

## Principais Contribuições da Literatura

Ronaldo Seroa da Motta

Carlos Eduardo Frickmann Young

**E**ste capítulo visa aprofundar alguns pontos levantados nos capítulos anteriores através da apresentação de contribuições de diversos autores em duas grandes áreas: custos de degradação e custos de exaustão. As considerações de natureza teórica e metodológica são examinadas em seus aspectos macroeconômicos e microeconômicos à luz também do princípio de sustentabilidade que permeia cada consideração. Sempre que possível, estudos de caso realizados para distintos países são utilizados como exemplo.

### 4.1 - Custos de Degradação

A inexistência de preços de mercado para os recursos de fluxo torna o problema da valoração, que é uma questão microeconômica, o ponto de partida para qualquer estudo econômico sobre o assunto. Por esse motivo, nesta seção serão apresentados inicialmente noções básicas sobre microeconomia do meio ambiente. Posteriormente é apresentado o esquema contábil proposto por Peskin (1989), que outorga uma dimensão macroeconômica ao assunto.

Sob o ponto de vista microeconômico, a degradação dos recursos de fluxo pode ser vista como um custo externo (externalidade) oriunda de uma utilização do recurso que implique perda de sua qualidade. Isso atribui um caráter intratemporal ao assunto.<sup>1</sup>

---

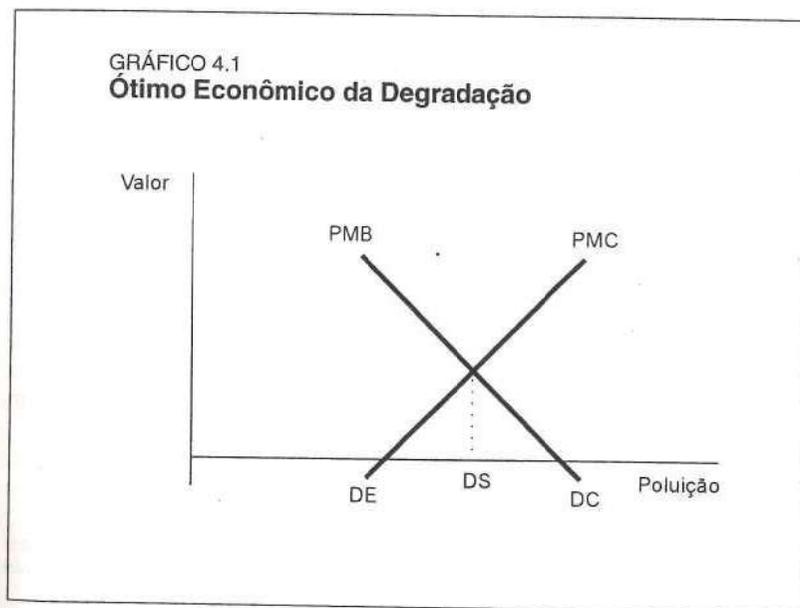
<sup>1</sup> Se a degradação implicar, também, a depleção do recurso, então surge um fator intertemporal e o custo da depleção deve ser tratado por um dos caminhos apontados na Seção 3.3.

O custo marginal externo só pode surgir quando a degradação ultrapassa a capacidade de assimilação natural do meio ambiente. A partir desse ponto, o aumento da degradação conduz necessariamente a perdas de terceiros, que têm seu acesso aos recursos de fluxo prejudicado pela ação poluente.

Por outro lado, existe também um benefício ocasionado pela degradação. Esse benefício só pode ser considerado a partir do ponto em que o aumento da degradação represente uma expansão da produção. Por esse motivo, reduzir a degradação pode levar a perda de produção e, conseqüentemente, do excedente econômico.

O Gráfico 4.1 exemplifica essas questões. Seja *DE* o nível máximo de poluição que o meio ambiente é capaz de absorver sem gerar danos a terceiros (ótimo ecológico). Por sua vez, *DC* é o nível máximo de poluição que pode representar aumento de produção. Acima desse limite, nenhum aumento de poluição é necessário para gerar acréscimos de excedente econômico, dados os dispositivos de controle já instalados. *PMC* é a curva dos custos marginais externos da poluição e *PMB* a curva de benefício marginal — excedente econômico [Seroa da Motta (1994)].

O ponto *DS* é obtido pela interseção das duas curvas. Segundo uma lógica de custo-benefício, esse ponto representa o nível ótimo econômico de poluição, pois nele o custo marginal se iguala ao benefício marginal.



Existem controvérsias sobre qual o ponto ótimo a ser considerado. Uma visão associada ao princípio da sustentabilidade forte, na qual qualquer perda dos recursos naturais em quantidade ou qualidade não pode ser contrabalançada por ganhos econômicos, considera *DE* como o nível ótimo de poluição. Já sob o ponto de vista da sustentabilidade fraca, que admite a substituição, *DS* seria o nível ótimo porque até esse ponto as perdas de qualidade dos recursos de fluxo são mais que compensadas por ganhos econômicos.

Em nível macroeconômico, o produto nacional líquido (PNL) é dado por:

$$PNL = C + I$$

onde *C* é o consumo final dos bens produzidos e *I* é a acumulação líquida de capital produzido.

Como já foi discutido anteriormente, para se levar em conta o ajustamento intertemporal, os custos de depleção (*Dep.*) devem ser adicionados (ou subtraídos) ao investimento líquido, gerando (*I + Dep.*).

Por outro lado, *C* é dado por:

$$C = U(G, E)$$

onde *U* é uma função utilidade dependente dos bens produzidos *G* e dos bens não-produzidos *E*, entre eles a qualidade do meio ambiente. Supõe-se que quanto maior a poluição, menor será *E* e maior será *G*.

Considerando-se *DE* como o padrão máximo de poluição determinado pelos organismos de controle ambiental e *PMC* como uma função utilidade de *E*, então duas medidas de PNL podem ser formuladas:

a) Se  $E = DE$ :

$$PNL1 = C + U(DC - DE) + (I + Dep.)$$

b) Se  $E = DS$

$$PNL2 = C + U(DC - DS) + (I + Dep.)$$

Peskin (1989) elabora um sistema de Contas Ambientais a partir de relações análogas a essas. O seu esquema é baseado na dupla inserção do meio ambiente, como provedor gratuito de *inputs* para a produção ou consumo (serviços ambientais) e como consumidor dos danos aos recursos naturais ocasionados pela sua utilização pelos agentes econômicos, que são tratados como um *output* negativo (perdas ambientais).

O esquema contábil elaborado é similar ao sistema padrão proposto pelo SNA, estabelecendo contas específicas para cada agente representativo: empresas, famílias e governo. A inovação está na introdução de um quarto agente, o meio ambiente, responsável pela quarta conta. Nessa conta, as perdas são introduzidas a débito, totalizando o consumo ambiental, e os serviços lançados a crédito, totalizando a produção ambiental. Um termo residual, denominado benefício ambiental, é introduzido de modo a garantir o equilíbrio entre *inputs* e *outputs*. O esquema é apresentado no Quadro 4.1.

QUADRO 4.1

**Conta do Meio Ambiente**

INPUT	OUTPUT
1. Perdas Ambientais (Inclusive as de Origem Natural)	2. Serviços Ambientais
a. Ar	a. Ar
b. Água	b. Água
c. Terra	c. Terra
	3. Benefício Ambiental
Input do Setor Natural	Output do Setor Natural

Fonte: Peskin (1989).

A integração dessa conta com as demais contas leva a uma nova configuração do sistema contábil, como mostra o Quadro 4.2.

Com esse esquema, pode-se determinar quatro medidas distintas de produto:

a)  $PIB1 = PIB + Perdas Ambientais$

Essa medida incorpora as perdas ambientais (por adição devido ao sinal contábil negativo) geradas nos processos produtivos e de consumo. Assim, quanto maiores forem essas perdas menor será o valor de PIB1. Desta feita, esse agregado está mais próximo de um indicador de bem-estar que o PIB convencional. Por outro lado, como não supõe a possibilidade de os benefícios ambientais contrabalançarem os custos ambientais associados, pode-se dizer que atende ao princípio da sustentabilidade forte.

A estimação do PIB1 é empregada nos trabalhos clássicos de Daly e Cobb (1990), Zolotas (1981) e Nordhaus e Tobin (1972) para os Estados Unidos.

b)  $PIB2 = PIB - Serviços Ambientais$

QUADRO 4.2

**Consolidação das Contas de Produto e Renda**

INPUT	OUTPUT
Pagamento de Fatores de Produção (Inclusive <i>Rent</i> )	Consumo Pessoal
Lucros após Avaliação de Inventários e Consumo de Capital Fixo	Investimento Interno Bruto Privado
	Exportações
	Importações (-)
	Bens e Serviços Produzidos pelo Governo
Lucro Líquido	
<i>Renda Nacional</i>	
Transferências	
Tributos Indiretos	
Subsídios (-)	
Erros e Omissões	
Renda Líquida Enviada ao Exterior	
<i>Produto Interno Líquido</i>	
Depreciação Ambiental (-)	
<i>Produto Interno Modificado</i>	
Consumo de Capital Fixo	
Depreciação Ambiental	
<i>Descontos sobre o Produto Interno Bruto</i>	<i>Produto Interno Bruto</i>
Serviço Ambiental (-)	Perda Ambiental (-)
a. Ar	a. Ar
b. Água	b. Água
c. Terra	c. Terra
Benefício Ambiental Líquido	
<i>Descontos sobre o Produto Interno Bruto Modificado</i>	<i>Produto Interno Bruto Modificado</i>

Fonte: Peskin (1989).

Essa modificação incorpora o argumento teórico de que, sendo os serviços ambientais oferecidos gratuitamente, o agregado convencional do PIB não os incluiria [ver Harrison (1988)]. A incorporação dos serviços (por redução devido ao sinal contábil negativo) então aumenta os valores do PIB convencional.

Todavia, essa forma de agregado pode conter dupla contagem nos dados de atividades ou firmas onde os excedentes operacionais já incluam lucros excessivos devido à vantagem adquirida pelo próprio uso gratuito do meio ambiente.

A adoção do PIB2 não serviria como indicador de bem-estar, caso não fosse calculado separadamente o seu respectivo Produto Interno Líquido de forma que a depreciação ambiental fosse considerada.

#### c) PIB3 = PIB + *Benefícios Ambientais*

Essa medida encerra um compromisso entre as duas medidas anteriores ao adicionar os benefícios ambientais resultantes nas medidas do PIB convencional. Para indicador de bem-estar, o PIB3 pode ser de grande utilidade. Observe-se que o valor do PIB3 será idêntico ao PIB convencional quando as políticas ambientais implicarem uma situação de ótimo econômico. Ou seja, aquela em que os benefícios e os custos marginais da poluição forem iguais. No caso das contas apresentadas, quando o valor dos serviços ambientais for o mesmo das perdas ambientais. Assim, quando  $PIB3 < PIB$ , as perdas ambientais excedem os serviços ambientais, isto é, ocorre um benefício ambiental líquido negativo. No caso inverso,  $PIB3 > PIB$  indica que as perdas ambientais teriam que ser maiores para se alcançar o ótimo econômico. Ou seja, ao admitir a substituição de bens naturais por bens materiais como forma de garantir bem-estar, o PIB3 obedece ao princípio da sustentabilidade fraca.

#### d) PIB4 = PIB

É o indicador convencional de produto, que continua sendo calculado pelo esquema proposto por Peskin.

Cada uma dessas medidas serve como indicador para objetivos distintos de política. A vantagem do esquema proposto por Peskin é que todas elas são consistentes com o mesmo sistema contábil. Uma aplicação foi feita para a Tanzânia com dados referentes ao ano de 1980. O Quadro 4.3 apresenta esses resultados.

QUADRO 4.3

### Contas Nacionais Modificadas da Tanzânia — 1980\*

INPUT		OUTPUT	
Remuneração a Empregados (Inclusive Produção Doméstica de Lenha)	13212	Consumo Pessoal (Inclusive Consumo Doméstico de Lenha)	33908
Excedente Operacional (-) Depreciação das Florestas Naturais	23319 -1906	Investimento Exportações (-) Importações	8748 5689 -10874
<i>Renda Interna Modificada</i>	34625		
Tributos Indiretos (-) Subsídios	5176 -408		
<i>Produto Interno Líquido Modificado</i>	39393		
Consumo de Capital Fixo	1666		
Depreciação Ambiental	1906		
		<i>Dispêndio Modificado</i>	
<i>Produto Interno Bruto Modificado</i>	42965	<i>Correspondente ao PIB</i>	42965

Fonte: Peskin (1989).

\*Em milhões de tanzanian shillings.

## 4.2 - Custos de Exaustão

Esta seção apresenta os dois procedimentos mais utilizados na literatura internacional para o cálculo da renda sustentável em atividades de extração de recursos exauríveis: a abordagem do preço líquido e a abordagem do custo de uso.

### 4.2.1 - Método do Preço Líquido

Os trabalhos de caráter empírico e de maior divulgação e (até recentemente) aceitação na área de Contas Ambientais têm sido os que utilizam o método do preço líquido. A idéia básica, que pode ser enquadrada dentro do princípio da sustentabilidade forte, é a de que os recursos exauríveis constituem um patrimônio natural que não pode ser recuperado após sua extração. Portanto, o esgotamento desses recursos implica uma perda do estoque de capital natural da economia e que por isso deve ser tratada como uma forma de depreciação.

A metodologia mais divulgada é a adotada nos trabalhos de natureza empírica realizados por pesquisadores do World Resources Institute (WRI). A sua execução é bastante simples: multiplica-se a variação física do estoque não-renovável pelo preço de mercado do recurso líquido de custos de produção, acrescentando um fator de correção referente às variações dos preços e dos estoques ao longo do período observado. Este preço líquido de custos nada mais é que o *rent* auferido pelo detentor do recurso e que representaria o valor da parcela do capital 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* reflete a depreciação (desinvestimento) 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 exaurido (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 seriam contabilizados no produto bruto, enquanto a dedução do valor do esgotamento seria contabilizada no produto líquido.

Repetto *et alii* (1989) adotam este procedimento para avaliar as perdas de riqueza resultantes da extração de petróleo e madeira na Indonésia, adaptado com pequenas variações por Solóznano *et alii* (1992) para a Costa Rica. A contabilidade "econômica" dos recursos naturais é derivada diretamente das contas expressas em unidades físicas, 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 (exaustão, degradação ou desflorestamento) mais as variações de preços dos recursos durante o ano. A equação (1) sintetiza o seu procedimento:

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

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;

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

a) *Variação líquida de estoques:*

$$X_{t+1} \cdot p_{t+1} - X_t p_t = (X_{t+1} - X_t) \cdot p^* + X_t \cdot (p_{t+1} - p_t) + (X_{t+1} - X_t) \cdot (p_{t+1} - p^*) \quad (1a)$$

b) *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).

c) *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.

A renda sustentável (*renda líquida ajustada* na terminologia adotada) é determinada pela renda bruta no período mais a variação do estoque de capital natural ( $X^{t+1} p^{t+1} - X^t p^t$ ). A simplicidade deste procedimento, que utiliza apenas variáveis *ex-post* medidas ao final do período, torna sua aplicação bastante atraente, particularmente para países com Sistemas Estatísticos deficientes. Contudo, esse procedimento pode levar a resultados de difícil interpretação, em que a renda sustentável é superior ao produto da atividade econômica ou, então, é negativa.

O primeiro caso se dá quando as descobertas de novas reservas superam a exaustão ocorrida no período. Como o capital natural em cada instante é medido pelo total de reservas multiplicado pelo *rent* unitário, a renda sustentável poderá ser superior ao PIB devido à apreciação do capital natural. Esse resultado é encontrado por Repetto *et alii* (1989) para a Indonésia nos anos de 1971 e 1974 (ver Tabela 4.1). O ajuste proposto nesses casos considera o produto sustentável superior ao nível efetivo de atividade da economia, sem que os agentes tenham se apropriado de mais renda por causa disso.

TABELA 4.1

**Produto Bruto e Produto Líquido Ajustado segundo o Método do Preço Líquido para a Indonésia — 1971/84**

ANO	PIB*	DEPREC.(-) OU APREC.(+) CAPITAL NATURAL*	PRODUTO LÍQUIDO AJUSTADO*
1971	5.545	+ 1.126	6.671
1972	6.067	- 100	5.967
1973	6.753	- 279	6.474
1974	7.296	+ 2.605	9.901
1975	7.631	- 1.121	6.510
1976	8.156	- 684	7.472
1977	8.882	- 1.711	7.171
1978	9.567	- 1.607	7.960
1979	10.165	- 2.219	7.946
1980	11.169	- 2.663	8.506
1981	12.055	- 2.215	9.840
1982	12.325	- 1.764	10.561
1983	12.842	- 2.870	9.972
1984	13.520	- 2.334	11.186

Fonte: *Repetto et alii (1989)*.

\*Em bilhões de rúpias de 1973.

O outro caso se dá quando, em função de uma redução significativa do *rent* no período, a perda de capital natural supera o pagamento de fatores envolvidos na atividade extrativa. Isso implica uma renda sustentável negativa, ou seja, que a atividade extrativa está “retirando” valor agregado líquido da economia. É o resultado encontrado para o produto da extração florestal na Costa Rica, que durante os anos 1978/80 e 1983/87 teve uma renda líquida ajustada negativa (ver Tabela 4.2).

El Serafy (1989) critica este método em três aspectos. O primeiro é de natureza conceitual. A receita da extração de recursos exauríveis é derivada da venda de ativos, que constituem um desinvestimento que não pode ser considerado valor adicionado nem em termos brutos nem em termos líquidos. As correções devem ser feitas na medida da renda em ambos os níveis, pois

TABELA 4.2

**Produto Bruto e Produto Líquido Ajustado segundo Método do Preço Líquido na Produção Florestal da Costa Rica — 1978/87**

ANO	PIB*	DEPREC.(-) OU APREC.(+) CAPITAL NATURAL*	PRODUTO LÍQUIDO AJUSTADO*
1978	2.829	-3.951	-1.123
1979	3.059	-5.920	-2.861
1980	3.024	-5.282	-2.258
1981	3.029	-2.672	357
1982	2.189	-1.938	251
1983	2.527	-6.670	-4.143
1984	3.071	-7.517	-4.446
1985	2.917	-7.693	-4.776
1986	2.968	-11.671	-8.703
1987	2.746	-7.666	-4.920

Fonte: *Solóznano et alii (1992)*.

\* Em milhões de colóns de 1984.

não se pode considerar como produção corrente receitas que não são correntes (pois, cabe repetir, foram obtidas pela simples venda de ativos).

Porém, o método do preço líquido considera que somente o produto líquido deve ser afetado, pois a perda de capital natural corresponderia a um tipo de depreciação. Nesse sentido, o emprego do conceito de depreciação, tal qual utilizado pelas Contas Nacionais, é inadequado, pois reflete o consumo de ativos que foram produzidos pela atividade econômica e que, por isso, podem ser recuperados por investimentos de reposição.

O segundo aspecto está relacionado à interpretação dos resultados que a abordagem da depreciação pode gerar. Em uma situação de constância do *rent* unitário, a renda sustentável é dada somente pelo pagamento de fatores de produção envolvidos na extração do recurso (mão-de-obra e capital), sendo o resíduo (o total do *rent* apropriado) cancelado pela depreciação do capital natural. Assim, países que tiveram suas economias fortemente alavancadas pela extração de recursos naturais passariam a ter um crescimento do produto bastante reduzido, muitas vezes beirando a estagnação:

"If we deduct from the gross receipts from mineral sales in any one year an amount equal to the depletion along the lines described above, the value of *net income* from this activity becomes zero (...) Such a measurement would belie the observable fact that having subsoil mineral deposits to exploit gives their possessors an income edge over those who do not have that advantage" [El Serafy (1989, p.13)].

Por fim, o terceiro aspecto é de natureza empírica. Um conjunto significativo de países (dentre eles o Brasil) não dispõe de séries de produto líquido. Com isso, o esforço de obtenção da depreciação do capital natural seria truncado pela inexistência de cálculo da depreciação do capital fixo. O ajuste deve ser na medida do PIB não só porque é conceitualmente mais correto mas também porque o produto bruto é, muitas vezes, o único indicador disponível para o nível de atividade.

Estas distorções do método do preço líquido também se originam da divergência entre *rent* e preço líquido. Este preço líquido de custos nada mais é do que uma aproximação do *rent* auferido pelo detentor do recurso e que representaria o valor da parcela do capital natural que estaria se reduzindo em função da extração. O objetivo é deduzir da renda bruta toda a receita líquida de exploração do recurso, na suposição de que esta receita reflete a depreciação (desinvestimento) do recurso em questão. Este é o lema de Hotelling (1931), no qual o *rent* dos recursos finitos se aprecia de acordo com a taxa de juros e, portanto, seu valor presente equivale à perda futura desse recurso, e assim corresponde à depreciação do capital consumido.<sup>2</sup> Entretanto, a medida correta do *rent*, neste caso, seria o preço menos o custo marginal e não o preço menos o custo médio, como somente os dados disponíveis permitem calcular. No Gráfico 4.2 observa-se que o preço de equilíbrio  $P_e$  de um recurso natural não-renovável excede o custo marginal de sua produção devida à renda de escassez ou de Hotelling (*rent*), área  $D1$ , que lhe é atribuída como um custo intratemporal resultante da sua finitude.

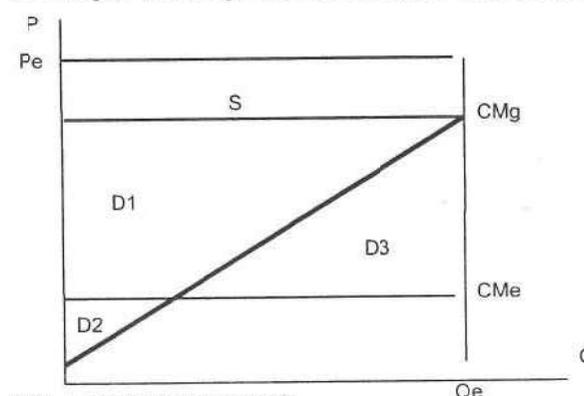
Este custo, conforme já salientado, equivaleria ao valor presente da perda do recurso para as gerações futuras devido ao seu esgotamento. No caso de bens produzíveis,  $P_e$  se igualaria ao custo marginal e somente a renda diferencial, área  $D2$ , se realizaria.

Assim, ao se estimar o *rent* como preço menos custo médio, áreas  $D1$  e  $D3$ , é a receita líquida que se mede e, portanto, uma superestimativa do verdadeiro *rent*.<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Ver Hartwick e Hageman (1991) para uma discussão detalhada e formal da equivalência entre *rent* de Hotelling e depreciação.

<sup>3</sup> Esta divergência não ocorre somente no caso especial, quando a curva de custo médio coincide com a de custo marginal de produção.

GRÁFICO 4.2  
Formação de Preço de um Recurso Não-Renovável



$CMg$  = custo marginal da produção  
 $CMe$  = custo médio da produção  
 $Pe$  = preço de equilíbrio  
 $Qe$  = quantidade de equilíbrio

Além do mais, o lema de Hotelling não se aplica diante de imperfeições de mercado, tais como as que levam às divergências entre as taxas privadas e sociais de desconto e a definição de direitos de propriedade.

#### 4.2.2 - Método do Custo de Uso

A insatisfação com o método do preço líquido levou El Serafy (1989) a estabelecer um procedimento alternativo, que busca separar a parcela de renda da parcela de capital envolvida na receita obtida pelas atividades de extração de recursos exauríveis, de modo a calcular a renda verdadeira conforme definida por Hicks (1946). Para tal ele lança mão do conceito de custo de uso definido por Keynes (1973), através do procedimento a ser descrito na próxima seção.

A proposta de El Serafy (1989) é resgatar o conceito de renda verdadeira (*true income*) de Hicks (1946) para definir a renda sustentável das atividades de extração de recursos exauríveis. Segundo Hicks, a receita que um indivíduo recebe em determinado período pode ser separada em duas partes. A parcela de capital (*capital part*) corresponde à parte da receita que é originada pelo desinvestimento do indivíduo no período. A parcela de renda (*income part*)

corresponde à parte restante da receita, e que pode ser considerada como a renda verdadeira do indivíduo no seguinte sentido:

"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" [Hicks (1946, p.176)].

El Serafy considera a perda de ativos não-produzidos decorrente do esgotamento de recursos exauríveis como a parcela de capital da receita e que, portanto, não pode ser considerada como renda verdadeira. Daí a necessidade de se introduzir correções nas medidas convencionais de produto e renda, expressos tanto em termos brutos quanto líquidos, que consideram como valor adicionado a parcela de capital embutida dentro da receita. A extração em um determinado período implica necessariamente a diminuição na disponibilidade do recurso e, conseqüentemente, do seu aproveitamento pelas gerações futuras.

No entanto, admite-se a possibilidade de que os recursos exauríveis, que são ativos não-produzidos, venham a ser substituídos por ativos produzidos, a fim de garantir rendimentos para as gerações futuras. Assim, o desinvestimento ocasionado pelo esgotamento pode ser compensado por investimentos em bens de capital que tenham a mesma capacidade esperada de gerar receitas no futuro. A parcela de capital deve corresponder, portanto, à parte da receita que deve ser convertida em um fundo de investimento capaz de gerar uma série infinita de renda verdadeira, de modo que o valor presente de ambos seja igual:

"The finite series of earnings from sale of the resource, say a 10-year series of annual extraction leading to the extinction of the resource, has to be converted to an infinite series of true income such that the capitalized value of the two series be equal" [El Serafy (1989, p.13)].

A valoração econômica dos recursos exauríveis é função do fluxo de rendimentos que se pode esperar obter até a extinção do recurso, do período de vida útil esperada das reservas e da taxa de retorno dos investimentos na economia em questão. Conforme Seroa da Motta (1991), baseado em El Serafy (1989),<sup>4</sup> a forma como é operacionalizada essa valoração pode ser assim sintetizada:

A exploração de um recurso exaurível gera um *rent*, entendido como o rendimento líquido do custo de operação e capital. Parte do *rent* total ( $R$ ) deve

4 A diferença nas apresentações de El Serafy (1989) e Seroa da Motta (1991a) está em que o primeiro considera que o retorno do investimento é dado por uma taxa de desconto intertemporal, enquanto para o segundo o retorno é dado pelo custo de oportunidade do capital. Contudo, ambos chegam ao mesmo resultado em termos de expressão do fator de exaustão. Para uma discussão mais recente [ver Seroa da Motta (1994)].

ser investida de tal forma que assegure uma série infinita de renda sustentável ( $X$ ). Assim, durante a exploração,  $(R-X)$  será a parcela de capital da receita da exploração do recurso, e que deve ser investida 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 ( $r$ ):

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

A partir de  $t_n$ , 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 intertemporal.

A parcela de 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:

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

ou:

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

Logo, para cada recurso exaurível é possível estimar a relação  $X/R$  e, conseqüentemente, determinar a parcela  $X$ , que corresponde à parcela do *rent* que deve ser entendida como renda sustentável, e a parcela  $(X-R)$ , que vem a ser a parcela de capital da receita de exploração do recurso. El Serafy associa essa parcela de capital ao conceito de custo de uso desenvolvido por Keynes (1973), que elimina da renda do empresário o sacrifício esperado dos rendimentos futuros em função da produção corrente. As implicações que a

utilização do conceito keynesiano de renda traz para a definição da renda sustentável serão exploradas mais adiante.

A proposição de El Serafy vincula sustentabilidade à capacidade futura de manter o ritmo de extração, medida pelo período ( $n$ ) durante o qual não há expectativa de esgotamento do recurso. Em função desse período de exaustão, a parcela do *rent* que deve ser incorporada à renda sustentável pode variar entre zero, quando a extração implica o esgotamento imediato do recurso, e o valor total do *rent* observado, quando o nível de reservas é tão superior à extração anual que elimina o risco de esgotamento.<sup>5</sup>

No primeiro caso, a renda sustentável é igual à remuneração paga ao fator trabalho mais a remuneração normal do capital, subtraindo totalmente o *rent*. Esse resultado equivale ao que seria obtido pela abordagem da depreciação, desde que o resultado líquido das descobertas e reavaliações das reservas do recurso seja zero. O segundo caso corresponde ao valor máximo que a renda sustentável pode alcançar, quando é igual à renda convencionalmente medida pelas Contas Nacionais e o *rent* é incorporado plenamente na renda sustentável.

As reavaliações ou descobertas de novas reservas indicam possíveis variações na proporção do *rent* total que pode ser considerado como renda sustentável, mas nunca podem fazer com que a renda sustentável seja negativa ou que ultrapasse a renda convencionalmente medida. Assim, essas situações de difícil compreensão teórica, que são possíveis de se alcançar quando se usa a abordagem da depreciação, são totalmente evitadas pela abordagem do custo de uso.

A relação entre o período de exaustão esperado e o fator de exaustão estimado é intermediada pelo custo de oportunidade do capital. Caso o custo de oportunidade seja nulo, não existe a possibilidade de obter-se renda a partir do capital acumulado, e alcançam-se resultados análogos aos que se obteriam pela abordagem da depreciação. Contudo, esse resultado é estranho a qualquer economia em que ocorra investimento. Nelas, um custo de oportunidade mais elevado indica maior capacidade de gerar fluxos futuros de renda a partir do estoque de capital fixo constituído pela parcela de capital da receita auferida pela exaustão do recurso natural. Ou seja, a capacidade de substituir recursos exauríveis, que são ativos não-produzidos, por bens de capital, que são ativos produzidos, é estimulada pelo aumento do custo de oportunidade do capital. Isso consolida a visão da sustentabilidade de uma atividade econômica como a capacidade de gerar, permanentemente, fluxos

<sup>5</sup> El Serafy mostra que, para taxas de oportunidade iguais ou superiores a 5% a.a., praticamente toda atividade com período de exaustão superior a pelo menos 100 anos pode ser considerada sustentável.

de renda a partir da exploração de um recurso natural, e não manter intactas as reservas de recursos naturais.

Os resultados obtidos através da abordagem do custo de uso apontam para a necessidade de ajustes nas medidas de produto e renda, em geral menores do que seus equivalentes obtidos a partir do método do preço líquido. Um exercício efetuado para a Indonésia com a mesma base de dados sobre depleção das reservas de petróleo utilizada por Repetto *et alii* (1989) demonstra essa propriedade, como mostra a Tabela 4.3. Percebe-se que os valores de ajuste do produto são significativamente menores, embora assumam sempre valores positivos.

Cabe ressaltar que o procedimento sugerido por El Serafy pode ser estendido para recursos exauríveis que tenham algum tipo de regeneração natural, como é o caso dos recursos florestais.

A abordagem do custo de uso também é passível de, pelo menos, três tipos de crítica. Em primeiro lugar, ao utilizar uma definição de renda que é determinada pelas expectativas dos agentes sobre seu futuro, El Serafy (1989) rompe com a tradição das Contas Nacionais de medir exclusivamente variáveis *ex-post* observadas ao final do período. Segundo alguns autores, como Reich (1991), o caráter *ex-ante* do conceito de renda verdadeira inviabiliza sua utilização pelas Contas Nacionais:

"Hicks' idea of encompassing expectations about the future in his income concept literally destroys its usefulness for measurement in the national accounts" [Reich (1991, p.238)].

O segundo tipo de crítica está ligado ao modo pelo qual as expectativas são trabalhadas. A abordagem do custo de uso adota um processo de formulação de expectativas perfeitamente adaptativas, em que os agentes não consideram possíveis alterações no comportamento dos preços dos recursos exauríveis nem de seus custos de extração. Por exemplo, a série de *rents* futuros é projetada em função do *rent* presente. Contudo, existem fatores que apontam tanto para o declínio do *rent*, como a existência de rendimentos decrescentes na extração ou a deterioração dos termos de troca dos recursos exauríveis observada historicamente no comércio internacional, quanto para sua elevação, quando o aumento da escassez gera uma restrição de oferta que pode trazer como consequência a elevação dos preços do recurso. A abordagem do custo de uso ignora a possibilidade de que os agentes esperem tais mudanças, e o futuro é extrapolado como mera continuação do presente.

Por fim, o terceiro ponto que pode ser criticado nessa abordagem está na apropriação do conceito de custo de uso em um contexto teórico distinto daquele para o qual ele foi formulado. A definição de renda apresentada por Hicks (1946) é essencialmente uma definição de bem-estar. O critério central

TABELA 4.3

**Ajustes nas Medidas de Produto em Função da Depleção do Petróleo segundo Métodos Distintos — Indonésia — 1971/84**

ANO	PREÇO LÍQUIDO		CUSTO DE USO*	
	BILHÕES DE RÚPIAS DE 1973	% DO PIB	BILHÕES DE RÚPIAS DE 1973	% DO PIB
1971	+1527	+27,6%	-62	-1,1%
1972	+337	+5,6%	-112	-1,8%
1973	+407	+6,0%	-178	-2,6%
1974	+3228	+44,2%	-386	-5,3%
1975	-787	-10,3%	-303	-4,0%
1976	-187	-2,3%	-389	-4,8%
1977	-1225	-13,8%	-507	-5,7%
1978	-1117	-11,7%	-475	-5,0%
1979	-1200	-11,8%	-495	-4,9%
1980	-1633	-14,6%	-801	-7,2%
1981	-1552	-12,9%	-977	-8,1%
1982	-1158	-9,4%	-596	-4,8%
1983	-1825	-14,2%	-781	-6,1%
1984	-1765	-13,1%	-776	-5,7%

Fonte: Repetto et alii (1989) e elaboração própria.

\*Custo de oportunidade do capital igual a 5% a.a.

utilizado para definir a renda verdadeira de um agente está calcado em uma comparação qualitativa entre o seu nível presente de bem-estar e o nível futuro que ele espera alcançar (“to be as well off at the end of the week as he was at the beginning”). A pouca precisão desse critério faz com que o próprio Hicks questione a viabilidade prática de se lidar com um conceito tão subjetivo:

“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” (ibid).

A conclusão de Hicks é a de que esse critério não resiste à análise lógica e a renda só pode ser definida por aproximação. Por isso, a renda assume um papel secundário em sua análise, como ele próprio enfatiza:

“(...) income is a very dangerous term, and it can be avoided; as we shall see, a whole general theory of economic dynamics can be worked out without using it” [Hicks (1946, p.180)].

Já o conceito de custo de uso é apresentado por Keynes (1973) em um contexto bastante distinto. A renda não é definida como uma medida de bem-estar, mas do nível de demanda efetiva, e a introdução do custo de uso visa demonstrar que as decisões de produção dos empresários também levam em consideração as expectativas de perda de rendimentos futuros.

O custo de uso possui um papel crucial (e não secundário) na determinação da demanda efetiva, ao estabelecer um elo entre as decisões do presente e as expectativas sobre o futuro. A aplicação do custo de uso só determinaria a renda verdadeira no sentido hicksiano caso se estabelecessem relações entre níveis de demanda efetiva e bem-estar dos indivíduos, proposta que o próprio Hicks (1946) não considera relevante. Assim, a importância do custo de uso se restringe a introduzir no cálculo empresarial um componente especulativo sobre o sacrifício de rendimentos futuros que se pode incorrer caso se decida adotar um determinado volume de produção. Pode-se concluir, portanto, que aceitar o custo de uso como sendo a parcela de capital que deve ser subtraída da receita a fim de se alcançar a renda verdadeira, como faz El Serafy (1989), é um procedimento teoricamente incompleto.

As críticas apontadas anteriormente, em particular a última, não significam que a abordagem do custo de uso deva ser abandonada, mas indicam o descompasso teórico entre a elaboração de um procedimento de cálculo baseado no conceito keynesiano de custo de uso e a teoria de bem-estar implícita na definição hicksiana de renda verdadeira.

A fim de contornar esse problema, Young (1992) apresenta uma definição alternativa de renda sustentável que compatibiliza o procedimento proposto por El Serafy com as definições de renda e produto apresentadas por Keynes. Nesse contexto, o custo de uso desempenha papel-chave de ligação entre o presente e o futuro, incorporando as perdas de capital esperadas pelos detentores das reservas de recursos exauríveis em função da extração atual. Essa definição keynesiana de renda sustentável admite formas alternativas de determinação dos rendimentos esperados, sendo que a abordagem proposta por El Serafy constitui uma primeira aproximação para seu cálculo.

Além disso, explicita que o cálculo da renda sustentável não invalida o procedimento convencional adotado pela Contabilidade Nacional para determinar a renda e o produto. Na verdade, são medidas que têm premissas e

objetivos diferentes e que, por isso, devem ser complementares em um sistema mais amplo de Contas Nacionais.

Colocando de lado as disputas teóricas e metodológicas antes apresentadas, é possível compreender as divergências expressivas entre os dois métodos como decorrência das premissas implicitamente adotadas sobre sustentabilidade.

O método do preço líquido, ao entender que o ajuste a ser introduzido nas medidas de renda equivale a toda a receita líquida da exploração do recurso, pressupõe que qualquer depreciação de capital natural representa uma perda ambiental definitiva. Ou seja, a depreciação de uma unidade de capital natural hoje representa menos uma unidade deste capital à disposição de gerações futuras. Dessa forma, o método do preço líquido reflete implicitamente a premissa de que o estoque de todo e qualquer tipo de capital natural deve ser mantido constante e, portanto, a sua redução é uma perda a ser totalmente debitada à geração que a realiza. Por princípio, tal premissa não admite que haja possibilidade de substituição entre capital natural e capital material. Observando a expressão acima do custo de uso, seria o equivalente a supor que o custo de oportunidade do capital ( $r$ ), no caso de substituição de capital natural, é nulo ou que o nível de esgotamento aceitável, representado por  $n$ , também seria nulo. Esta seria a hipótese de forte sustentabilidade antes mencionada.

No caso do método do custo de uso postula-se que parte da receita de exploração do recurso natural pode ser reinvestida para garantir fluxos de rendimentos perpétuos, quando o estoque deste capital natural estiver esgotado. Ou seja, é possível formar estoques de outros tipos de capital (material ou, mesmo, natural renovável) que substituam o estoque exaurido e mantenham a capacidade produtiva da economia. Assim, a depreciação de um capital natural pode ser compensada por investimentos economicamente equivalentes. Tal premissa admite implicitamente que há substituíbilidade entre capital natural e capital material sempre que for economicamente desejável. Neste caso, adota-se a hipótese de fraca sustentabilidade.

---

## PARTE II

---

### Estudos de Casos no Brasil