrais ou de classificação. Em suma, não é possível obter estimativas do PIB mineral desagregado por atividade ou tipo de minério.

Assim, se fez necessário construir uma série alternativa de PIB mineral da qual pudessem ser estimados os fatores de exaustão por tipo de minério. Além disso, outras questões conceituais e de base de dados, abaixo descritas, exigiram também que esta série alternativa fosse estimada.

##### 4.1. Estimativa do rent (R)

O rent deve refletir a renda diferencial apropriada pela empresa mineradora em função da "raridade" relativa à capacidade de obtenção do minério. Portanto, uma primeira aproximação pode ser obtida subtraindo-se do valor da produção o consumo intermediário, a remuneração ao fator trabalho e o retorno que se pode considerar "normal" para o estoque de capital fixo acumulado para realizar a produção.

A primeira dificuldade está na obtenção de uma série não-subestimada do valor da produção. Na medida em que o Imposto Único sobre Minerais incidia sobre o valor declarado da produção na "boca de mina" (run of mine), as empresas verticalizadas (que também beneficiam o minério) tendiam a subavaliar os preços de transferência do minério. Por isso, o montante total do rent obtido pelo minerador não é captado, ao menos integralmente, nas séries disponíveis de valor da produção das atividades especificamente extrativas. Este problema parece se acentuar nas informações dos

---

Censos Econômicos devido a classificação de atividade do IBGE separar as atividades de extração daquelas de beneficiamento dentro do gênero da indústria extrativa mineral. Dessa forma, torna-se impossível distribuir o valor da produção do beneficiamento entre as atividades extrativas. Tal procedimento pode inclusive ter prejudicado a informação sobre o valor da produção total ao tentar estabelecer esta diferenciação e, assim, deixar englobado na extrativa algumas atividades de beneficiamento, devido a critérios de desdobramentos e com isso reduzir o valor de produção (VP). Uma constatação deste fato é a sistemática subestimativa dos dados de valor da produção dos Censos Econômicos em relação aos dados de VP do DNPM que foi, para o setor como um todo, de 30% em 1980 e de 20% em 1975.

Parte desta subestimativa, entretanto, é explicada pela significativa diferença na extração de petróleo que representava em 1980 metade da produção mineral. Neste caso, utilizou-se os dados da matriz de relações intersetoriais do IBGE posto que nos Censos as informações desta atividade são desidentificadas. Observou-se que nos anos de 1975 e 1980 o VP do IBGE na atividade de extração de petróleo e gás natural era, respectivamente, 58% e 56% menor que o VP do DNPM. Tal disparidade deve estar relacionada com os procedimentos adotados pela Petrobrás ao definir valores de transferência para a atividade de refino que depende basicamente da política de preços do setor para os derivados do petróleo e a de expansão dos investimentos em prospecção e exploração. Ou seja, a Petrobrás é remunerada pelo petróleo de acordo com o custo de realização definido naquela época pelo Conselho Nacional do Petróleo (CNP). A definição deste custo é, portanto, repleta de critérios que variam de acordo com a conjuntura do setor e sua política de preços dos derivados, pois, são estes derivados que acabam por gerar receita financeira da Petrobrás. E mesmo os dados do DNPM podem não captar o rent do setor que ficou distribuído nos preços dos derivados. Dessa forma, optou-se por considerar o VP da extração de petróleo aquele medido a preços de importação do petróleo no objetivo de internalizar no setor extrativo o rent transferido para o setor de refino e distribuição de derivados. Trata-se, sem dúvida, de solução ad hoc, mas que parece refletir melhor o custo de oportunidade do petróleo que aquele definido por critérios meramente de transferências.

O caso do carvão também mereceria algum tipo de reajuste nos valores de produção devido a característica do mercado nacional deste mineral que se dá entre alguns produtores do sul do País e a Siderbrás e, assim, distorcem os preços definidos politicamente.

---

Conforme será visto, entretanto, os valores elevados de n para este mineral acabarão por levar a zero os fatores de exaustão.

Em resumo, os dados do valor da produção são aqueles obtidos nos anuários do DNPM, com exceção do petróleo que recebeu tratamento especial conforme acima descrito.

Entretanto, não sendo levantados pelo DNPM, os valores de consumo intermediário e remuneração ao fator trabalho foram obtidos a partir das séries de despesas com operações industriais e total de salários para os estabelecimentos da indústria extrativa mineral disponíveis nos Censos Industriais e nas Pesquisas Industriais Anuais do IBGE.<sup>10</sup> A fim de se considerar os pagamentos de encargos sociais (não disponíveis a nível de subgrupo) foi acrescido 30% ao total de salários pagos de acordo com estimativas destes gastos para o gênero como um todo.

Já para os anos de 1971, quando não houve PIA, e 1972-73, quando as informações não são disponíveis a nível de subgrupo, foi usado um índice de valor composto a partir dos dados de produção física do DNPM e do IGP/FGV.

No caso específico de petróleo e gás natural, dada a não identificação das informações nos Censos de 1975 e 1980, foram utilizados os dados de consumo intermediário e remuneração mais encargos sociais das respectivas matrizes de insumo-produto. Para os anos intermediários, usou-se também o índice de valor composto descrito acima. Para outros casos de desidentificação não foi possível utilizar outra fonte, o que acabou por retirar estes minerais (p.ex., cobre) da amostra. Outros minerais também não foram considerados pelo fato de estarem agregados em uma só atividade e não permitindo, assim, discriminar as despesas correspondentes. Em suma, a amostra selecionada foi composta de: ferro, alumínio, chumbo, cromo, estanho, manganês, ouro, tungstênio, calcário, caulim, feldspato, gesso ou gipsita, quartzo ou cristal de rocha, talco, agalmatolito, petróleo e carvão-de-

---

<sup>10</sup>Cabe ressaltar que o procedimento mais correto seria o de deduzir também outros itens das despesas diversas que podem ser considerados como consumo intermediário. Entretanto, não foi possível obter no momento essa informação a nível de subgrupo, resultando, assim, numa superestimativa do rent. Nos anos não-censitários este viés para mais se acentua, pois, as PIAs são compostas por painéis e não pelo universo censitário.

---

pedra. Esta amostra representa 80% e 90% do VTI do setor extrativo mineral nos anos de 1970 e 1980, respectivamente.

A utilização destes dados (Censos, PIA e matrizes) para despesas foi considerada plausível por se acreditar que a subestimativa do IBGE é na valoração da produção e não um problema de cobertura.

A estimativa do retorno "normal" do capital exigiu procedimento mais elaborado. Construiu-se uma série de estoque de capital para cada minério selecionado através do "método do inventário perpétuo".<sup>11</sup> Foram utilizados os dados de investimento realizado em prospecção e extração dos Relatórios Anuais de Lavra do DNPM, e foi observado um lag de dois anos (intervalo médio entre a execução da inversão e a sua entrada efetiva em operação). Para os anos de 1970-73, na ausência das informações sobre investimento, foi utilizada uma proxy assumindo a relação capital/VTI de 1974 como constante.

De acordo com Motta (1988) as estimativas do custo de oportunidade do capital na economia brasileira elaboradas para os anos 70 e 80 são elevadas e em torno de 12 a 20%. Todavia, tais estimativas foram baseadas em dados antigos de Contas Nacionais e com inúmeros problemas de mensuração do estoque de capital. Assim sendo, não é possível obter uma estimativa definitiva para o custo de oportunidade do capital o que levou a se utilizar três valores alternativos: 10%, 15% e 20%. Com isso pretendeu-se estabelecer limites em torno dos quais o rent pode variar e mostrar sua sensibilidade em relação ao custo de oportunidade do capital.

#### 4.2. Estimativa do período de exaustão (n)

O período de exaustão reflete o tempo de vida útil das reservas caso a extração se mantenha permanentemente ao nível observado no ano corrente. É obtido pela razão entre a Reserva Base do minério (soma das Reservas Medida e Indicada pelo DNPM) e a quantidade extraída de minério bruto observada para o mesmo ano. Para os anos em que a informação de reservas não estava disponível a Reserva Base foi aproximada pela adição da reserva mais quantidade extraída observadas no ano posterior. No caso de se dispor somente da produção de mineral contido ou beneficiado, foi utilizada uma relação de teor médio observado em outros anos.

---

<sup>11</sup>Para uma descrição e aplicação desse método, ver Motta (1985).

---

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 5.1. Os fatores de exaustão

Antes de apresentar as estimativas dos fatores de exaustão, vale comentar os valores de  $n$ . Matematicamente quando  $n > 100$  o fator de exaustão tende a zero independente do valor de  $r$ . Na Tabela 1 são apresentados os valores de  $n$  calculados para alguns dos principais minerais onde se apresentam, além dos minerais com  $n < 100$ , exemplos dos minerais com valor de  $n$  muito grande. Observa-se que os fatores de exaustão só serão significativos para petróleo, ouro (em alguns anos), estanho, manganês, chumbo, cromo e tungstênio. Nos outros casos, devido ao tamanho das reservas, o custo de uso pode ser considerado praticamente nulo. A variação dos valores de  $n$  é explicada pela variação da produção e também das estimativas das reservas.

A Tabela 2 apresenta os fatores de exaustão para o total do setor e especificamente para os minerais com custo de uso. Dado que a remuneração do capital fixo utilizado na produção é função do custo de oportunidade do capital ( $r$ ) tal como o custo de uso, então, observou-se que a taxa de 20% levou a resultados de custos de uso negativos, ou seja, o retorno do capital fixo superou o excedente no setor. A esta taxa não existe geração de rent e sim um prejuízo operacional, portanto, os fatores para o setor como um todo não consideram estes valores de custo de uso negativo.

Por outro lado, a incidência de valores negativos altos na extração de petróleo no início da década, antes do primeiro choque do petróleo, confirma a não viabilidade da produção nacional neste período, em alternativa a importação do produto, como sempre alegou as administrações da Petrobrás naquela época. Já os resultados do período 1974-77, que indicam altos valores positivos à taxa de 10 e 15% para então declinarem até 1980, estão influenciados pela valoração adotada com preços internacionais que se estabilizam até o fim de 1979 enquanto os investimentos se aceleram no período.

Para os outros minerais percebe-se uma variação menos acentuada dos fatores, mas, de qualquer forma, indicando uma flutuação diferenciada entre os diversos minerais. Estes resultados questionam, por exemplo, a determinação de percentuais fixos de compensações financeiras sobre todo tipo de produção mineral criadas pela Lei 18.01.90 e os royalties sobre a produção de petróleo que já tinham um percentual anteriormente definido. Os resultados, assim, indicam que faz sentido

TABELA 1: PERIODO DE EXAUSTAO ESTIMADO (h)

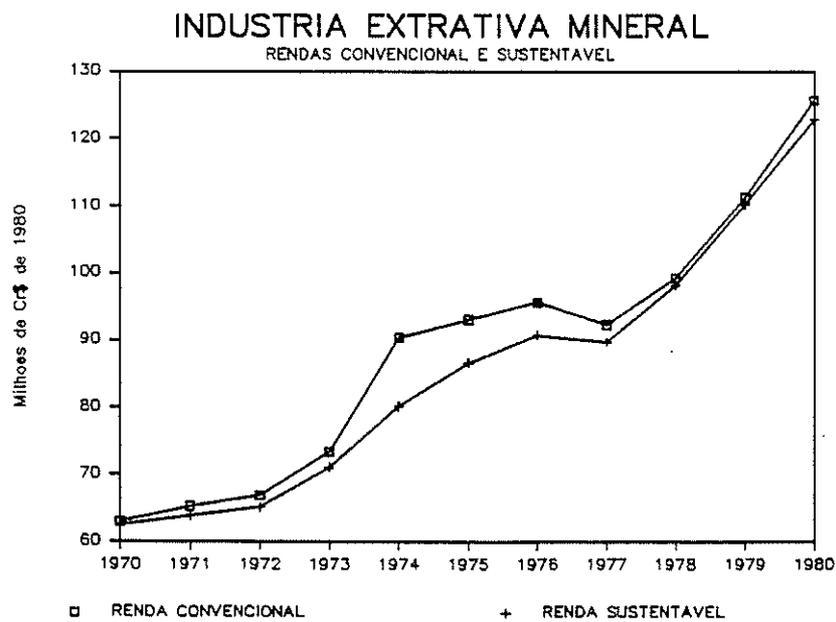
ANO	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
PETROLEO	14	13	13	12	12	12	14	18	19	20	20
CARVAO	346	348	324	336	525	303	379	335	285	471	464
CHUMBO	5	4	3	4	5	62	68	73	56	59	67
CROMO	79	40	13	9	14	17	15	13	11	8	16
FERRO	231	223	518	674	135	166	136	151	140	130	113
ALUMINIO	459	412	569	676	644	1877	1897	1530	1257	820	342
OURO	14	15	14	232	9	31	30	116	533	348	295
ESTANHO	13	20	16	15	11	9	10	10	9	10	11
MANGANES	36	34	43	46	42	41	40	44	40	45	40
TUNGSTENIO	7	4	3	2	3	3	6	4	5	6	7
CALCARIO	235	218	221	271	255	230	204	227	224	315	315
CAULIM	198	321	167	1842	849	899	860	928	602	719	484

TABELA 2: FATORES DE EXAUSTAO ESTIMADOS

	PETROLEO		CHUMBO		CROMO		OURO		ESTANHO		MANGANES		TUNGSTENIO		TOTAL		
	10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	20%	
1970	5,30%	-1,80%	33,27%	25,01%	0,02%	0,00%	3,56%	1,36%	15,99%	6,87%	2,57%	2,18%	0,38%	26,31%	18,84%	0,70%	0,48%
1971	10,48%	1,83%	34,83%	27,19%	0,11%	0,00%	16,48%	8,44%	8,44%	2,61%	0,75%	2,29%	0,39%	35,34%	28,29%	7,74%	0,78%
1972	12,21%	2,81%	48,76%	39,43%	-3,25%	-2,07%	17,91%	5,11%	18,16%	8,33%	3,82%	1,21%	0,18%	16,11%	11,41%	8,47%	0,80%
1973	15,25%	4,99%	43,41%	35,44%	-7,92%	-1,33%	0,00%	0,00%	20,25%	9,76%	4,83%	0,86%	0,10%	17,24%	12,66%	8,65%	0,48%
1974	28,91%	14,51%	-31,16%	-29,07%	-10,70%	-7,92%	0,00%	0,00%	13,70%	3,43%	-0,98%	1,34%	0,18%	37,28%	30,72%	25,30%	0,42%
1975	24,41%	12,43%	0,04%	0,00%	-53,57%	-18,86%	3,36%	0,82%	20,64%	10,89%	8,66%	1,87%	0,30%	40,01%	33,02%	13,60%	1,07%
1976	19,87%	8,12%	0,08%	0,00%	14,81%	8,82%	2,85%	0,70%	20,53%	18,41%	9,66%	2,03%	0,34%	33,00%	24,30%	18,04%	0,85%
1977	11,67%	4,01%	0,21%	0,00%	15,43%	7,56%	2,85%	0,00%	30,82%	10,89%	7,55%	1,21%	0,16%	45,26%	36,21%	28,19%	1,01%
1978	4,67%	-0,87%	0,19%	0,02%	23,80%	13,04%	0,00%	0,00%	23,73%	13,43%	12,43%	1,82%	0,30%	31,08%	23,78%	18,85%	0,69%
1979	9,77%	3,30%	0,13%	0,01%	32,62%	21,64%	0,00%	0,00%	24,83%	14,48%	8,54%	1,09%	0,14%	23,88%	18,85%	11,63%	0,82%
1980					14,05%	8,82%	0,00%	0,00%	25,79%	14,89%	8,76%	1,98%	0,33%	19,36%	12,76%	8,43%	0,44%

TABELA 3: RENDAS CONVENCIONAL E SUSTENTAVEL DA INDUSTRIA EXTRATIVA MINERAL

	Renda		Crescimento anual	
	Convencional (Cr\$ Mil de 1980)	Sustentavel	Convencional (%)	Sustentavel (%)
1970	62996	62555		
1971	65264	63855	3.60%	2.08%
1972	66830	65123	2.40%	1.99%
1973	73352	71071	9.76%	9.13%
1974	90400	80155	23.24%	12.78%
1975	93130	86643	3.02%	8.09%
1976	95691	90761	2.75%	4.75%
1977	92370	89778	-3.47%	-1.08%
1978	99307	98305	7.51%	9.50%
1979	111274	110246	12.05%	12.15%
1980	125617	122837	12.89%	11.42%



---

diferenciar estes percentuais e revisá-los de acordo com a sustentabilidade de cada mineral.

### 5.2.0 ajuste no PIB convencional

Devido aos procedimentos adotados na valoração alternativa da produção mineral, os valores da série estimada diferem significativamente daqueles da série das C.N. Comparando as variações do produto real nas duas séries, esta divergência é bastante minimizada.<sup>12</sup> No período 1970-80 a variação pelas C.N. foi de 99,4% enquanto na série alternativa encontrou-se 86,4%. Uma vez que a variação nas duas séries no período 1970-75 foi quase a mesma, esta divergência está concentrada no período 1975-80 onde as variações foram, respectivamente, 34,9% e 26,9%. Ou seja, a divergência entre as duas séries se deve basicamente às alterações dos procedimentos de valoração e não por problemas expressivos de cobertura da produção física.

De qualquer forma, a utilização dos fatores de exaustão da Tabela 2 na correção dos valores do PIB mineral das C.N. deve ser feita com certa precaução. Esta correção é apresentada na Tabela 3 e no gráfico acima, onde o PIB do setor mineral e suas taxas de crescimento são apresentados com  $r=15\%$ . Observa-se que o crescimento anual na década de 70 do setor extrativo mineral nas C.N. foi de 7,1% e que se reduz somente para 6,9% quando se considera o custo de uso destas reservas minerais. Enquanto estas médias anuais para o período são bastante próximas, a divergência entre as variações anuais das duas séries são significativas.

### 6.COMENTÁRIOS FINAIS

A pequena redução nas taxas de crescimento médio anual no período entre as medidas de produto convencional e sustentável não indica, todavia, que as estimativas de custo de uso dos recursos naturais não devam ser vistas com certa prioridade na elaboração das Contas Nacionais. As divergências significativas que foram identificadas em diversos anos para as taxas de crescimento entre as duas séries confirmam, por outro lado, que o nível do rent e o volume das reservas devem ser considerados a cada determinação da renda do setor de forma a refletir a expectativa de sustentabilidade da produção gerada naquele período.

---

<sup>12</sup>O cálculo do produto real da série alternativa foi baseado em índice de Paasche com dados de preços e quantidades que formam os valores da produção da série alternativa.

---

É bom ressaltar também que grande parte destas variações são atribuídas ao setor petróleo e a seis minerais metálicos porque os outros minerais selecionados apresentavam reservas de grande dimensão. Embora restrita ao período 1970-80, tal constatação acaba por gerar importantes subsídios para as definições de política mineral no sentido de diferenciar os produtos minerais dentro de cada iniciativa de intervenção ou regulação. Conforme já mencionado este seria o caso da legislação de compensações financeiras sobre a produção mineral. Igualmente, os resultados questionam as metas de auto-suficiência de produção de petróleo se as reservas não forem suficientes para garantir um crescimento de renda sustentável para o setor onde vultosos investimentos são necessários.

Por fim, cabe mencionar que estes resultados compõem apenas uma parte da mensuração das Contas Ambientais do setor mineral em andamento pelos autores [ver Motta (1991)]. Além das estimativas dos fatores de exaustão para a década de 80, serão estimados os serviços e perdas ambientais gerados pelo setor nos recursos água, floresta e solo. Uma vez concluídas tais estimativas tornar-se-á possível avaliar com mais precisão a sustentabilidade da produção extrativa mineral brasileira.



---

## BIBLIOGRAFIA

---

- BOULDING, K. Income or welfare. In: The Review of Economic Studies, Edinburg, vol. 17, n. 43, 1949.
- DALY, H. Towards an environmental macroeconomics. In: Revista de Analisis Economico. Santiago de Chile, Programa ILADES/Georgetown University, vol. 5, n. 2, nov. 1990.
- HICKS, J. R. Value and capital: an inquiry into some fundamental principles of economic theory. 2.ed. London: Oxford University Press, 1946.
- IBGE. Matriz de Relações Intersectoriais: Brasil 1975. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.
- \_\_\_\_\_. Sistema de Contas Nacionais Consolidadas: Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.
- KEYNES, J. M. The general theory of employment, interest and money. London: Macmillan, 1973 (The Collected Writings of John Maynard Keynes, 7).
- MUELLER, C. C. A dimensão ambiental no sistema de contas nacionais. Rio de Janeiro: IBGE, 1991 (Texto para Discussão 47).
- PESKIN, H., LUTZ, E. A Survey of resource and environmental accounting in industrialized countries. Whashington, D.C: World Bank, 1990 (Environment Working Paper, 37).
- REPETTO, R. et al. Wasting assets: natural resources in the national income accounts. S.l.: World Resources Institute, 1989.
- EL SERAFY, J. The proper calculation of income from depletable natural resources. In: AHMAD, Y. et al. (eds.) Environmental and resource accounting and their relevance to the measurement of sustainable development. Whashington, D.C: World Bank/UNEP, 1988.
-

---

MOTTA, R. Serôa da. Alcohol as fuel: a cost-benefit study of the Brazilian National Alcohol Programme. London: University College, 1985.

\_\_\_\_\_. Estimativas de preços econômicos no Brasil. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, jun. 1988 (Texto para Discussão Interna, 143).

MOTTA, R. Serôa da. Análise de custo-benefício do meio ambiente. In: MARGULIS, S. (ed.) Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1990.

\_\_\_\_\_. Uma proposta metodológica para estimativas de contas ambientais no Brasil. Rio de Janeiro: IPEA, 1991 (Relatório Interno, 4).

---