



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

NATALIA LAJO YÁÑEZ

DA MICRO À MACROECONOMIA DOS RECURSOS
NÃO RENOVÁVEIS: LIMITAÇÕES PARA INCORPORAR A
EXAUSTÃO DAS RESERVAS MINERAIS NAS CONTAS NACIONAIS
DO PERU

Brasília

2014

NATALIA LAJO YÁÑEZ

**DA MICRO À MACROECONOMIA DOS RECURSOS NÃO RENOVÁVEIS:
LIMITAÇÕES PARA INCORPORAR A EXAUSTÃO DAS RESERVAS MINERAIS
NAS CONTAS NACIONAIS DO PERU**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade de Brasília, área de concentração Meio Ambiente, como requisito parcial para a obtenção do título em Mestre em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Madeira Nogueira

Brasília

2014

Yáñez, Natalia Lajo.

Da micro à macroeconomia dos recursos não renováveis: limitações para incorporar a exaustão das reservas minerais nas contas nacionais do Peru / Natalia Lajo Yáñez. – 2014.

99 f.: 31 cm

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Departamento de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia, 2014.

1. Recursos não renováveis. 2. Sistema de Contas Nacionais. 3. Capital natural. 4. Crescimento Econômico. 5. Exaustão de capital. I. Nogueira, Jorge Madeira. II. Universidade de Brasília. III. Título.

NATALIA LAJO YÁÑEZ

**DA MICRO À MACROECONOMIA DOS RECURSOS NÃO RENOVÁVEIS:
LIMITAÇÕES PARA INCORPORAR A EXAUSTÃO DAS RESERVAS MINERAIS
NAS CONTAS NACIONAIS DO PERU**

Brasília, _____ de _____ de 2014.

A comissão examinadora, abaixo identificada, aprova a dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia.

Prof. Dr. Jorge Madeira Nogueira – Orientador
Departamento de Economia - Universidade de Brasília

Profa. Dra. Denise Imbroisi – Examinador Interno
Departamento de Economia - Universidade de Brasília

Prof. Dr. Antônio Nascimento Júnior – Examinador Externo
Departamento de Administração - Universidade de Brasília

Prof. Dr. Clovis Zapata - Suplente
Departamento de Economia - Universidade de Brasília

Aos meus pais, Martha (*in memoriam*) e Aníbal.

Aos meus irmãos, Aníbal e Marcela.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Jorge Nogueira, pela paciência, confiança e fundamental apoio, além do conhecimento transmitido.

Ao meu pai, Aníbal, por ser o motor para que eu chegasse até aqui.

Aos meus irmãos, Marcela e Aníbal, pela motivação.

À Liliane pela importante contribuição na ordenação das ideias.

À Fernanda, Rosana e Márcia por fazer parte da “vital torcida” nos momentos cruciais.

Aos Professores Denise Imbroisi e Clovis Zapata, que fizeram parte da banca, pelas suas importantes contribuições na elaboração deste trabalho.

Ao Programa Estudantes-Convênio de Pós-Graduação – PEC-PG, da CAPES/CNPq – Brasil pela bolsa de estudos durante todo o período do mestrado.

RESUMO

O presente trabalho analisa a relação do Sistema de Contas Nacionais (SCN) com os recursos naturais não renováveis. Nesse contexto, toma-se como estudo de caso o setor de mineração do Peru. O objetivo principal é identificar as limitações pelas quais a exaustão dos recursos minerais não é incorporada na contabilidade nacional do Peru. A abordagem metodológica utilizada es a teoria econômica neoclássica para realizar uma revisão e análise dos microfundamentos da macroeconomia dos recursos naturais. Os resultados obtidos apontam que as limitações são a própria metodologia do SCN, a pouca disponibilidade de dados ambientais e a desconfiança das instituições frente a uma menor taxa de crescimento corrigida que pode conduzir à mudanças nas atuais políticas econômicas.

Palavras-chave: Recursos não renováveis. Sistema de Contas Nacionais. Capital Natural. Crescimento Econômico. Exaustão de Capital.

ABSTRACT

This dissertation analyses the relationship between the System of National Accounts (SNA) and non-renewable natural resources. In this context, the mining sector of Peru is taken as a case study. The main objective is to determine the limitations to incorporate the exhaustion of mineral resources into the national accounts of Peru. The methodological approach used is the neoclassical economic theory in order to review and analyse the micro-foundations of macroeconomics of natural resources. The results indicate that the limitations are the very SNA methodology, the limited availability of environmental data, and the institutions distrust in face of an adjusted lower growth rate which could lead to changes in current economic policies.

Keywords: Non-renewable Resources. System of National Accounts. Natural Capital. Economic Growth. Capital Exhaustion.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Taxa de extração para um recurso não renovável considerando a elasticidade da demanda.....	21
Gráfico 2 – Equilíbrio de mercado do recurso não renovável.....	24
Gráfico 3 – Regra do r por cento para a extração de recurso não renovável.....	25
Gráfico 4 – Valor presente da renda em um modelo de dois períodos.....	26
Gráfico 5 – Regra de Hotelling e o excedente total.....	29
Gráfico 6 – Modelo de multiperíodo para a determinação da trajetória ótima de extração de um recurso não renovável	30
Gráfico 7 – Comparação da trajetória de preços e quantidades entre um monopólio e a concorrência perfeita	31
Gráfico 8 – Classificação das reservas minerais	36
Gráfico 9 – Aumento no estoque do recurso não renovável e a mudança no seu valor.....	38
Gráfico 10 – Demanda derivada de um recurso não renovável.....	40
Gráfico 11 – Fluxo circular da renda.....	45
Gráfico 12 – Fluxo circular ligado à biosfera.....	48
Gráfico 13 – Métodos de mensuração do produto interno bruto (PIB) do Peru.....	65
Gráfico 14 – Variação porcentual do PIB do setor mineração e do PIB Global. Peru 2003–2012.....	72
Gráfico 15 – Investimento total na mineração (milhões de dólares). Peru 2003–2012.....	75
Gráfico 16 – Valor econômico dos bens e serviços ambientais	84
Gráfico 17 – Classificação dos métodos de valoração econômica.....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variação porcentual das reservas minerais provadas e prováveis. Peru 2002–2011	69
Tabela 2 – Posição do Peru no ranking mundial de produção mineral – 2012	70
Tabela 3 – Crescimento da produção de mineral metálico. Peru 2003–2012	71
Tabela 4 – Exportações de minerais metálicos (milhões de dólares). Peru 2003–2012.....	74
Tabela 5 – Estrutura da carteira de projetos de mineração por produto. Peru – 2012.....	75
Tabela 6 – Produto Interno Bruto do setor mineração (milhões de dólares de 1994). Peru – 2003–2012	79
Tabela 7 – PIB e PIL corrigido (milhões de dólares de 2006)	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BCRP	Banco Central de Reserva do Peru
CMgE	Custo marginal de extração
CMgU	Custo marginal de uso ou custo de oportunidade
EDP	<i>Environmentally Adjusted Net Domestic Product</i> (Produto Interno Líquido Ambientalmente Ajustado)
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
FMI	Fundo Monetário Internacional
INEI	Instituto Nacional de Estatística e Informática
MEM	Ministério de Energia e Minas do Peru
MINAM	Ministério do Ambiente do Peru
MPL	Método do Preço Líquido
OCDE	Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico
ONU	Organização das Nações Unidas
PAMA	Programa de Adequação e Manejo Ambiental
PER	Pressão-estado-resposta
PIB	Produto Interno Bruto
PNB	Produto Nacional Bruto
PIL	Produto Interno Líquido
RNR	Recurso não renovável
SCAEI	Sistema de Contabilidade Ambiental e Econômica Integrada
SCN	Sistema de Contas Nacionais
SNMPE	<i>Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía</i>
SUNAT	<i>Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria</i>
UNSTATS	<i>United Nations Statistics Division</i> (Departamento de Estatística das Nações Unidas)
UNSC	<i>United Nations Statistical Commission</i> (Comissão de Estatística das Nações Unidas)
USAID	<i>U.S. Agency for International Development</i> (Agência para o Desenvolvimento Internacional dos Estados Unidos de América)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	MICROECONOMIA DOS RECURSOS NATURAIS NÃO RENOVÁVEIS	17
2.1	Aspectos gerais	17
2.2	Taxa de extração ótima	18
2.2.1	<i>A regra de Hotelling</i>	19
2.2.2	<i>Elasticidade da demanda</i>	20
2.2.3	<i>Maximização do lucro das firmas e otimização social</i>	21
2.3	Relação entre a taxa de extração ótima e o valor do recurso	32
2.4	Valor do estoque (reserva)	35
2.5	Valor do recurso extraído (fluxo)	39
2.6	Microfundamentos da macroeconomia dos recursos não renováveis	41
3	MACROECONOMIA AMBIENTAL, CONTABILIDADE NACIONAL E RECURSOS NATURAIS	44
3.1	Aspectos gerais	44
3.2	Macroeconomia e contabilidade nacional: elos e rupturas	47
3.2.1	<i>Valor agregado</i>	47
3.2.2	<i>Metodologia da contabilidade nacional</i>	49
3.3	Contabilidade nacional: riqueza como fluxo	50
3.4	Contabilidade nacional e recursos não renováveis: o que mostra?	52
3.5	Contabilidade nacional e os recursos não renováveis: o que não mostra?	54
3.6	“Ambientalizar” as contas nacionais	55
3.6.1	<i>Gastos defensivos</i>	57
3.6.2	<i>Contas dos recursos naturais</i>	58
3.6.3	<i>Poupança genuína</i>	58
3.6.4	<i>Sistema de Contabilidade Ambiental e Econômica Integrada</i>	59
3.6.5	<i>Tratamento das reservas minerais no SCAEI</i>	60
4	RECURSOS MINERAIS DO PERU: ASPECTOS ECONÔMICOS	62
4.1	Aspectos gerais	62
4.2	Recursos minerais peruanos: estoques e fluxos	67
4.2.1	<i>Reservas minerais</i>	67

4.2.2 <i>Produção de minerais</i>	69
4.3 Recursos minerais peruanos: fluxos econômicos	71
4.3.1 <i>PIB do setor mineração</i>	71
4.3.2 <i>Exportações</i>	73
4.3.3 <i>Investimento</i>	74
4.3.4 <i>Tributos e contribuições</i>	76
4.4 O que a contabilidade nacional peruana mostra do valor dos recursos não renováveis	78
4.5 O que a contabilidade nacional peruana não mostra dos recursos não renováveis	80
4.6 Mudanças propostas no SCN peruano respeito aos recursos não renováveis	80
4.7 Mudanças necessárias no SCN peruano respeito aos recursos não renováveis	82
4.8 Nova realidade pós-mudanças no SCN peruano	87
4.8.1 <i>Produto Interno Líquido Corrigido</i>	87
4.8.2 <i>Contabilidade “verde”</i>	90
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
5.1 Da micro à macroeconomia dos recursos não renováveis	93
5.2 Limitações para incorporar a exaustão das reservas minerais nas contas nacionais do Peru	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96

1 INTRODUÇÃO

O Peru é considerado um “país minerador” pela importante e variada dotação de recursos minerais que seu subsolo contém. A exploração desses recursos tem beneficiado fortemente o crescimento econômico do país durante a última década, refletido em um Produto Interno Bruto (PIB) que variou a uma taxa média anual de 6,4%¹. Essa taxa de crescimento representou um dos maiores desempenhos econômicos da América Latina.

Considerando apenas o desempenho do PIB peruano, pode-se inferir que o país goza de uma boa situação econômica, rumo ao desejado desenvolvimento sustentável. Mas, na realidade, tal crescimento não se reflete em melhorias para a população. A distribuição da renda, produto desse crescimento econômico, está concentrada em determinados setores, o que amplia a desigualdade social, e as políticas públicas adotadas com base nesse PIB otimista não têm sido orientadas para a melhoria dos serviços básicos de educação e saúde. Logo, surge o paradoxo, o Peru cresce economicamente, mas não se desenvolve sustentavelmente.

O PIB é uns dos indicadores macroeconômicos medido pela contabilidade nacional de um país. A elaboração da contabilidade nacional é regida pelo Sistema de Contas Nacionais (SCN) das Nações Unidas. Portanto, a base de dados a partir da qual se constrói o PIB responde a uma metodologia padronizada internacionalmente. Assim, o SCN constitui um conjunto sistemático de instrumentos estatísticos elaborados com base em uma informação que pretende ser integrada e coerente com seus resultados. O objetivo do SCN é descrever, de forma quantitativa, a estrutura do sistema econômico de um país e seu comportamento no tempo, com o fim de oferecer os instrumentos necessários para a análise e tomada de decisões na formulação de políticas econômicas, que têm impactos nas esferas pública, privada e internacional.

A história do SCN começa na Grã-Bretanha, no final dos anos 1920 e inícios dos anos 1930, quando o modelo macroeconômico keynesiano começava a ser formulado. Mas, foi após a Segunda Guerra Mundial que o Sistema ganhou maior importância, fomentado pelos Estados Unidos que passou a contabilizar os gastos de governo em serviços e guerra como entrada positiva para a economia (COYLE, 2014).

Por outro lado, os países europeus, preocupados com o desenho de políticas econômicas da pós-guerra, elaboram estatísticas econômicas estabelecidas pela Organização de

¹ Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). *Series Estadísticas*. Disponível em: <http://www.bcrp.gob.pe/estadisticas.html>. Acesso em: 11 dez. 2013.

Cooperação Econômica Europeia (OCEE). A OCEE publica a versão “Sistema Simplificado de Contabilidade Nacional”, que representa o primeiro intento de homogeneizar os critérios de contabilização. Com esses avanços, em 1953 o Departamento de Estatística das Nações Unidas publica o relatório “Um Sistema de Contas Nacionais e correspondentes quadros estatísticos”, que é o primeiro sistema de contabilidade com alcance internacional cujo objetivo central é o estabelecimento de um sistema padrão para a elaboração das contas nacionais com ênfase na harmonização das normas técnicas relacionadas com sua elaboração.

Em 1968, as Nações Unidas publica a terceira versão sob o título “Um Sistema de Contas Nacionais, estudo de métodos, série F N° Rev3”. Sem modificar a estrutura básica, essa versão aperfeiçoa o marco conceitual ao apresentar de forma articulada e coerente dados cujos níveis de agregação vão das contas consolidadas da nação às tabelas de insumo – produto e as contas dos setores institucionais. A versão de 1968 serviu como base para a elaboração do primeiro Sistema Europeu de Contas, SEC 1970, tendo a segunda edição revisada em 1979.

Em 1993, as Nações Unidas elaborou a versão do SCN 1993 com importantes reformas. Estabelece uma estrutura que compreende toda a informação macroeconômica em dois grandes grupos: um correspondente às contas de oferta e utilização que descreve as características relacionadas com o equilíbrio entre a oferta e a demanda, assim como a estrutura de custos da atividade produtiva; o outro correspondente às contas econômicas integradas que descreve as características da economia relacionadas com a geração, distribuição, redistribuição e utilização da renda. Inserida plenamente na metodologia do SCN 1993, a União Europeia tem atualmente seu Sistema Europeu de Contas, SEC 95.

Em 2009, o Departamento de Estatística das Nações Unidas (UNSTATS, sigla em inglês) publica a mais recente versão do sistema, SCN 2008. Esta versão está sendo implementada em poucos países, uma vez que a maioria deles ainda está implementado a penúltima versão SCN 1993. A última versão enfatiza a flexibilidade do sistema para que os países possam implementá-lo de forma gradual.

No caso peruano, em 1946 o Banco Central de Reserva do Peru (BCRP) elaborou as primeiras estimativas das Contas Nacionais. Em 1966 o BCRP realizou uma revisão das estimativas das Contas Nacionais baseado no desenho metodológico da versão de 1953 das Nações Unidas. Em 1975, se transferiu a responsabilidade ao Instituto Nacional de Estatística, como órgão reitor do sistema (INEI, 2014).

Atualmente, o SCN do Peru está sob a responsabilidade do Instituto Nacional de Estatística e Informática (INEI). De acordo com a versão oficial de 2005, a informação que se

consolida se limita aos conceitos macroeconômicos em torno ao Produto Interno Bruto (PIB). As estimativas do PIB, do ponto de vista da produção, do gasto e da receita, ajustam-se às recomendações do SCN 1993 e derivam das tabelas de oferta e utilização da economia peruana elaboradas para o ano 1994 (ano base das Contas Nacionais do Peru até março de 2014).

Apesar de todo esse esforço nacional e internacional para o reconhecimento do SCN e dos esforços para refletir dados acurados, este sistema simplifica demasiadamente o papel do meio ambiente e dos recursos naturais na economia. No caso do meio ambiente, existem duas questões relevantes. Primeiro, o fato de não considerar a degradação do meio ambiente, induz a pensar que ele forma parte de um estoque de capital fixo em que não ocorre a diminuição desse ativo. Segundo, os gastos de reparação e de proteção ao meio ambiente são considerados incrementos para o PIB em termos de contribuição para a melhoria do bem-estar social, do que se infere que um maior nível de poluição eleva o valor do PIB devido aos gastos de reparação.

No caso dos recursos naturais, o problema principal reside em não considerá-los como parte do patrimônio nacional. Isto implica que a redução das reservas desses recursos não é registrada. O custo do esgotamento inclui apenas os gastos de extração e a perda de criação de renda se registra como “outras mudanças do ativo”, de maneira que não há repercussão para o PIB. Nesse caso, considera-se a exploração dos recursos naturais como uma receita, já que na produção de outros bens eles são consumidos como bens intermediários ou insumos. No entanto, não se considera a redução do ativo, a qual é mais evidente no caso dos recursos não renováveis. Esta prática conduz a um manejo ineficiente dos recursos naturais, dado o agravante de favorecer um aumento da taxa de exploração, que gera um maior crescimento econômico no presente em detrimento da disponibilidade do recurso no futuro.

A esse respeito, as deficiências do SCN têm um maior efeito em países em desenvolvimento como o Peru, cuja economia depende principalmente da exploração e exportação de seus recursos naturais. Nesses países é possível observar um PIB *per capita* mais baixo e a exaustão acelerada de seus recursos naturais como consequência de uma exploração ineficiente. Os grandes projetos de investimento para a exploração (ativos produzidos) consideram mecanismos seguros para a recuperação do capital investido, mas não fazem o mesmo para salvaguardar a exaustão dos recursos naturais explorados (ativos não produzidos).

Os indicadores que representam o SCN convencional não fornecem uma informação completa para um desenho acurado de políticas que visem otimizar o manejo do meio

ambiente e dos recursos naturais. Pelo apontado, é necessário que o sistema, como principal indicador da atividade econômica de uma nação, seja ajustado para incorporar a degradação ambiental e a exaustão dos recursos naturais, pois nele baseia-se a avaliação da economia.

Pelo diagnóstico anterior, a pergunta que a presente pesquisa responde é: quais as limitações para a incorporação da exaustão dos recursos não renováveis na contabilidade nacional do Peru?

O objetivo geral para tratar o problema de pesquisa é analisar a relação da metodologia do SCN com a economia dos recursos não renováveis.

Do objetivo geral, derivam-se os seguintes objetivos específicos:

- Analisar a microeconomia dos recursos naturais não renováveis.
- Analisar a contabilidade nacional e sua relação com os recursos naturais não renováveis.
- Analisar o estudo de caso do setor de mineração do Peru.
- Identificar os impedimentos para o tratamento da informação completa dos recursos minerais nas contas nacionais peruanas.

Considerando os objetivos mencionados, têm-se como ponto de partida as seguintes hipóteses:

- O crescimento da economia do Peru está superestimado por não considerar a exaustão dos recursos minerais, setor muito representativo da economia.
- As atuais políticas econômicas priorizam a exaustiva exploração dos recursos minerais baseadas em um PIB otimista.

A estratégia para fornecer uma compreensão clara do alcance do objetivo do trabalho é:

1. Levantar o referencial teórico da economia dos recursos não renováveis desde a abordagem neoclássica, partindo do nível micro para chegar ao nível agregado.
2. Descrever as condições necessárias para otimizar a exploração dos recursos não renováveis.
3. Construir o elo entre a microeconomia e a macroeconomia ambiental para identificar as falhas ou omissões de informação na construção do SCN a respeito dos recursos escassos.
4. Descrever as contas nacionais peruanas para conferir se as falhas identificadas na literatura sobre o SCN ocorrem no caso específico desse país.

5. Apresentar propostas de reformulação do SCN para torná-lo mais completo com respeito aos recursos não renováveis.

Para entender o problema de pesquisa, o trabalho está estruturado em quatro capítulos precedidos pela introdução. No primeiro capítulo, se analisa a extração dos recursos não renováveis no nível micro nas diferentes estruturas de mercado, isto é, o que define o valor do recurso quando este ainda faz parte do estoque e quando é extraído. A finalidade de revisão dessas teorias é fundamentar com conceitos microeconômicos a macroeconomia dos recursos não renováveis.

No segundo capítulo, o estudo sobre os recursos não renováveis é levado a nível agregado para descrever qual é o papel ou importância na contabilidade nacional e o que é necessário para que a situação desses recursos seja refletida com precisão.

No terceiro capítulo, se descreve o setor mineração do Peru e quão significativo é para o crescimento econômico do país, assim como seu tratamento na contabilidade nacional e as mudanças necessárias para que o SCN possa considerar a exaustão dos recursos naturais.

Finalmente, no quarto capítulo, se faz uma análise considerando tanto os aspectos micro como macroeconômicos dos recursos minerais peruanos. Dessa análise, se identifica as limitações que são partes do problema de pesquisa do presente trabalho.

2 MICROECONOMIA DOS RECURSOS NATURAIS NÃO RENOVÁVEIS

2.1 Aspectos gerais

A teoria econômica clássica categoriza os fatores de produção em três grupos: capital, trabalho e terra. O capital refere-se aos bens elaborados, criados pelo homem, utilizados para produzir outros bens ou serviços; para se diferenciar do capital natural, o termo é especificado como capital “produzido”. Outro fator é o trabalho, que se refere às capacidades humanas, físicas e mentais envolvidas no processo de produção, o que seria equivalente ao capital humano. E, finalmente, a terra, que representa os recursos naturais e que na abordagem da economia neoclássica é chamada de capital natural.

Se os fatores de produção podem ser substituídos ou reabastecidos quando se desgastam, são chamados de recursos renováveis, como no caso do trabalho e do capital produzido. Mas isso não acontece com todos os recursos que conformam o capital natural, pois vários deles têm uma taxa de reabastecimento tão pequena que não oferece um incremento significativo em seus estoques em um longo período de tempo relevante para o ser humano. Nesse sentido, e por fins práticos, assume-se que esses fatores estão disponíveis em quantidades fixas e finitas (PERMAN et al., 2003, p. 508). Para cada um desses fatores, o estoque total é dado e cada unidade que é usada hoje reduz o estoque que estará disponível para uso futuro, ou seja, a exploração desses recursos causa sua extinção definitiva. Esses fatores são chamados de recursos (naturais) não renováveis (RNR).

Dentre os recursos não renováveis ou exauríveis, Mueller (2007) distingue duas categorias: os recursos exauríveis, mas recicláveis e os recursos esgotáveis e não renováveis. A diferença entre esses recursos está na capacidade de sua recuperação para que possam ser usados novamente. Na primeira categoria se encontram, por exemplo, os recursos minerais metálicos, que apenas podem ser reaproveitados parcialmente já que a reciclagem implica altos custos e esta não é perfeita; além disso, a quantidade reciclada será infinitesimalmente menor à medida que passa o tempo. Os combustíveis fósseis, como o petróleo, o gás natural e o carvão estão na segunda categoria, cujo reaproveitamento é nulo uma vez usados no processo produtivo. Como esses recursos não podem se renovar, é crucial determinar quanto desse recurso pode ser extraído em cada período, ou seja, qual deve ser o padrão de extração ótima no tempo. Essa é a pergunta crítica da microeconomia dos RNR, cujo objeto é a alocação ótima no tempo desses recursos escassos, ou seja, uma questão de otimização dinâmica.

O problema de extração ótima precisa ser resolvido tendo em conta dois pontos. O primeiro deles é considerar que os RNR são de qualidade heterogênea devido à variação na sua composição física e química e a seus custos de extração. O segundo ponto trata da possibilidade de substituição entre estes recursos devido seus preços (PERMAN et al., 2003, p. 506-7).

A trajetória de extração ótima obedece a uma taxa determinada pela regra de Hotelling, que vem a ser “uma condição de eficiência necessária que deve ser satisfeita por qualquer programa de extração ótima”² (PERMAN et al., 2003, p. 507). No presente capítulo se analisa a taxa de extração ótima no tempo dos RNR nas diferentes estruturas de mercado, qual a sua relação com o valor do recurso, a diferença entre o valor do estoque e o valor do fluxo do recurso para finalmente caracterizar os microfundamentos da macroeconomia dos RNR.

2.2 Taxa de extração ótima

Sob a abordagem da economia neoclássica, o problema de otimização do uso dos recursos não renováveis é resolvido mediante modelos dinâmicos de equilíbrio parcial, sendo que a aplicação desses modelos depende das distorções e falhas de mercado. Esses modelos estão baseados na teoria desenvolvida por Hotelling (1931) e são extensões de teoremas básicos da teoria do bem-estar social (MUELLER, 2007, p. 335). Assim, a taxa de extração ótima é uma ferramenta da teoria neoclássica para atingir seu principal objetivo, o de “analisar o manejo ótimo de recursos escassos” (MUELLER, 2007, p. 337).

Por outro lado, do ponto de vista da sustentabilidade e tendo em conta que o consumo de recursos escassos no presente implica que haverá menor quantidade disponível destes recursos no futuro, a alocação ótima deve atingir a equidade intergeracional.

Para passar a descrever qual a trajetória de extração ótima de um RNR em uma economia de mercado, é preciso conhecer sob quais condições esta pode se desenvolver. Uma dessas condições é a regra de Hotelling, a qual é fundamental para compreender a economia do uso dos RNR.

² Tradução nossa. Texto original em inglês: “*a necessary efficiency condition that must be satisfied by any optimal extraction programme*”.

2.2.1 A regra de Hotelling

A regra de Hotelling é uma condição de eficiência intertemporal que determina a taxa ótima de extração de um recurso não renovável de modo que seu preço cresce a uma taxa igual à taxa de desconto. Esta regra, também, pode ser interpretada como uma condição de equilíbrio no mercado de ativos. O próprio Hotelling (1931) a interpretava como uma condição que determina o padrão ótimo de preços que garante que o fluxo positivo de oferta constante do recurso, em todos os períodos até sua exaustão total, não seja nem excessivo nem demasiado escasso. Ou seja, as decisões de oferta não se alteram e os preços mantêm-se em uma trajetória de equilíbrio (RIERA et al., 2005).

Seguindo Perman et al. (2003), a regra de Hotelling para a extração de um RNR é expressa na Equação 1, a qual emerge da maximização do bem-estar social:

$$\frac{\dot{P}_t}{P_t} = \rho \quad (1)$$

Em que:

$\frac{\dot{P}_t}{P_t}$: taxa de crescimento do preço sombra³ do RNR (taxa de retorno)⁴

ρ : taxa social de desconto

Esta regra tenta responder quanto do RNR deve ser consumido no período. A resposta se aplica a todos os recursos não renováveis, sem considerar se há uma demanda grande ou pequena ou se essa demanda é elástica ou inelástica. Em todos os casos, a resposta é a mesma: a taxa de extração socialmente ótima de qualquer recurso exaurível é tal que seu preço aumenta a uma taxa igual à taxa social de desconto. Logo, quanto maior ρ , maior deve ser a taxa de crescimento do preço do recurso. Em outras palavras, se a taxa de crescimento do preço é maior do que a taxa de desconto, a extração atual é alta; se a taxa de crescimento do preço é menor do que a taxa de desconto, então a extração atual é insuficiente.

Os pressupostos sob os quais o modelo de Hotelling se formula são (STAMFORD e SOUZA, 2000):

³ “A literatura usa vários nomes para referir-se ao conceito “preço líquido”: renda da escassez, preço sombra, *royalty*, custo marginal de uso” (LIVERNOIS, 2009).

⁴ Perman et al. (2003, p. 485) consideram duas interpretações para a regra de Hotelling. A segunda interpretação tem a seguinte notação: $P_t = P_0 e^{\rho t}$.

- O estoque do recurso não renovável é conhecido e finito (não há descobertas de novas reservas);
- Os custos de extração do recurso são constantes e independentes do estoque restante;
- A curva de demanda pelo recurso é estacionária;
- O recurso é homogêneo (sua qualidade não varia com a exaustão do estoque);
- Não há externalidades negativas ambientais para o bem-estar social relacionadas ao uso do recurso.
- Não existem alternativas para o recurso.

2.2.2 Elasticidade da demanda

Como mencionado, a regra de Hotelling é uma condição necessária, mas não é suficiente para uma alocação ótima de um recurso não renovável no tempo. Ela mostra resultados em termos de taxas de crescimento, mas não indica a quantidade exata do recurso que deve ser extraída a cada ano.

A determinação da quantidade do recurso a ser extraída depende das condições do mercado. Especificamente, depende da posição e da inclinação da curva de demanda. Se a quantidade demandada em todos os preços é pequena, a taxa de extração será pequena. Quanto maior a quantidade demandada em cada preço, mais alta tenderá a ser a taxa de extração.

Se considerarmos a influência da elasticidade da demanda, uma curva de demanda altamente inelástica sugere que existem poucos substitutos e que os compradores estão dispostos a pagar grandes somas para não ficar sem o recurso. Esta inelasticidade produzirá uma taxa de extração relativamente uniforme, com pequenas reduções em cada período que serão o suficiente para elevar o preço à taxa requerida. Uma curva de demanda relativamente elástica sugere que as pessoas facilmente podem encontrar substitutos uma vez que os preços aumentam. Isto irá incentivar uma grande quantidade de consumo agora, mas uma quantidade cada vez menor nos próximos anos, já que são necessárias grandes reduções no consumo para aumentar os preços na taxa requerida.

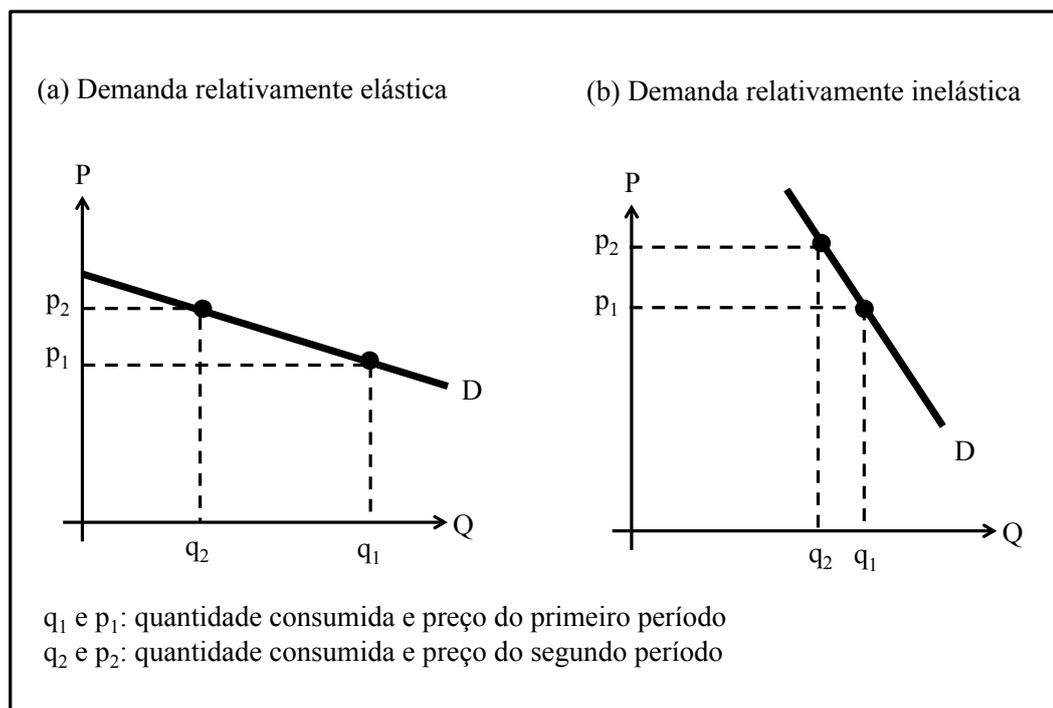
O Gráfico 1 mostra o comportamento do preço para o caso do consumo total do estoque de um RNR em dois períodos. Observa-se que a forma da curva da demanda (D) determina o padrão de extração no tempo. Têm-se duas condições que ditam quais a

quantidades a serem extraídas em ambos os casos do Gráfico 1: a reserva deve ser consumida totalmente em dois períodos, e o preço cresce a uma taxa igual a r entre os dois períodos.

Para ambos os casos, a reserva total e a taxa de crescimento do preço são os mesmos. No painel (a), a demanda é relativamente plana devido a que a diferença entre as quantidades definidas pelo preço é considerável. Já no painel (b), a demanda é mais inclinada devido a que as quantidades a serem extraídas definidas pelo preço são parecidas.

Quanto mais inelástica a curva de demanda, mais uniforme a taxa de extração (e, portanto, a taxa de uso) será ao longo do tempo; quanto mais elástica a curva de demanda, mais irregular a taxa de extração será ao longo do tempo.

Gráfico 1 – Taxa de extração para um recurso não renovável considerando a elasticidade da demanda



Fonte: Riera et al., 2005.

2.2.3 Maximização do lucro das firmas e otimização social

Para as firmas extratoras de um recurso natural não renovável maximizarem seu lucro, elas devem decidir entre extrair todo o recurso hoje ou no futuro. Na prática, provavelmente se adote alguma política intermediária, produzindo e vendendo parte do recurso este ano e mantendo o restante do estoque no solo para ser explorado nos seguintes anos. Mas, esta decisão tem implicância para o preço ao longo dos anos, pois influencia a produção de capital

que poderia ser usado para gerar juros no futuro. Mas, também, haveria um custo de oportunidade para não extrair esses recursos agora; a firma estaria sacrificando algumas receitas. No entanto, se é esperado que o preço do recurso natural sofra aumento no futuro, para a firma seria melhor deixar o recurso no solo. Logo, ela poderia vender o recurso depois a um preço maior.

A regra de Hotelling também se aplica para a maximização do lucro privado, mas a notação muda para a Equação 2:

$$\frac{\dot{P}_t}{P_t} = i \quad (2)$$

Em que i é a taxa de juros do mercado, que é igual a r , a taxa de juros do consumo, e também a δ , a taxa de retorno do capital⁵. Também, segundo Perman et al. (2003), se interpretarmos as áreas sob as curvas de demanda (isto é. benefícios brutos) como quantidades de utilidade, então surge a condição que $\rho = r$. Todos estes fundamentos fazem com que a taxa de juros do mercado privado se torne igual à taxa social de desconto do consumo.

Logo, como descrito para o caso de maximização do bem-estar social, a regra de Hotelling para a maximização do lucro privado exige que o preço líquido (ou *royalty*, que vem a ser o preço de mercado menos o custo marginal) do recurso cresça no tempo à taxa i . Assim, o nível atual da taxa de juros e os aumentos dos preços futuros esperados decidirão quanto do RNR será extraído. Se, por exemplo, se espera que o preço aumente 1% no seguinte ano e a taxa de juros anual é de 5%, para a firma é melhor vender o produto agora. Dessa forma, ela pode acumular capital com a venda do recurso, investi-lo em 5%, e ganhar um retorno de 5% ao invés de 1%.

Se a taxa de juros é maior que o aumento de preço esperado, as firmas preferirão extrair mais do solo e vendê-lo para receber os juros das receitas. Eventualmente, ao colocarem mais do recurso no mercado, o preço diminuirá. Se a taxa de juros é menor que o aumento de preço esperado, a firma preferirá manter o recurso no solo para uso futuro. Ao não vender o recurso, ele se tornará escasso e seu preço aumentará. Em ambos os casos, o preço continuará mudando até que a última unidade do recurso que a firma vende ganhe tanto em juros como se ele tivesse sido deixado no solo e vendido depois a um preço mais elevado.

⁵ Para maior profundidade sobre a igualdade dessas taxas, ver Perman et al., 2003, capítulo 11.

Em outras palavras, a taxa de extração deveria ser apenas o suficiente para que o preço do recurso aumente na mesma taxa que a de juros; o preço atual dependerá da demanda atual.

Depois de notar a diferença da aplicação da regra de Hotelling entre a otimização social e o equilíbrio de mercado, procede-se a descrever qual a trajetória de extração ótima nas diferentes estruturas de mercado: concorrência perfeita, monopólio e duopólio.

Na análise do mercado de **concorrência perfeita**, tem-se o modelo de Gray e o modelo de uma indústria competitiva; este último, por sua vez, é abordado considerando dois períodos de tempo e n períodos. Nessa estrutura de mercado, o explorador de uma mina buscará maximizar seus benefícios utilizando o critério de eficiência dinâmica⁶. Dado que o estoque do mineral é finito, a condição usual de maximização (custo marginal igual à receita marginal, $CMg = RMg$) se modifica em três aspectos:

- (i) O proprietário enfrenta um custo de oportunidade no tempo (renda ou *royalty*) de utilização do recurso, pois restringe a produção em períodos posteriores. Para maximizar os benefícios, deverá escolher o nível de produção no qual o preço seja a soma do custo marginal de extração (CMgE) e o custo marginal de uso (CMgU) ou custo de oportunidade⁷ ou *royalty*. Portanto, para o caso dos RNR aplica-se a seguinte condição, representada na Equação 3 e que está ilustrada no Gráfico 2:

$$P = CMgE + CMgU \quad (3)$$

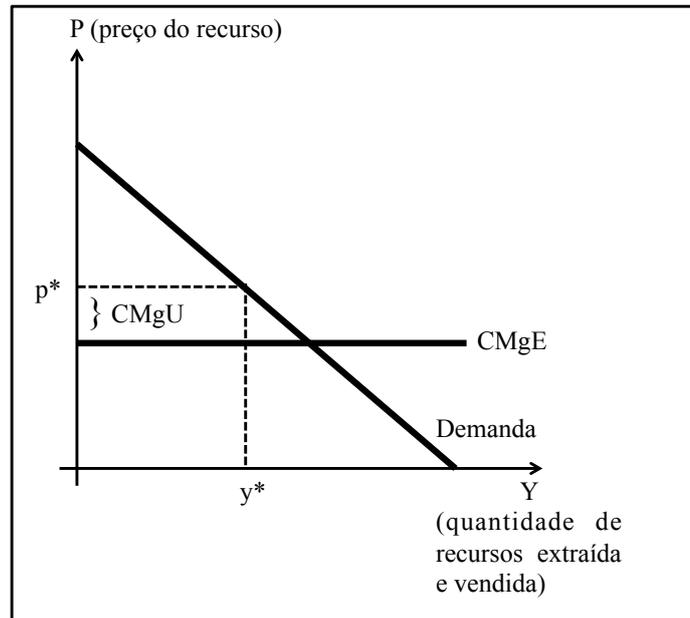
- (ii) Há a decisão da taxa de extração do recurso. Se a renda não sofre incremento de seu valor com o tempo, não haverá incentivos para se conservar o recurso.
- (iii) A quantidade total extraída não poderá exceder o estoque total de reservas (restrição de estoque).

Assim, como se supõe que o CMgE é constante (Gráfico 2), pela regra de Hotelling se sabe que o valor presente do *royalty* é o mesmo para todos os períodos. Portanto, em equilíbrio, o *royalty* deve sofrer aumento anual a uma taxa igual à taxa de juros do mercado. E quanto maior a taxa de juros, mais rápido será o esgotamento do recurso natural disponível em quantidade fixa.

⁶ “A eficiência dinâmica é um critério de comparação de alocações de recursos nas quais o tempo é um fator importante, e nas quais as decisões tomadas no presente afetam o valor futuro dos ativos. Este critério permite analisar a magnitude dos benefícios e dos custos em diferentes momentos no tempo” (SEINFELD et al., 1998, p. 23).

⁷ A notação de Mueller (2007) para o custo de oportunidade ou *royalty* é R. Portanto, a condição resulta: $P = CMg + R$.

Gráfico 2 – Equilíbrio de mercado do recurso não renovável



Fonte: Mueller, 2007.

Dentro da estrutura de concorrência perfeita, cabe destacar a solução do **modelo de Gray** (1914), o qual se desenvolve da perspectiva de um proprietário de uma mina. Esse modelo é similar ao modelo de Hotelling, mas este último determina a sequência dos preços de mercado que Gray toma como dado. Neste modelo se assumem os seguintes pressupostos: preço de mercado das unidades do mineral permanece constante durante a vida útil da mina, estoque conhecido antes da extração, qualidade uniforme do mineral e custos de extração crescentes. O objetivo do modelo é determinar o número de períodos de extração e as quantidades que devem ser extraídas em cada período a fim de maximizar o valor presente dos benefícios disponíveis do estoque do mineral. Para isto, a maximização requer que o benefício marginal⁸ seja o mesmo em cada período, do qual resulta a “regra do r por cento” que é expressa na Equação 4:

$$r = \frac{[p - \text{CMg}(q_{t+1})] - [p - \text{CMg}(q_t)]}{[p - \text{CMg}(q_t)]} \quad (4)$$

Em que:

p : preço por tonelada métrica (TM) extraída e vendida

$\text{CMg}(q_t)$: custo marginal de extração no período t

⁸ Benefício marginal: $\text{BMg} = \left(\frac{1}{1+r}\right)^t [p - \text{CMg}(q_t)]$

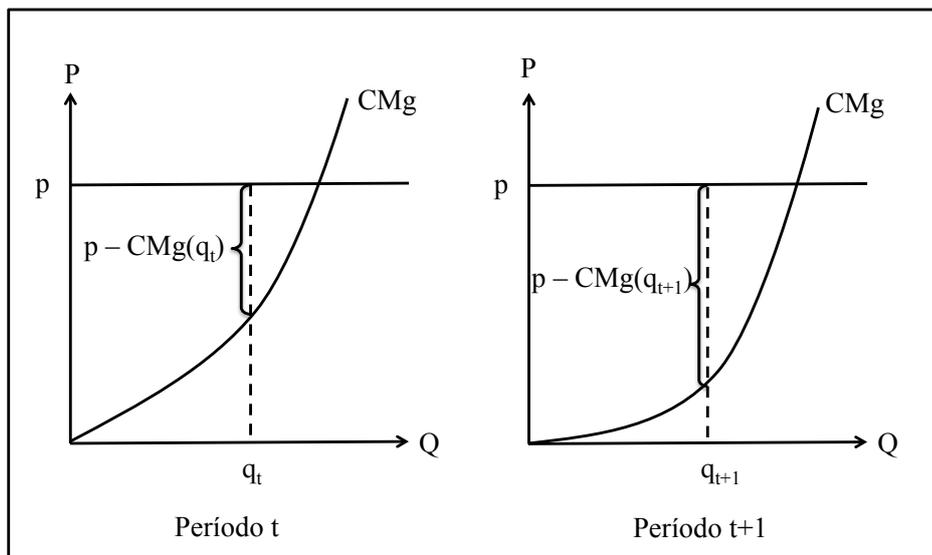
$CMg(q_{t+1})$: custo marginal de extração no período $t + 1$

q_t : quantidade de toneladas métricas extraídas e vendidas

Assim, ao se igualar os benefícios marginais dos diferentes períodos, a renda aumentará em r por cento de um período para o outro.

Observa-se no Gráfico 3 que a empresa mineradora deverá ajustar as quantidades de cada período para satisfazer a regra do r por cento: o estoque do mineral deverá ser extraído a um ritmo de $(q_{t+1} - q_t)/q_t$, de tal forma que a renda aumente em r por cento, em outras palavras, a renda da quantidade marginal extraída no período t é igual à renda descontada da quantidade marginal extraída no período seguinte.

Gráfico 3 – Regra do r por cento para a extração de recurso não renovável



Fonte: Galarza, 2010.

Como o proprietário da mina não pode determinar a quantidade inicial do recurso se o padrão de extração varia de acordo a essa quantidade, para resolver esse problema o proprietário deverá escolher a quantidade final e logo depois aplicar a regra do r por cento para trás, até atingir a exaustão do estoque.

No caso de uma **indústria competitiva**, em que cada empresa é tomadora de preço, à medida que se extrai uma quantidade menor do recurso não renovável a cada período, cada empresa observará uma elevação do preço de mercado desse recurso. A condição de maximização, neste caso, se dá quando a cada produtor lhe resulta indiferente vender hoje ou no período seguinte. A solução do problema infere que, conforme o tempo passa, a produção declina, o preço do recurso aumenta e o valor presente da renda permanece constante. Além

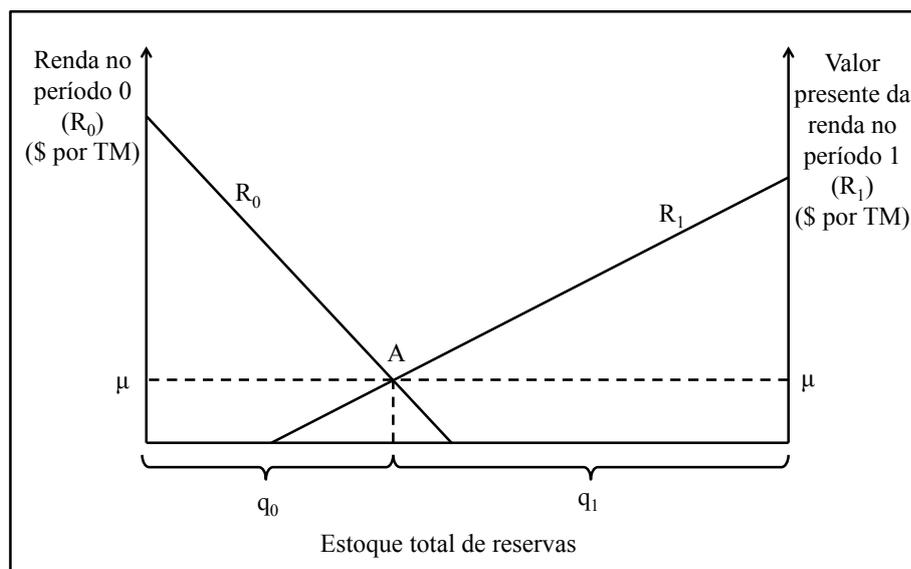
disso, na medida em que os custos permaneçam constantes por unidade de extração, o preço do mineral será incrementado a uma taxa menor que a taxa de desconto.

Para a indústria competitiva se consideram dois casos: o modelo de dois períodos e o modelo de N períodos.

No **modelo de dois períodos**, é no segundo período que a extração terá um custo de oportunidade (a renda e os juros que se ganhariam se a extração tivesse ocorrido no primeiro período), pelo qual a renda do segundo período deverá ser descontada à taxa de juros. Se os produtores, por tendência geral, decidem esperar o segundo período para realizar as vendas, a produção corrente cai e o preço sobe. Ao contrário, se a tendência geral for vender uma grande quantidade de mineral no período inicial, o preço corrente cai e as firmas não desejarão vender até o próximo período. Então, as forças de mercado garantirão que a trajetória de extração seja atingida por cada empresa maximizadora de benefícios para assegurar a extração em cada período.

Ao assumir que o CMgE e a curva de demanda pelo recurso são constantes, então a distribuição eficiente do recurso implica extrair mais no primeiro período que no segundo. Esse resultado dependerá do CMgE e do CMgU. O valor presente do CMgU aumenta no tempo devido à exaustão do estoque do recurso, uma vez que o CMgU no segundo período é $(1 + r)$ vezes o que foi no primeiro período; desta forma, o equilíbrio entre a produção presente e futura é mantido.

Gráfico 4 – Valor presente da renda em um modelo de dois períodos



Fonte: Galarza, 2010.

Observa-se no Gráfico 4 que a renda no período zero (R_0) se define como uma função decrescente da produção e que se iguala ao valor presente da renda no período um (R_1) no ponto de interseção A, onde a soma de q_0 e q_1 é o estoque total do mineral e o valor presente da renda (μ) está no mesmo nível do ponto A.

Nessa mesma estrutura de mercado pode-se identificar o **programa de extração socialmente ótimo**. Para isto, são requeridas duas coisas: uma função de bem-estar social que considere os objetivos da sociedade e uma declaração das possibilidades técnicas e restrições disponíveis em qualquer momento do tempo. Para a determinação da função de bem-estar social, deve-se ter em conta a restrição técnica que o estoque inicial é fixo para um RNR e que a sociedade não deseja que sobeje estoque no final do segundo período. Resolvendo o problema de otimização⁹, chega-se à Equação 5:

$$\rho = \frac{(p_t - c_t) - (p_{t-1} - c_{t-1})}{(p_{t-1} - c_{t-1})} \quad (5)$$

Em que:

ρ : taxa social de desconto da utilidade

$\frac{(p_t - c_t) - (p_{t-1} - c_{t-1})}{(p_{t-1} - c_{t-1})}$: taxa de crescimento do preço líquido

$(p_t - c_t), (p_{t-1} - c_{t-1})$: preço líquido de produção nos período t y t-1

A Equação 5 é equivalente à regra de Hotelling, em preços líquidos ou *royalty*. Para a determinação do nível do preço líquido no período 0, além do consumo total do estoque nos dois períodos, tem-se que considerar que a função de demanda pelo recurso é conhecida, o que levará à definição dos dois preços e, portanto, às duas quantidades do recurso a serem extraídas.

Assim como no modelo de Gray (Equação 4), no **modelo de multiperíodo** se aplicará a regra do r por cento, mas neste caso o preço da produção mudará em cada período, ou seja, o preço não é constante. A Equação 6 mostra tal variação:

$$r = \frac{[p_{t+1} - CMg(q_{t+1})] - [p_t - CMg(q_t)]}{p_t - CMg(q_t)} \quad (6)$$

⁹ Para ver a solução ao problema, vide Perman *et al.* (2003), capítulo 15.

Em que:

p_{t+1} : preço por tonelada métrica (TM) extraída e vendida no período $t + 1$

$CMg(q_t)$: custo marginal de extração no período t

$CMg(q_{t+1})$: custo marginal de extração no período seguinte, $t + 1$

q_t : quantidade de toneladas métricas extraídas e vendidas

Supõe-se que as n firmas são idênticas, cada uma extrai uma quantidade q_t no período t e, portanto, a produção da indústria é $nq_t = Q_t$ e o preço, $p(Q_t)$, e as firmas são tomadoras de preços. O incremento dos custos no tempo reduz a quantidade de extração até zero, em que o custo marginal total será igual ao preço máximo que os consumidores estão dispostos a pagar pelo recurso. Um elemento central na teoria dos recursos não renováveis é que o preço da produção sofrerá incrementos no tempo.

O equilíbrio de uma indústria é representado pela maximização do bem-estar social. A produção da indústria no período t , Q_t , gera um excedente social líquido $B(Q_t) - cQ_t$, em que $B(Q_t)$ é o excedente social bruto do consumidor. Logo, o equilíbrio de mercado competitivo ocorre quando o padrão de extração Q_0, Q_1, \dots, Q_T maximiza o valor presente da soma dos excedentes sociais líquidos gerados em todos os períodos de extração, ou seja, quando o excedente marginal líquido é igual, em valor presente, em todos os períodos. Tudo isto resulta na seguinte regra de Hotelling (Equação 7), que é equivalente à regra do r por cento (Equação 4), porém levanta o pressuposto de que os preços são constantes:

$$r = \frac{[p(Q_{t+1}) - c] - [p(Q_t) - c]}{p(Q_t) - c} \quad (7)$$

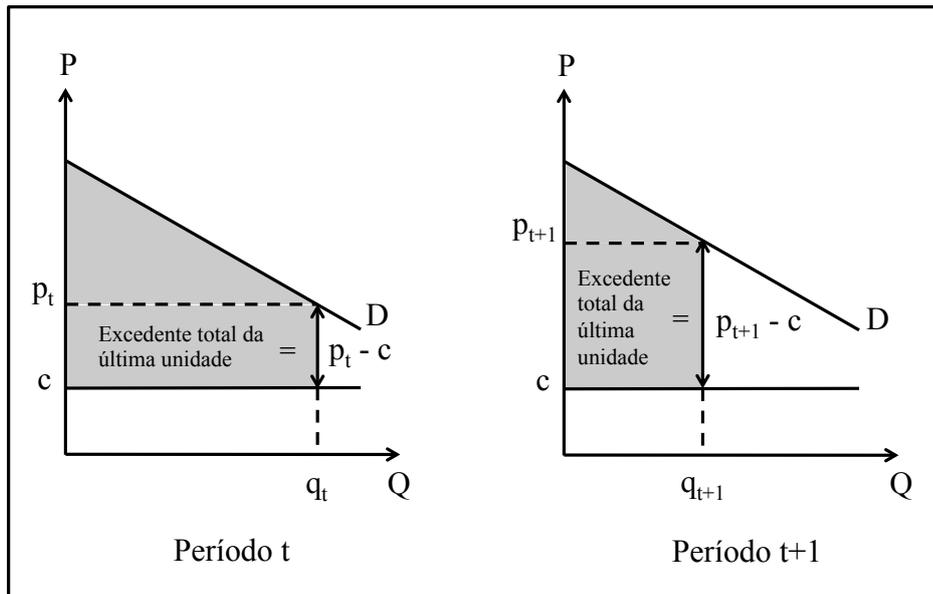
Em que:

$p(Q_t), p(Q_{t+1})$: preço de produção da indústria nos períodos t e $t + 1$

c : custo de produção constante

Como se observa no Gráfico 5, a renda $p_t - c$ deverá ser incrementada a r por cento no padrão de extração de uma indústria competitiva. O padrão de extração se obtém fixando-se $QT = 0$ e aplicando-se a regra do r por cento para trás até o esgotamento do estoque.

Gráfico 5 – Regra de Hotelling e o excedente total



Fonte: Galarza, 2010; Riera et al., 2005.

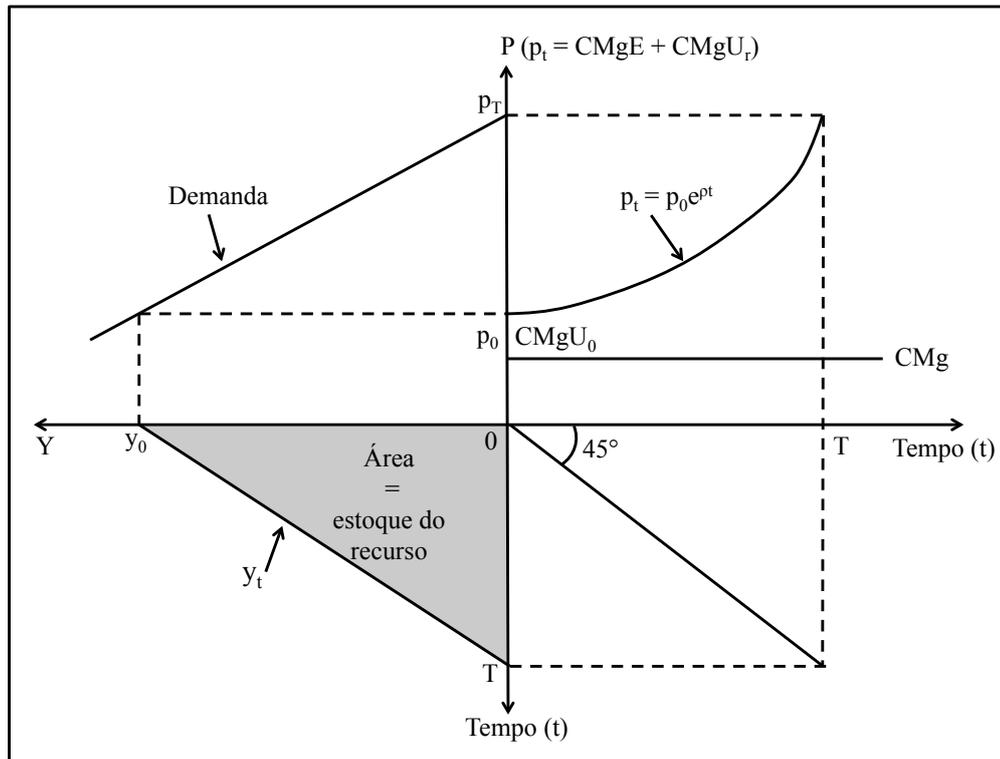
O Gráfico 6 mostra as trajetórias de extração ótima do recurso e do preço líquido no tempo correspondentes à maximização do bem-estar social sob a estrutura de mercado perfeitamente competitivo.

No quadrante superior esquerdo, observa-se que quando a curva de demanda linear converge com a ordenada preço (P), determina-se o *choke price*, que é o preço máximo que os consumidores estarão dispostos a pagar pelo recurso no último período; para as firmas é ideal que o estoque do mineral e a demanda pelo recurso se tornem zero simultaneamente no final do seu horizonte de tempo. O quadrante superior direito mostra que o preço líquido cresce exponencialmente a uma taxa social de desconto ρ e a equação dessa curva (trajetória do preço) tem a notação da segunda interpretação que Perman et al. (2003) dão para a regra de Hotelling. Desse quadrante também se pode inferir que se o preço fosse conhecido, o valor do custo marginal de uso ou custo de oportunidade ou royalty seria igual à diferença entre o preço e o CMgE (que é constante). O quadrante inferior esquerdo mostra a trajetória de extração ótima do RNR, que nesse caso é uma função linear decrescente no tempo. E, finalmente, o quadrante inferior direito não tem uma interpretação econômica, mas a linha de 45° é utilizada para trasladar a quantidade extraída em cada período.

O objetivo do Gráfico 6 é mostrar o caminho das operações, pois assim primeiro se deriva a trajetória dos níveis de produção da curva de demanda do quadrante superior esquerdo. Tais valores se registram a fim de ser possível deduzir o padrão de extração

apresentado no quadrante inferior esquerdo. Finalmente, se deriva a trajetória do preço e da receita da indústria.

Gráfico 6 – Modelo de multiperíodo para a determinação da trajetória ótima de extração de um recurso não renovável



Fonte: Perman et al., 2003; Mueller, 2007.

No caso do **monopólio**, o recurso será extraído mais lentamente, pois o monopolista coloca uma pequena quantidade do recurso no mercado com a finalidade de manter elevado o preço e obter benefícios maiores. Para maximizar a soma descontada de benefícios provenientes da extração em vários períodos, o benefício de cada unidade em cada período deverá ser o mesmo. Enquanto que, em uma análise estática o monopolista maximiza seu lucro fixando o preço quando a receita marginal se iguala ao consumo marginal, em uma análise dinâmica a extração do recurso implica que a receita marginal seja maior que o consumo marginal em cada período. O benefício marginal resultante, devidamente descontado, deverá ser o mesmo em todos os períodos (a receita marginal decresce e o consumo marginal cresce; esta condição implica que a extração no último período seja igual a zero). A condição de igualdade dos benefícios marginais está expressa na Equação 8:

$$r = \frac{[RMg(Q_{t+1}) - CMg(Q_{t+1})] - [RMg(Q_t) - CMg(Q_t)]}{[RMg(Q_t) - CMg(Q_t)]} \quad (8)$$

Em que:

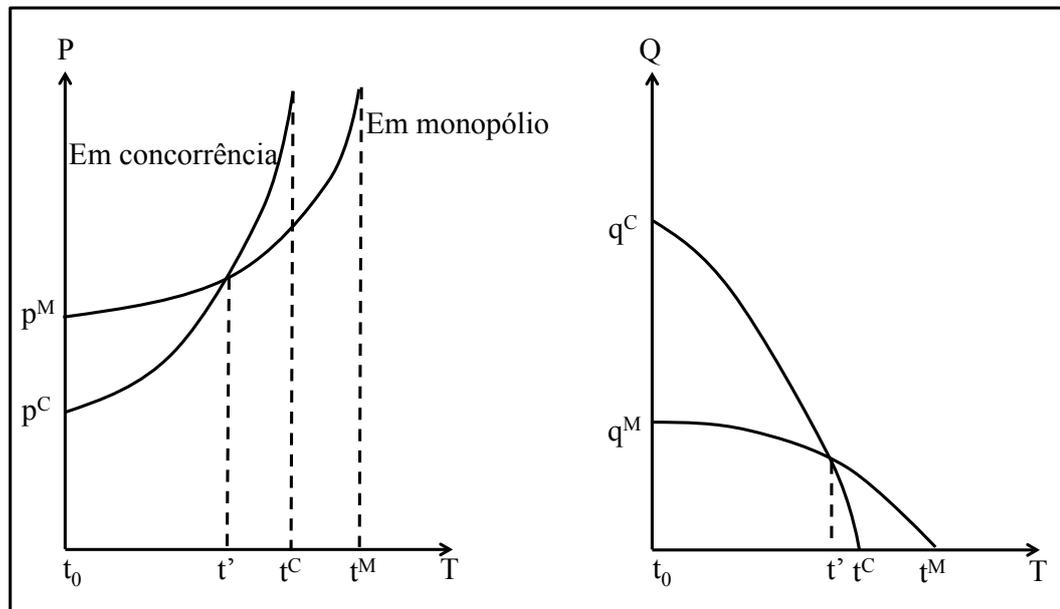
$RMg(Q_t)$, $RMg(Q_{t+1})$: receita marginal de produção da indústria nos períodos t y $t + 1$

$CMg(Q_t)$, $CMg(Q_{t+1})$: custo marginal de produção da indústria nos períodos t y $t + 1$

A Equação 8 representa a regra do r por cento para um monopolista em que, diferentemente do caso de extração em concorrência perfeita, a receita marginal ocupará o lugar do preço.

Como condição geral para a maximização de benefícios em um monopólio, o benefício médio da quantidade extraída no último período deverá ser igual ao benefício marginal, com a RMg decrescente e o CMg crescente; esta condição implica que a quantidade extraída do último período (Q_T) seja igual a 0. Então, para encontrar o padrão de extração deve-se retroceder no tempo partindo do último período, em que $Q_t = 0$, e permitir que o benefício marginal se reduza em um r por cento em cada período.

Gráfico 7 – Comparação da trajetória de preços e quantidades entre um monopólio e a concorrência perfeita



Fonte: Perman et al., 2003; Galarza, 2010.

Observa-se que o monopolista extrai o mesmo estoque em um horizonte de tempo amplo (Gráfico 7): produzirá menos nos primeiros períodos, até t' , para cobrar um preço

maior. Nos períodos posteriores a t' , a produção do monopólio excederá a produção de concorrência e seu preço será menor. Esta tendência por parte do monopolista de expandir seu horizonte temporal de extração levou Solow (apud MUELLER, 2007, p. 351) a considerar que “o monopolista é aliado do conservacionista”.

No caso do **duopólio**, cada produtor toma como dada a taxa de extração de seu rival e se preocupa unicamente em encontrar sua própria taxa ótima. A condição de maximização neste contexto se guia também pela regra do r por cento: o benefício marginal deve ser o mesmo em cada período. A regra do r por cento define a trajetória eficiente para a empresa 1, assim:

$$r = \frac{[\text{RMg}^1(q_{t+1}^1 + q_{t+1}^2) - \text{CMg}^1(q_{t+1}^1)] - [\text{RMg}^1(q_t^1 + q_t^2) - \text{CMg}^1(q_t^1)]}{[\text{RMg}^1(q_t^1 + q_t^2) - \text{CMg}^1(q_t^1)]} \quad (9)$$

E, também, para a firma 2:

$$r = \frac{[\text{RMg}^2(q_{t+1}^1 + q_{t+1}^2) - \text{CMg}^2(q_{t+1}^2)] - [\text{RMg}^2(q_t^1 + q_t^2) - \text{CMg}^2(q_t^2)]}{[\text{RMg}^2(q_t^1 + q_t^2) - \text{CMg}^2(q_t^2)]} \quad (10)$$

Em que (para as Equações 9 e 10):

$\text{RMg}^*(q_{t+1}^1 + q_{t+1}^2)$: receita marginal da firma (1 ou 2) da produção da indústria.

$\text{CMg}^*(q_t^*)$: custo marginal de produção da firma (1 ou 2) no período t .

$\text{CMg}^*(q_{t+1}^*)$: custo marginal de produção da firma (1 ou 2) no período $t + 1$

Devido à similaridade do caso do duopólio ao caso de dois monopolistas que compartilham o mercado, o preço médio deverá ser menor que o do monopólio e a extração ocorrerá mais rapidamente.

2.3 Relação entre a taxa de extração ótima e o valor do recurso

Para a economia neoclássica, o valor de um bem depende da importância que este tenha para os indivíduos. Para Marshall (1892), a determinação do valor dependerá do período de tempo. Ou seja, no curto prazo será a procura, e no longo prazo serão os custos de produção que determinam o valor de um bem final; já no caso das matérias primas, o valor é derivado do produto final do qual fazem parte.

Logo, para a economia neoclássica o valor é o resultado da interação entre os agentes: os consumidores e os produtores da economia, que no equilíbrio geral definem o valor dos bens e das trocas correspondentes. As trocas podem ser diretamente de mercadorias ou pelo uso da moeda que mede o valor do recurso. Apesar do conceito de valor ser discutível entre as escolas da economia neoclássica, todas aceitam que a natureza faz parte do processo produtivo e, portanto, gera valor e preço para esse processo. O preço é a expressão quantitativa do valor que os bens têm, expresso em dinheiro (AGÜERO, 1996). Para os neoclássicos, em geral, o preço é o resultado da interação entre a oferta e a procura de um bem.

Os recursos naturais que são úteis e escassos têm seus preços determinados da mesma forma que os bens normais. Os preços são formados pela interação simultânea da oferta e da demanda dos bens, do que se infere que o preço de um bem deve ser igual ao seu custo marginal. Mas no caso dos recursos não renováveis, cumpre-se a condição mencionada no subcapítulo 2.2, no qual o preço é igual à soma do custo marginal e o custo de oportunidade ou *royalty* ou preço sombra.

O preço sombra de um recurso é o preço que reflete seu custo social, sem restrições. No caso dos RNR, pela sua condição de contar com um estoque finito e fixo, o uso desses recursos escassos representa um custo de oportunidade para a sociedade. Portanto, como o valor do recurso é representado quantitativamente pelo preço (que no caso dos RNR é líquido) e a taxa de crescimento do preço líquido depende da taxa de juros pela regra de Hotelling – que determina a taxa de extração ótima e, por conseguinte, determina também a trajetória de extração ótima – então, se infere que a relação da taxa de extração com o valor do recurso se dá mediante o preço do recurso.

Assim, o sistema de preços tem o papel de coordenador na extração do recurso. Pelos incentivos do lucro privado, as firmas são levadas a conservar o recurso de uma maneira que seja consistente com as necessidades da sociedade.

Como apresentado no subcapítulo anterior, do ponto de vista da sociedade, o padrão de extração ótimo de um recurso não renovável acontece quando seu preço aumenta a cada ano a uma taxa igual à taxa de juros. Se o preço é impedido de sofrer aumento, o recurso é exaurido muito rapidamente. Portanto, o aumento de preço cumpre três funções úteis:

- Primeiro, o aumento de preço incentiva a conservação. Quando o recurso se torna mais escasso e seu preço sobe, os usuários estarão motivados a ser mais cuidadosos no seu uso. Usos com baixos rendimentos podem ser abandonados e usos com altos

rendimentos podem ser perseguidos apenas quando o seu valor na margem é suficiente para compensar o preço elevado.

- Segundo, o aumento de preço incentiva a descoberta de novas fontes de abastecimento, pelo menos nos casos em que a oferta mundial não é totalmente fixada e já conhecida.
- Terceiro, o aumento de preço incentiva a inovação. Novos produtos que farão o mesmo trabalho podem ser desenvolvidos, assim como novos processos que utilizam recursos alternativos.

Existem, no entanto, três formas básicas de como o sistema de preços pode não funcionar com estímulo da produção a uma taxa de extração ótima:

- Primeiro, os donos privados podem não ter informação suficiente para determinar a taxa de extração ótima.
- Segundo, deficiências nos direitos de propriedade podem resultar em incentivos para as firmas extraírem o recurso muito rapidamente.
- Terceiro, os mercados podem não refletir corretamente os valores sociais.

Muitos dos RNR parecem não apresentar o aumento constante de preços previsto pela regra de Hotelling. Por exemplo, desde meados de 1980 o preço do petróleo não tem aumentado, o mesmo acontece com os preços do carvão e do ferro. Em muitos os casos, a razão deve-se à descoberta de novas fontes desses recursos, o que tem impedido que o total de reservas (estoques) conhecidas de muitos recursos seja esgotado. Em outros casos, a invenção de produtos substitutos tem reduzido a demanda de alguns desses recursos, o que também tem impedido o rápido aumento de preços como poderia ter acontecido.

Há outra possível razão: as políticas de preços aplicadas pelo governo. Uma política de preço-constante para qualquer RNR gera três problemas característicos. Primeiro, o recurso será exaurido muito mais rapidamente do que se o preço aumentasse ao longo do tempo. Segundo, se não é permitido que o preço aumente, não haverá sinais para induzir a conservação, inovação e exploração. Terceiro, quando a oferta (fonte) do recurso é finalmente exaurida, o ajuste de preço será realizado em um momento só. Se o preço for aumentado estacionariamente (constantemente) a cada ano sob condições de livre mercado, o ajuste será feito de forma gradual a cada ano. O preço controlado, no entanto, não dá sinal do estoque cada vez menor do recurso até que as fontes se esgotarem totalmente. O ajuste requerido será

então muito mais brusco do que seria se ele for realizado ao longo do tempo em resposta ao aumento constante de preços.

Quando os governos intervêm para manter o preço de um RNR abaixo do seu valor de livre mercado, os usuários atuais do recurso estão essencialmente obtendo um subsídio dos usuários futuros, que terão que fazer ajustes abruptamente enquanto terão que pagar preços muitos mais elevados pelo recurso. Por exemplo, a redução das fontes de água em grande parte do continente americano já há tempo teria provocado aumentos de preços próximos aos previstos pela teoria de Hotelling e, conseqüentemente, por ajustes graduais tais aumentos teriam permitido refletir a crescente escassez do recurso.

2.4 Valor do estoque (reserva)

A reserva de um recurso não renovável refere-se à quantidade, exata ou estimada, que o recurso tem disponível para a lavra e que pode ser produzida economicamente, em função de custos, demanda e preços atuais (cotização).

O recurso é um conceito mais abrangente que inclui as suas reservas, ou seja, aquela parte mensurada ou estimada, e outra parte que se sabe que existe mas não foi submetida à mensuração física, mas quando pesquisada exhibe parâmetros que mostram de modo razoável que seu aproveitamento econômico é factível na atualidade ou no futuro (GROSSI e VALENTE, 2003).

A diferenciação desses dois termos é importante, pois apenas a reserva recebe um valor econômico, embora não produza dividendos enquanto estiver no solo. Em outras palavras, o mineral ainda não extraído não tem um valor em si mesmo, pois seu valor é formado em diversas etapas do processo produtivo em que é convertido em um produto que seja possível vender no mercado; então, as reservas serão consideradas econômicas quando o valor que se espera obter pela sua venda superar os custos nos que se estima incorrer para extrair e processar o recurso.

Em equilíbrio, o valor da reserva de um recurso deve crescer a uma taxa igual à taxa de juros. Como o valor de um depósito é também o valor presente de suas vendas futuras, após a dedução dos custos de extração os proprietários do recurso devem esperar, pela regra de Hotelling, que o preço líquido do mineral cresça exponencialmente a uma taxa igual à taxa de juros (SOLOW, 1974 apud AMAZONAS s/d).

De forma geral, Perman et al. (2003) classificam as reservas dos recursos não renováveis em três tipos:

- *Reservas provadas*: São os estoques conhecidos, mas não extraídos e podem ser recuperados aos preços e custos atuais.
- *Reservas prováveis*: São os estoques que se sabe que existem, quase com certeza, porém não têm sido completamente explorados ou estudados. Essas reservas representam a melhor estimativa de valores adicionais que poderiam ser recuperados em níveis de preços e custos atuais.
- *Reservas possíveis*: São estoques em estrutura geológica perto de campos provados. Quando os preços sobem, o que antes eram estoques sem valor econômico tornam-se economicamente recuperáveis.

Mueller (2007) faz especificamente uma descrição das reservas minerais baseada na classificação da *United States Geological Survey* (Gráfico 8), que determina a disponibilidade do recurso natural em um “dado momento” do tempo:

Gráfico 8 – Classificação das reservas minerais

↑ Produção acumulada ↑ Grau crescente de factibilidade		RECURSOS IDENTIFICADOS		RECURSOS NÃO DESCOBERTOS		
		Demonstrados		Inferidos	Hipotético	Especulativo
		Medidos	Indicados			
	ECONÔMICA	Reservas		Reservas inferidas		
MARGINALMENTE ECONÔMICA	Reservas marginais		Reservas marginais inferidas	+		
SUBECONÔMICA	Recursos subeconômicos demonstradas		Recursos subecon. inferidos	+		
	← Grau crescente de segurança geológica					

Fonte: U.S. Bureau of Mines, U. S. Geological Survey (1980, p. 5).

- *Reservas correntes*: São as quantidades conhecidas do recurso mineral, cuja extração é economicamente viável. As reservas podem crescer, mesmo sem novas descobertas, se o preço aumenta e/ou os custos de extração diminuem. E as reservas podem diminuir se seu preço diminui sem que os custos de extração caiam. Assim,

o total de reservas correntes é determinado por fatores de ordem geológica e econômica. Estas reservas correspondem à área sombreada do Gráfico 8.

- *Reservas potenciais*: São recursos sobre os quais há indícios de existência, mas que não podem ser valorados. Mas, além do fator de ordem econômica, para que as reservas potenciais se transformem em efetivas, serão necessários fatores de ordem tecnológica e geológica. Essas reservas se encaixam na área não sombreada do Gráfico 8. Note-se que, de acordo com as definições expostas no início deste subcapítulo, o termo “potenciais” não qualifica estes recursos como reservas *per se*.

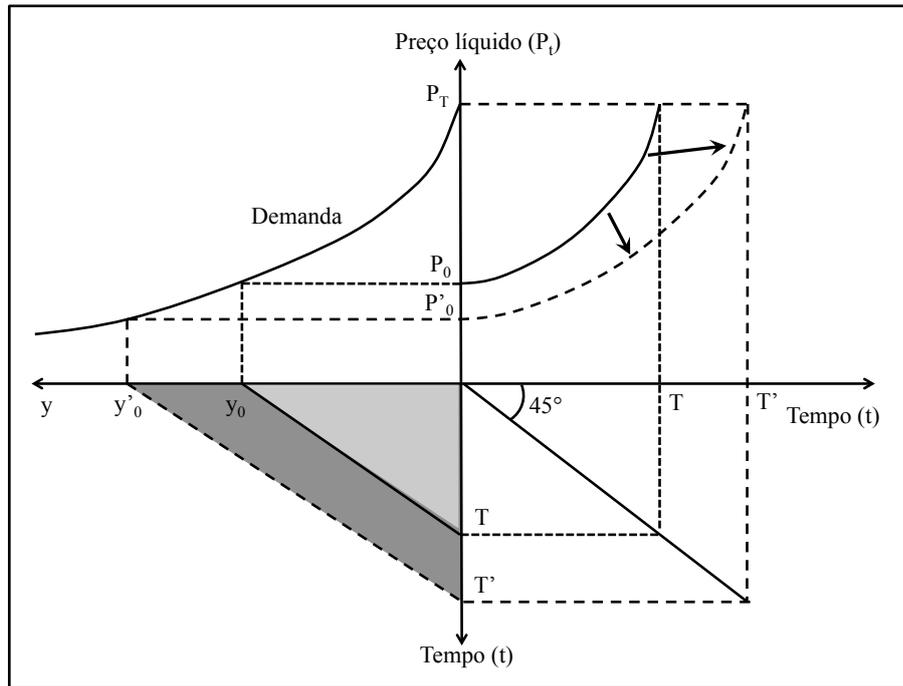
Como visto, sob ambos os tipos de classificação de reservas, essas passam a ser efetivas quando têm um valor, ou seja, quando existe um mercado para esses recursos onde existam consumidores interessados em adquiri-los; no caso extremo, enquanto o consumidor não deseje pagar por esses recursos, eles não terão valor nenhum e permanecerão no solo.

No caso dos recursos minerais, uma mineradora estaria disposta a investir em exploração de reservas se houvesse demanda desse recurso a um preço que iguale o custo de oportunidade.

O custo de oportunidade intertemporal ou renda da escassez corresponde às receitas líquidas e deve crescer a uma taxa igual à taxa de juros, logo “com o aumento progressivo da escassez de um recurso, ocorre o aumento de seu preço. Se com isso espera-se que o valor deste estoque vá crescer, há assim uma motivação para que este não seja extraído agora e sim em algum momento posterior” (AMAZONAS, s/d). A decisão de quando e quanto extrair da reserva é determinada pela taxa de extração ótima. Isto significa que os recursos guardados em estoque devem ser tão atrativos quanto os demais ativos e, por a reserva estar sujeita ao esgotamento de maneira que a oferta seja afetada ao longo do tempo, o preço sofre aumentos até o ponto em que será tão elevado que cessará a procura do recurso.

Quando ocorre um aumento no estoque dos RNR, a trajetória do preço líquido ou custo de oportunidade ou *royalty* é afetada, o que demonstra que o valor do estoque varia quando ele tem demanda. Dado o fato que a taxa de incremento do *royalty* não muda, alguma porção do estoque ficará sem uso quando o *choke price* for atingido, o que não é nem eficiente nem ótimo. Portanto, o *royalty* inicial deve ser menor ao original e o tempo de extração deve ser estendido. Apenas assim o estoque aumentado será exaurido completamente no final do horizonte de tempo como se observa no Gráfico 9 (PERMAN et al., 2003).

Gráfico 9 – Aumento no estoque do recurso não renovável e a mudança no seu valor



Fonte: Perman et al., 2003.

Por outro lado, têm-se os direitos de propriedade sobre os recursos naturais que possuem as características de serem exclusivos, transferíveis e executáveis. No entanto, não necessariamente por isso os mercados onde os recursos naturais são transacionados conduzirão à decisões erradas, como provocar do desejo de firmas pela extração e venda dos recursos o tão rapidamente possível com a finalidade de lhes dar valor. É por tal motivo que os direitos de propriedade devem ser atribuídos àquelas firmas dispostas a conservar o recurso e a maximizar seu valor.

Devido ao custo marginal de uso, a firma deve atuar de uma forma eficiente. Nesse sentido, um recurso que se encontra ainda no solo tem duas fontes potenciais de valor para seu dono: um valor de uso quando é vendido e um valor de ativo enquanto continua na terra.

Enquanto o preço do recurso sofrer incrementos no tempo, o recurso no solo se tornará mais valioso. Então, o dono da reserva pode ter ganho de capital apenas se conservar o recurso no solo. Ao contrário, uma firma que vende o estoque todo nos primeiros períodos perde a oportunidade de poder vendê-los no futuro e aproveitar preços mais altos. Portanto, um produtor maximizador de benefícios deverá equilibrar a produção presente e futura com a finalidade de maximizar o valor dos recursos.

Sempre que a taxa de desconto social e privado coincidir, que os direitos de propriedade estiverem bem definidos e que existir informação confiável sobre os preços

futuros, uma firma que egoistamente procure obter os benefícios máximos, simultaneamente fornecerá o máximo valor presente de benefícios líquidos para a sociedade.

2.5 Valor do recurso extraído (fluxo)

Antes de definir propriamente o que é o valor do fluxo de um recurso, é necessário esclarecer a diferença entre os conceitos de fluxo e estoque. Por exemplo, no caso de uma banheira que é abastecida de água por uma torneira e tem um ralo que permite a saída da água, o acúmulo de água na banheira é o estoque, a torneira controla o fluxo de entrada de água e o ralo controla o fluxo de saída.

Deste exemplo pode-se inferir que os estoques mudam (aumentam ou diminuem) por meio das alterações nos fluxos de entrada e saída, já que o fluxo é a taxa na qual o recurso flui para dentro e para fora do estoque. Logo, as variáveis de fluxo expressam-se em relação a um período de tempo (por exemplo, o PIB), ao contrário das variáveis de estoque que não levam em consideração o tempo (por exemplo, a dívida pública). As variáveis de fluxo recolhem as variações que experimenta uma variável de estoque.

Como um esquema geral que resume a relação entre ambas as variáveis no período t , tem-se a Equação 11:

$$\text{Estoque}_t = \text{Estoque}_{t-1} + \text{Fluxo de entrada}_t - \text{Fluxo de saída}_t \quad (11)$$

Aqui vale esclarecer que a “direção” do fluxo varia dependendo do fator ou processo ao qual afeta. Assim, o que é considerado como fluxo de saída do estoque, neste caso o recurso extraído, torna-se fluxo de entrada de insumo na produção.

Com respeito ao processo de produção, a demanda por recursos não renováveis se dá como fatores ou insumos desse processo, que se tornam os bens intermediários. Logo, por essa condição é que a função de demanda desses bens intermediários é obtida como uma derivada da função de demanda do bem final (no fluxo de saída da produção), em cujo processo de produção participam os RNR. Essa função é chamada de “demanda derivada”; tal definição foi tratada já por Cournot (1838) e Gessen (1854).

Seguindo a classificação de Menger (1871, apud AGÜERO, 1996), em que o valor dos bens superiores (bens intermediários) depende do valor dos bens inferiores (bens finais), o valor dos RNR, neste caso considerados bens superiores, é estimado com base no valor previsível da utilização que deles se faz, e não vice-versa. Nessa mesma linha, Marshall

(1890) considera que o “valor atribuído” ou o “valor derivado” explica a procura por matérias primas ou fatores de produção, neste caso por recursos naturais.

Logo, o valor do fluxo de um recurso não renovável refere-se ao valor que este tem uma vez inserido como insumo (fator) no processo de produção de um bem final. Assim, esse valor pode ser representado por uma curva de demanda derivada. Seguindo Agüero (1996), na construção desta curva assume-se que no processo de produção do bem final Q participam os recurso naturais T e outros fatores L e que existe equilíbrio competitivo neste mercado, em uma situação de *ceteris paribus*.

Então, tem-se que:

Função de produção: $Q = f(T,L)$

Preço de oferta do bem final: $P^S = R^S + W^S$

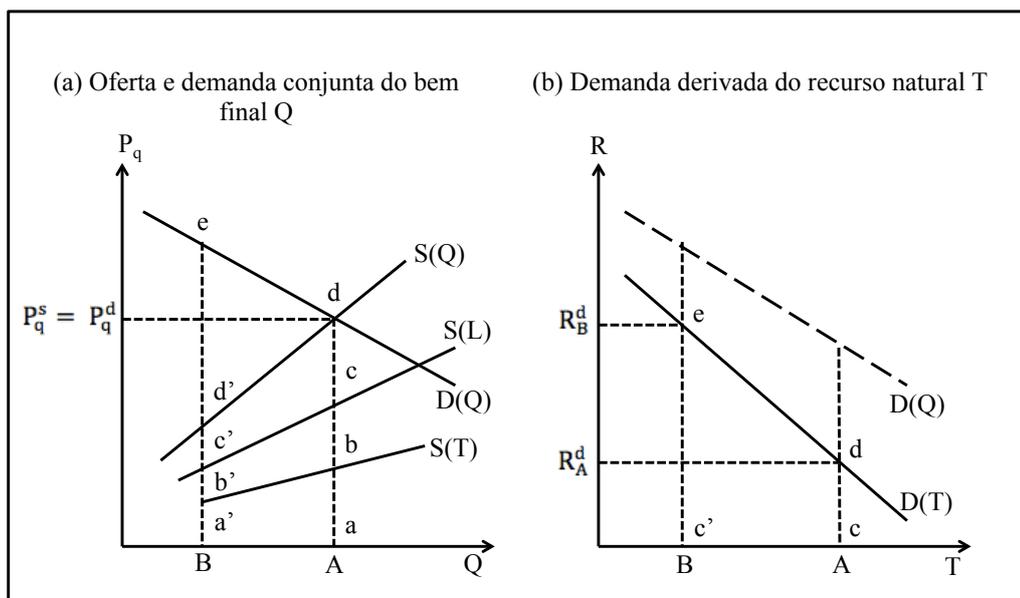
Preço de demanda do bem final: $P^D = R^D + W^D$

Em que:

R^S, R^D = renda ou remuneração de oferta / demanda do recurso natural

W^S, W^D = remuneração de oferta / demanda dos outros fatores

Gráfico 10 – Demanda derivada de um recurso não renovável



Fonte: Agüero, 1996.

Sabe-se que se $P = R + W$, então, $R = P - W$

No painel (a) do Gráfico 10 pode-se observar que no ponto A o máximo preço de demanda é o segmento \overline{ad} e a mínima remuneração de oferta de L é o segmento \overline{ac} . Logo, a remuneração de T é o segmento \overline{cd} . Analogamente se calcula a remuneração de T no ponto B , que é o segmento $\overline{c'e}$. Os dois segmentos achados no painel (a) levados ao painel (b) determinam a demanda derivada para T .

Paralelamente, a estrutura da oferta dos bens finais, em que participam os recursos naturais, tem uma grande influência na determinação dos preços e quantidades dos recursos naturais correspondentes; na definição desta estrutura considera-se a localização, a qualidade e os custos de extração e transformação destes recursos. Quanto maiores e crescentes forem tais custos, maior a inclinação da curva de oferta correspondente (curva de oferta inelástica ou de baixa elasticidade) e vice-versa.

A somatória de todos os R^D será a demanda agregada do recurso natural em análise, que conformada com a oferta existente dará o preço de equilíbrio deste recurso natural.

2.6 Microfundamentos da macroeconomia dos recursos não renováveis

Os microfundamentos das variáveis agregadas de uma economia permitem que essas variáveis possam ser derivadas da análise do comportamento otimizador dos agentes econômicos, sujeitos a suas respectivas restrições orçamentárias. Na análise do comportamento dos agentes econômicos se considera o suposto de racionalidade econômica, o que conduz o agente a maximizar seu bem-estar e, portanto, a otimizar a alocação dos recursos de que dispõe.

A macroeconomia dos recursos não renováveis se vale dos conceitos microeconômicos para considerar que tanto produtores como consumidores são maximizadores de sua utilidade de cara aos recursos escassos. A base teórica desses conceitos é o modelo de Hotelling que, como visto, consiste em aplicar a teoria neoclássica a problemas de alocação intertemporal ótima de um RNR, cuja disponibilidade é importante tanto para as gerações atuais como futuras.

A dimensão intertemporal da economia dos RNR é crucial devido a sua redução permanente e irreversível, o que significará que as gerações futuras não podem consumir o recurso à mesma taxa atual e no extremo não disporão do recurso, ou seja, a capacidade de gerar renda no futuro estará comprometida.

Por meio da geração de renda no tempo, mede-se o desempenho econômico de um país. O crescimento econômico se baseia na teoria macroeconômica que determina que uma taxa

alta de crescimento gerará maior demanda de trabalho para produzir mais bens e serviços que irão satisfazer as necessidades da população. Porém, esses argumentos não consideram todos os elementos relevantes no momento da tomada de decisões político-econômicas.

É aqui que os microfundamentos esclarecem tais elementos omitidos pela teoria macroeconômica, que considera o estoque do recurso natural como ilimitado e apenas contabiliza a produção e o consumo desses recursos. Pode-se dizer que pelos microfundamentos se “descobre” a verdadeira renda econômica gerada pela exploração dos recursos não renováveis.

Logo, os microfundamentos vêm a ser os instrumentos com os quais conta a teoria neoclássica para a valoração das mudanças ocorridas no capital natural. Para que o esgotamento dos recursos exauríveis possa ser avaliado pelos indicadores agregados, antes é preciso “inserir” no mercado o esgotamento desses recursos por meio da valoração. Como aponta Mueller (2007), para que os custos e benefícios ambientais possam ser mensurados uniformemente, devem estar em unidades monetárias, pois usa-se a moeda como instrumento de agregação.

A valoração está baseada em modelos matemáticos que levam em conta alguns elementos que permitem determinar a renda econômica de uma nação ou um setor de acordo aos critérios distintos aos usados comumente nas contas nacionais. A importância destes modelos reside em seu intento por desenvolver ou incorporar a dimensão intertemporal, como formalização e extensão do princípio de equidade intergeracional, ainda quando se sustente na análise privada.

A importância de mensurar a depreciação dos RNR está no uso que se faz deles. O desempenho econômico de alguns países depende fortemente da exportação de RNR, portanto, sua exploração ineficiente no tempo pode significar que a principal fonte de crescimento de tais países esteja menosprezada, com consequências sociais negativas. A omissão do esgotamento dos recursos gera o paradoxo de que uma economia apresente altas taxas de crescimento e ao mesmo tempo esteja se empobrecendo pela diminuição da sua riqueza.

Assim, os recursos naturais, em um ambiente de escassez real ou potencial, têm valor e este valor pode ser avaliado tanto pelo poder de compra ou de troca que possuem, quanto pela disposição a pagar por eles, ou pelos rendimentos futuros que eles oferecem; em um mercado em equilíbrio, todos estes resultados devem ser iguais ou quase equivalentes.

Portanto, a análise e desenvolvimento de modelos mais acabados e que forneçam resultados importantes a respeito da exploração eficiente dos recursos não deve ser

menosprezada, sobretudo considerando a transcendência que eles têm. Apesar da crítica a tais modelos, deve-se ter em conta que apenas são um marco de referência teórico e que as conclusões que se obtenham a partir deles serão importantes na medida em que revelem as condutas reais dos agentes.

3 MACROECONOMIA AMBIENTAL, CONTABILIDADE NACIONAL E RECURSOS NATURAIS

3.1 Aspectos gerais

A definição de macroeconomia pode ser sintetizada como o estudo do comportamento agregado de uma economia que trata sobre a observação das tendências globais.

Para isso, a macroeconomia precisa de medidas sintetizadoras da atividade econômica que constituem a informação básica que permite aos economistas se concentrarem nas mudanças dominantes na economia, para além das influências particulares que atuam sobre os setores específicos desta.

Tais medidas econômicas requerem um vasto conjunto de dados estatísticos que permitam descrever o comportamento econômico agregado. Desses dados, os mais importantes são as contas nacionais, que registram os níveis agregados do produto, da renda, da poupança, do consumo e do investimento na economia. Assim, um conhecimento preciso das contas nacionais constitui a coluna vertebral da análise macroeconômica moderna. Surge, portanto, a necessidade de um conhecimento mais profundo de seus fundamentos e metodologia.

A contabilidade nacional constitui um instrumento de mensuração que fornece a estrutura conceitual para o desenvolvimento de equações macroeconômicas, as quais descrevem todos os aspectos da economia. Os dados informados na contabilidade nacional pertencem aos agentes econômicos (firmas, famílias, setor público e setor exterior) e aos processos econômicos, que logo são compilados e processados por organismos especializados com o intuito de permitir comparações no tempo (para medir o crescimento) e espaço (entre países).

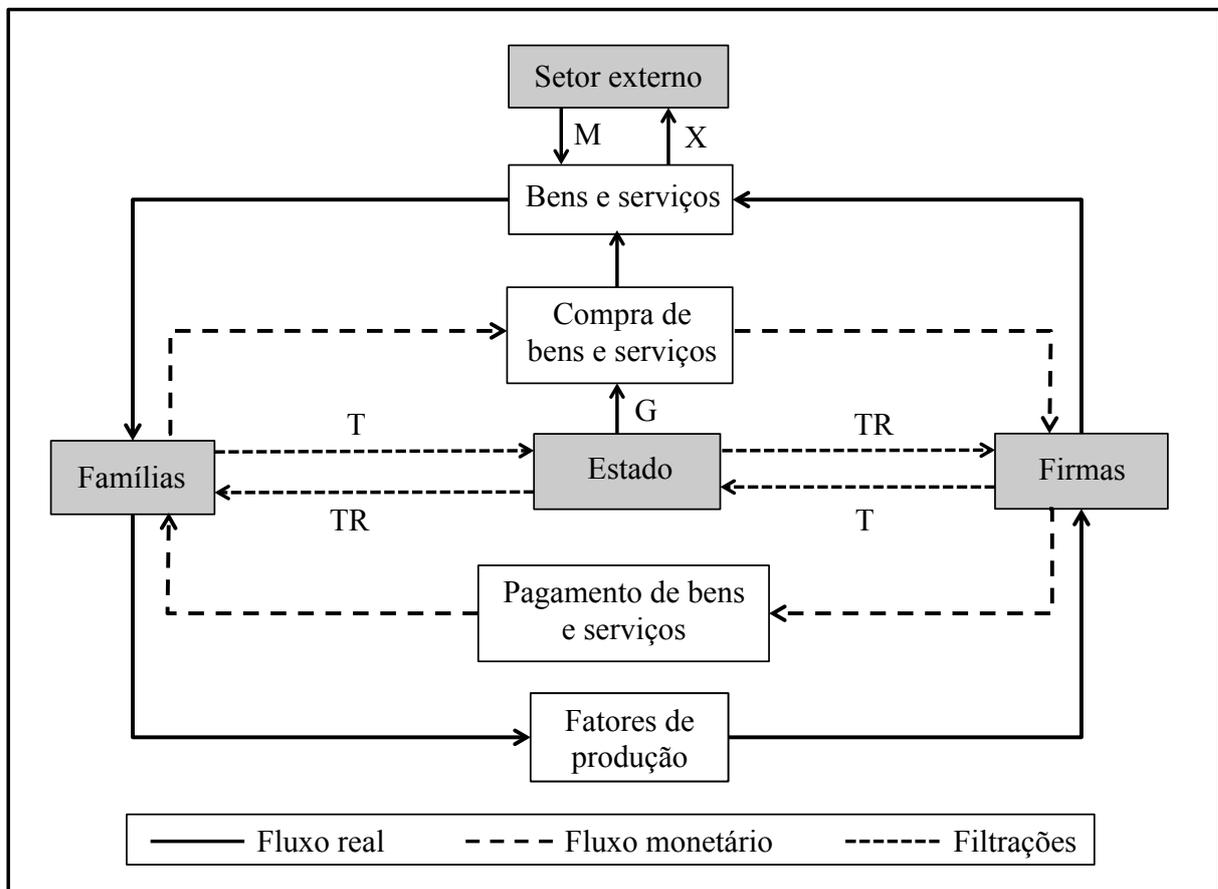
Os resultados gerados pela contabilidade nacional são, a nível agregado, produto, renda, poupança, consumo, gastos nacionais e investimento da economia. Essa informação influi diretamente sobre muitas decisões econômicas com um impacto direto sobre o nível de renda e gastos das famílias.

De forma ilustrativa, Sérurier (2003) aponta que a contabilidade nacional põe em movimento o fluido dentro de um circuito único e fechado nele mesmo. O fluido vem a ser a renda criada pela nação, e o circuito, a economia. O circuito pode ser analisado em dois níveis: o primeiro nível descreve os fluxos, que neste caso são as contas consolidadas da nação, e o segundo nível decompõe tais fluxos distinguindo os diferentes agentes econômicos.

Com respeito à renda, o autor coloca o seguinte axioma: “a única renda criada é aquela gerada pela atividade de produção”. Logo, é a produção o centro de toda a contabilidade nacional, ou seja, apenas se contabilizam as rendas que correspondem aos fatores de produção.

Sob os conceitos circuito, fluxo e renda pode-se dizer que as contas nacionais são uma aplicação, na prática, do fluxo circular da renda apresentado no Gráfico 11. Este modelo trata de uma economia aberta com setor público, em que se consideram alguns pressupostos simplificadores da realidade para ilustrar uma ideia mais geral dos elementos que fazem parte da contabilidade nacional.

Gráfico 11 – Fluxo circular da renda



Fonte: Azqueta, 2002; Harris e Codur, 2004.

Os agentes econômicos desse sistema econômico têm as seguintes funções e objetivos:

- As *famílias* são os titulares dos fatores produtivos que vendem às firms em troca de uma compensação monetária destinada ao consumo de bens e serviços finais (consumo presente) e à poupança (consumo futuro). Uma parte da renda recebida é destinada às obrigações fiscais (T).

- As *firmas* produzem, mas para isso gastam na contratação de fatores (valor agregado – VA) e distribuem o consumo abastecendo os mercados e recebendo como pagamento o valor dos bens e serviços produzidos dentro do país (produto interno bruto – PIB).
- O *Estado* realiza gastos (G) para comprar bens e serviços, o que é financiado por meio da arrecadação de impostos (T) diretos das famílias e das firmas. Também realiza transferências (TR), paga aposentadoria e fornece subsídios às famílias e às firmas. Existem períodos nos quais o setor é poupador de fundos (superavitário) e outros nos quais é devedor de fundos (deficitário).
- O *setor externo* que compreende as importações (M), as exportações (X) de bens e serviços finais.

Observa-se no Gráfico 11 que pelo tipo de transações que existem no fluxo circular se distinguem duas classes de fluxo. O primeiro, chamado *fluxo real*, corresponde às transferências entre os agentes de bens e serviços, e que no Gráfico está representado pelas setas contínuas. Já o segundo, chamado *fluxo monetário*, corresponde às transações de dinheiro, que no Gráfico está representado pelas setas descontínuas.

Cada setor tem uma conta na qual as entradas ou receitas serão um crédito (fontes), e as saídas ou gastos, um débito (usos). Pelo princípio da dupla entrada, o que representa uma receita para um setor deve significar um gasto para outro setor. Portanto, os usos devem se igualar às fontes de cada conta. As diferenças que se verificarem entre receitas e gastos serão a poupança de cada setor.

Como visto, a informação contida na contabilidade nacional faz dela o modelo descritivo mais vasto do qual se vale a macroeconomia moderna, pois dela surgem os indicadores mais importantes que se assentam em um suporte teórico fornecido pela teoria econômica. Uma vez que a contabilidade nacional permite comparar o crescimento entre países e porque nela se baseia a implementação de políticas econômicas, sua metodologia tem sido padronizada pelo Departamento de Estatística das Nações Unidas (UNSTATS, sigla em inglês) por meio do Sistema de Contas Nacionais (SCN).

O SCN determina a metodologia para a elaboração da contabilidade nacional e a estrutura ordenada das contas dos países. Apesar do rigor do marco central que é necessário para garantir a exata integração dos dados, o sistema é flexível na aplicação do marco nos diferentes países, pois deve atender às necessidades analíticas e disponibilidade de dados.

Portanto, qualquer que seja a estrutura econômica, o ordenamento institucional ou o nível de desenvolvimento do país, este pode adequá-lo a sua realidade (UNSTATS, 2008, p.42).

A análise da contabilidade nacional como instrumento de mensuração macroeconômico que se desenvolve dentro do fluxo circular da renda, permitiu que a macroeconomia ambiental apontasse um vazio nesse circuito, isto é, o próprio meio ambiente como fornecedor de insumos à produção e receptor dos rejeitos desse processo. Desde a criação do SCN em 1953, não se tinha dado importância ao papel fundamental do meio ambiente na economia. Só a partir do SCN 1993 é que se incorpora o conceito de contas satélites na contabilidade nacional, o que confirma a flexibilidade do sistema. Essas contas satélites permitem a contabilidade do meio ambiente sem afetar a comparabilidade do marco central utilizado para a formulação de políticas (UNSTATS, 2008, p. xlix).

3.2 Macroeconomia e contabilidade nacional: elos e rupturas

Visto que o objetivo da contabilidade nacional é gerar informação a nível agregado de um determinado país, ela precisa coletar os dados do fluxo circular da renda, a sua fonte de informação. Tal fluxo, a princípio, aparece como um circuito único e fechado nele mesmo que faz com que se abstraia de um circuito ainda maior que o contém, a biosfera (Gráfico 12).

Logo, o problema está na definição da dimensão deste fluxo que não é abrangente o suficiente e que limita o acesso das contas nacionais às informações sobre o vínculo da economia com o meio ambiente e os recursos naturais a fim de que seja possível gerar indicadores macroeconômicos que os abranjam.

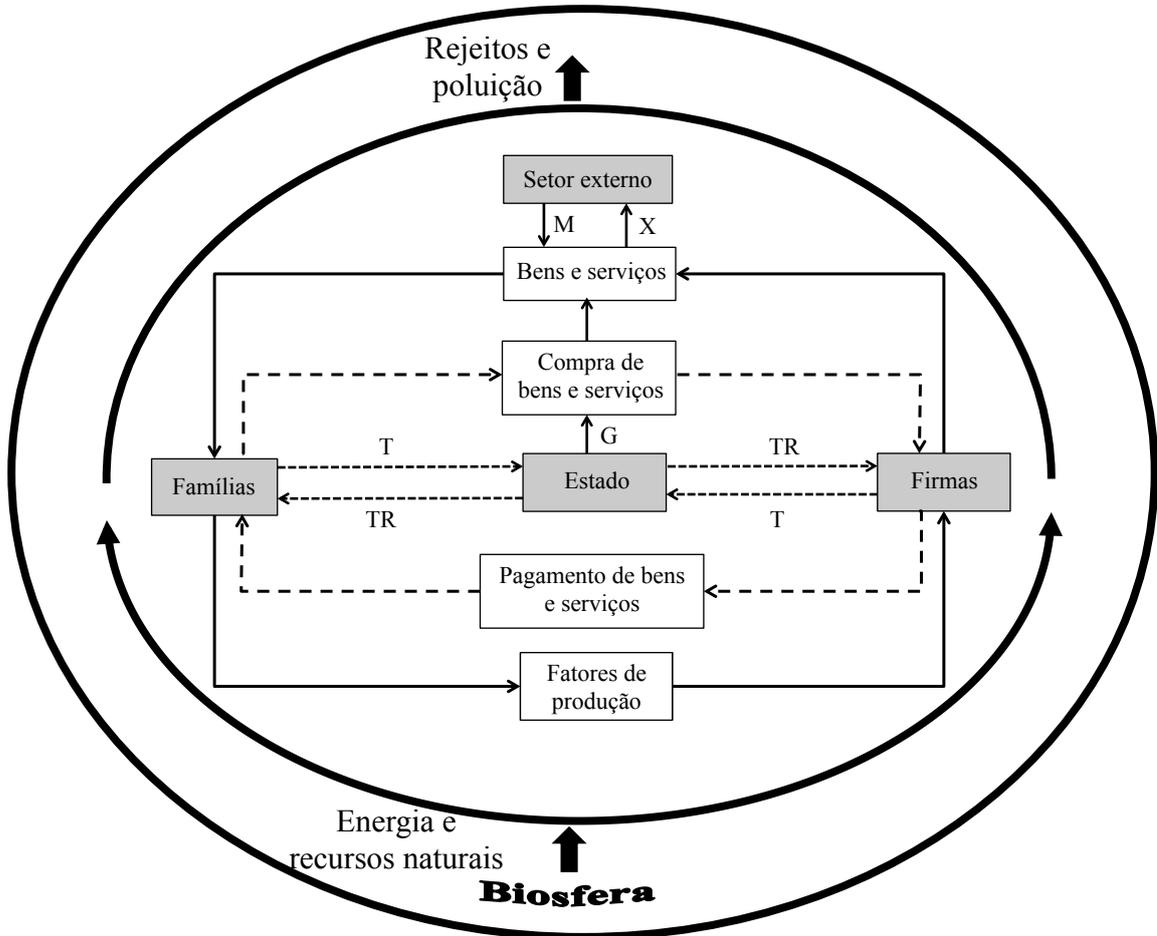
Tal restrição se traduz em uma ruptura entre a macroeconomia e a contabilidade nacional, pois cria uma contradição entre os objetivos delas, sendo que esta última é um instrumento da primeira. Assim, a macroeconomia faz um estudo geral de todos os agentes e circuitos que conformam a economia de um país, o que inclui a interação com o meio ambiente e os recursos naturais; contudo, desde a sua criação a contabilidade nacional não considerou a exaustão desses últimos, embora já existam esforços para incluir esta informação.

3.2.1 Valor agregado

Pela contradição existente entre a macroeconomia e a contabilidade nacional, surge uma prioridade para o Sistema de Contas Nacionais que é inserir as variáveis ambientais de

forma operativa no processo de tomada de decisões no âmbito agregado. Para isso, tais dados precisam ter um valor, uma vez que a contabilidade nacional registra fluxos econômicos e se sustenta na criação de valor em cada etapa da cadeia de produção de um bem ou serviço.

Gráfico 12 – Fluxo circular ligado à biosfera



Fonte: Azqueta, 2002; Harris e Codur, 2004.

A contabilidade nacional registra o momento em que se agrega valor ao bem durante a sua produção. A produção de um bem consta de etapas ou ações que modificam o recurso natural, e cada ação agrega valor porque muda o existente na natureza ou na etapa prévia de acordo com as necessidades das pessoas que estão dispostas a pagar por tal mudança. Portanto, se agrega valor por meio de ações humanas. E isto é a contrapartida do simples fato de que apenas a existência do recurso natural não é fonte direta de valor algum.

Assim como a teoria econômica, a contabilidade nacional é antropocêntrica. E não poderia ser de outra forma, pois é utilizada para medir os resultados da atividade econômica realizada pelos seres humanos.

Na contabilidade de empresas, tem-se uma conta de fluxos (estados de perdas e ganhos) e uma conta de ativos (balanço geral). Ao passar para o âmbito da contabilidade nacional, o equivalente da conta de fluxos é precisamente o resultado dos principais agregados do SCN, enquanto o equivalente da conta de ativos é a conta patrimonial que registra os ativos de capital físico e ativos e passivos financeiros envolvidos na produção e seu respectivo desgaste no processo.

Voltando ao fluxo circular, note-se que no fluxo real os insumos intermediários não aparecem lá, pois as firmas os produzem e os consomem, portanto eles não “fluem”, mas permanecem dentro do bloco das firmas. Logo, o fluxo real é o valor agregado gerado pelo sistema econômico no período, valor que serve para remunerar as famílias proprietárias dos fatores de produção (AZQUETA, 2002).

3.2.2 Metodologia da contabilidade nacional

É importante descrever brevemente a metodologia determinada pelo Sistema de Contas Nacionais para a construção das contas nacionais com o objetivo de saber o que é necessário para que o efeito da exaustão dos recursos naturais seja nela incorporado.

A contabilidade do valor agregado registra fluxos, ou seja, magnitudes por unidade de tempo. O capital (variável de estoque) – ou ativo – que gera tais fluxos não é parte da contabilidade, apenas sua depreciação, ou seja, apenas enquanto perder capacidade para produzir fluxos de renda no futuro. Assim, as contas nacionais contêm dois conjuntos de contas: contas correntes (produção) e contas de ativos (saldos de capital). As contas correntes apresentam informação de transações monetárias relacionadas ao abastecimento e uso de bens e serviços, assim como a alocação da renda das atividades produtivas. O Produto Interno Bruto (PIB) é a principal medida global da atividade econômica dentro dessas contas. As contas de ativos apresentam informação monetária sobre estoques de ativos produtivos e sobre as mudanças dos valores desses ativos. As contas correntes e as contas de ativos contêm dois conceitos comuns: formação bruta de capital (investimento bruto) e consumo de capital produzido (depreciação).

Os cálculos se realizam a partir de três abordagens para facilitar as respectivas verificações de consistência: a) pelo método do gasto (consumo privado, investimento, consumo do governo, exportações menos importações); b) pelo método da renda (retribuições aos fatores de produção como trabalho, capital, rendas de independentes); e c) pelo método do produto (como a soma dos valores agregados).

Estas três abordagens dão lugar a três diferentes modos de descrever os valores agregados no país, descrições que, embora diferentes, são congruentes entre si, pois se referem basicamente ao mesmo objeto de estudo.

Assim, uma típica conta nacional começa com o registro de todos os bens e serviços produzidos em um país em um ano determinado. Essa soma constitui o PIB, do qual se subtraem os pagamentos líquidos por fatores do exterior, que compreendem todos os pagamentos realizados a estrangeiros e todos os pagamentos recebidos de estrangeiros, para resultar no Produto Nacional Bruto (PNB). O Produto Nacional Líquido (PNL) resulta de deduzir do PNB a depreciação do capital produzido. Analogamente, o Produto Interno Líquido (PIL) é resultado da dedução da depreciação do PIB.

3.3 Contabilidade nacional: riqueza como fluxo

A riqueza de um país está determinada pelo valor do seu capital em todas suas formas, isto é, pelo capital produzido, capital humano e capital natural. Os dois primeiros são mantidos ao longo do tempo, mas o mesmo não acontece com o capital natural. E, além disso, tanto o capital humano como o capital natural apresentam dificuldades na determinação do seu valor econômico.

Sobre o capital natural, que é formado pelos recursos naturais, a contabilidade nacional apenas o contabiliza quando agrega valor na produção e ao ser trocado no mercado. Isto é, ele é contabilizado quando extraído para ser usado como fator de produção, mas a variação negativa do seu estoque não é registrada.

Os recursos naturais são objetos de dois temas de análise. O primeiro é o relacionado com o valor que se contabiliza. Enquanto os recursos naturais forem explorados, ou seja, extraídos e colocados à disposição dos consumidores, adquirirão um valor que se agregará ao PIB ou ao PNB. Esse valor não é o valor intrínseco do recurso, senão os pagamentos pelas ações que se realizam com o fim de que seja útil para os seres humanos. O segundo tema tem a ver com a exaustão do recurso, que não gera uma conta por depreciação no atual SCN. Um ativo natural pode se esgotar e ser eliminado como fonte de renda, mas esse fato não será registrado no sistema.

Por outro lado, somente será agregado na contabilidade nacional aquilo que é sujeito de uma transação. E só pode ser sujeito de transação aquele bem para o qual existe um mercado. Do contrário, esses bens são caracterizados como não exclusivos e não rivais no

consumo¹⁰. Apresenta-se assim uma contradição: a própria metodologia de contabilidade nacional impede considerar os bens ambientais como provedores (fontes ou reservas) de serviços. As contas nacionais apenas consideram como agregadores de valor as transações realizadas em ações defensivas contra a perda de qualidade do meio ambiente.

Assim como se considera o capital produzido, composto de maquinaria, imóveis, etc., e o capital humano, é importante levar em conta o capital natural. Desta perspectiva, os bens da natureza, sejam recursos naturais ou o meio ambiente, são parte do acervo de capital da sociedade, da riqueza do país, e o consumo sem reposição significa um empobrecimento. A metodologia atual de cálculo do PNB considera como renda tanto a exploração de recursos naturais como os gastos defensivos realizados para a recuperação da qualidade do meio ambiente.

Na percepção de valor agregado, é perfeitamente razoável contabilizar como renda a remuneração da mão de obra e o desgaste dos implementos (capital produzido) necessários para a extração. Na percepção dos recursos não renováveis como recursos fornecidos gratuitamente pela natureza, também é bastante razoável não atribuir um custo à exaustão do recurso como resultado da extração. Porém, se considerarmos esses recursos como bens de capital (natural), o tratamento anterior é insuficiente. Os RNR não são de uso infinito, pois ao extrai-los, o estoque disponível para uso futuro é reduzido. O uso corrente gera um custo para o uso futuro. A força de contrapeso está constituída, por um lado, pelas novas descobertas e, pelo outro lado, pela mudança tecnológica que poupe sua utilização nos processos produtivos. “O saldo disponível do recurso, ano a ano (ou seja, como fluxo), pode ser positivo ou negativo, dependendo da magnitude das forças em conflito: extração *versus* descobertas e mudança tecnológica” (BARRANTES, 2001).

A consideração adicional está na depreciação, que se entende como o valor capitalizado do fluxo de rendas futuras devido à deterioração ou obsolescência de um ativo. A depreciação é um conceito perfeitamente entendido no âmbito dos bens de capital produzido. No âmbito dos recursos naturais ou bens de capital natural, a perda de receitas pela deterioração – equivalente à depreciação – resulta da escassez futura gerada pela extração presente.

¹⁰ Exclusividade e rivalidade no consumo são as características que permitem distinguir, do ponto de vista econômico, os bens privados dos bens públicos. Os mercados surgem quando os bens são privados, ou seja, quando o consumo é exclusivo e rival.

3.4 Contabilidade nacional e recursos não renováveis: o que mostra?

O Sistema de Contas Nacionais, sistema padrão para realização da contabilidade nacional, foi elaborado pela Organização das Nações Unidas (ONU) e é utilizado desde 1958¹¹. Ele fornece um arcabouço muito amplo para o registro de todas as atividades econômicas de um país.

O ponto de início conceitual do SCN está no fluxo circular da renda, do qual se obtém os principais indicadores macroeconômicos de um país: PNB, PIL e PIB. Logo, a contabilidade nacional apresenta as interações entre todos os setores da economia e os fluxos que os conectam (AZQUETA, 2002).

Com o fim de cobrir em sua totalidade a informação econômica relevante para a formulação da política econômica, o sistema inclui cinco grandes grupos de contas: produto e renda nacional, rendas e gastos pessoais, rendas e gastos de governo, transações com o exterior e poupança e investimento brutos.

As contas de produto e renda nacional são um consolidado dos outros grupos, e são obtidas a partir da *matriz* ou *tabela insumo-produto* que inclui todas as transações econômicas entre todas as empresas (agrupadas no setor econômico correspondente), o governo e o setor externo. Ou seja, a matriz (tabela de duas vias) reflete a origem e destino das transações econômicas intersetoriais, dependendo dos níveis de produção nacional de cada setor, além das importações de bens.

Nas colunas de insumos de cada setor produtivo da economia, do governo e do setor externo, se encontram o valor monetário do produto que cada setor demanda de outros setores, o valor da mão de obra utilizada, os impostos indiretos e os subsídios do governo, o montante da depreciação, assim como os benefícios líquidos do setor. Nas colunas de produto se mostra o valor do produto final do setor, o qual se subdivide segundo os setores econômicos aos que é destinado, e também segundo o montante designado ao investimento.

A consolidação da informação de todos os grupos de contas em uma tabela insumo-produto permite a mensuração do PIB por meio das três abordagens mencionadas anteriormente no subcapítulo 3.2.2. A informação apresentada nas colunas de insumos e de produtos é muito útil para tal propósito.

Em termos gerais, a contabilidade nacional fornece informação para tratar três grandes problemas (AZQUETA, 2002):

¹¹ Em 2008, a ONU publicou a 4ª Versão do Manual de Contas Nacionais, mas no Peru essa versão está em processo de implementação. A 3ª Versão, de 1993, é a que está em vigor no SCN peruano.

- A determinação do nível da atividade econômica. Se a produção cresce, mantém-se constante ou desacelera.
- O nível de consumo sustentável, que por meio da partida *depreciação* (do capital produzido), determina a substituição de capital com o fim de manter a mesma capacidade de produção como no princípio. E ao subtrair a depreciação do PNB gera-se o PNL.
- O nível de bem-estar da sociedade. A tendência é estabelecer uma associação positiva entre o PIB e o bem-estar, ou seja, quanto maior o PIB de um país, maior o bem-estar de sua população.

A contabilidade convencional mantém um inventário dos bens de capital, que se resume nas tabelas de insumo–produto nos itens de depreciação do capital físico. A depreciação reflete o fato de que os bens de capital que geram um fluxo de renda vão perdendo sua capacidade de gerar rendas, portanto o fluxo gerado por esses bens não é preciso a respeito do valor que criam.

Qualquer recurso natural ou ativo que provenha do meio ambiente é na realidade um bem de capital para as atividades econômicas do homem, no sentido de que é um estoque que lhe provê um fluxo de benefícios ao longo de um horizonte de tempo determinado pela taxa de utilização.

O SCN define como *ativos do subsolo* todas as reservas provadas de depósitos minerais localizados em ou sob a superfície e que são economicamente exploráveis dados os preços relativos e a tecnologia vigente (UNSTATS, 1993). O valor dessas reservas é determinado estimando-se o valor presente dos rendimentos líquidos esperados como resultado de sua exploração comercial, apesar de que essas valorações estão sujeitas a incerteza e devem ser revisadas periodicamente.

Para contar com um registro detalhado dos estoques deste tipo de ativos no país, mantêm-se folhas de balanço para cada tipo. Por exemplo, se elabora um balanço ao ano por cada metal que é extraído. O valor das reservas no subsolo é registrado nas folhas de balanço de abertura e encerramento, as quais incluem as mudanças no total de ativos devido à produção e às transações. Além disso, o desenvolvimento de ativos do subsolo pelas atividades de exploração é tratado em tais folhas como formação de capital. E as transações de ativos do subsolo são registradas nas contas de capital. Apenas são registradas as transações que consideram a transferência de ativos entre unidades institucionais.

3.5 Contabilidade nacional e os recursos não renováveis: o que não mostra?

Da construção da contabilidade nacional convencional se infere que esta apenas considera a depreciação do capital produzido, aquele criado pelo homem, mas não a depreciação do capital natural, mesmo que ele constitua uma forma de capital produtivo e forneça um fluxo de serviços. Diferentemente das diminuições no capital produzido – que são registradas ou como reduções nos estoques ou como depreciação dos ativos fixos, a depreciação dos recursos não renováveis é incluída na categoria “outras mudanças em ativos”, que não têm efeito nenhum sobre o custo ou sobre o cálculo final do PIB.

Como todo bem de capital, a depreciação reduz sua capacidade de gerar benefícios no futuro. Portanto, para manter um inventário preciso do valor do estoque deste tipo de bens de capital, não apenas é necessário registrar os investimentos realizados para aumentar o estoque físico, senão também manter um registro de sua depreciação, seja resultado do uso do mesmo ou dos ganhos ou perdas de capital.

A razão pela qual o sistema convencional não registra a depreciação do capital natural se deve a não atribuição, em geral, de valores monetários observáveis no mercado aos recursos naturais. Geralmente, apenas se conta com inventários físicos iniciais e finais, as adições e depreciações desses ativos naturais. Pior ainda, para o caso de recursos naturais que provêm serviços não quantificáveis tão facilmente – como o ar, que recebe as emissões gasosas resultantes de processos produtivos – não se conta com informação detalhada sobre a situação de tais recursos e, conseqüentemente, não se conhece sua capacidade de seguir absorvendo os rejeitos da produção, ou seja, sua capacidade de gerar benefícios no futuro.

O maior problema de não considerar a depreciação do capital natural é que a informação produzida pela contabilidade nacional é viesada. Assim, as taxas de crescimento da produção refletidas nas contas são imprecisas, e não podem ser mantidas indefinidamente, pois o capital natural irá se esgotar. Portanto, muitos dos indicadores macroeconômicos devem ser modificados para que possam refletir a perda de capital natural (AZQUETA, 2002).

Outra informação que não é registrada na contabilidade nacional é a poluição. A não consideração deste dado produz resultados macroeconômicos que distorcem a situação real. Assim, a geração de rejeitos produz impactos sob a qualidade e quantidade do capital natural que sofrem diminuição de suas possibilidades de produção, e o bem-estar da sociedade é afetado negativamente. Mas, como tal informação não é considerada nas contas nacionais, os

indicadores econômicos superestimados levam a tomar decisões político-econômicas discordantes da realidade.

Assim, a informação trazida pela contabilidade nacional deixa de ser confiável, pois não informa sobre o bem-estar real da sociedade nem indica se o mesmo nível de consumo poderá ser mantido no futuro.

3.6 “Ambientalizar” as contas nacionais

Devido às limitações identificadas nas contas nacionais, existem medidas para desenvolver um arcabouço de contabilidade da renda nacional que tenha como objetivo principal a incorporação da informação da depreciação dos recursos naturais ao atual sistema, de modo que se aproxime mais de uma medida de renda líquida e, conseqüentemente, a qualidade de informação fornecida à tomada de decisões políticas seja ótima. Mas, antes da aplicação de tais medidas é necessário contar com uma informação organizada da situação ambiental que também seja de fácil interpretação para o tomador de decisões.

Para organizar a base de dados do meio ambiente, desenvolveram-se sistemas de indicadores ambientais. Como todo indicador, eles devem quantificar e simplificar a situação do meio ambiente, para entender as mudanças que ocorrem nele. Mas, este requerimento de informação enfrenta duas limitações: a informação amplamente detalhada escapa da compreensão de quem não é especialista no tema e o alto custo econômico para conseguir essa informação. Apesar dessas duas limitações, os indicadores ambientais devem fornecer a maior informação possível.

Inicialmente, muitas aproximações para descrever o meio ambiente estavam limitadas à informação que descrevia a qualidade do meio ambiente e a qualidade da mudança, em termos de descarga poluente ou algum outro indicador bioquímico ou biofísico. Porém, esta abordagem não necessariamente apoiava o tomador de decisões para melhorar o manejo da atividade ambientalmente prejudicial. Então, foi criado o modelo inicial de estresse-resposta, baseado na relação “causa e efeito” para estatísticas do meio ambiente, que foi a base física para as contagens abrangentes de recursos/meio ambiente, que poderiam estar vinculados ao SCN. A contagem de recursos buscava traçar o fluxo dos recursos naturais por meio de seu ciclo de vida da coleta/extração até a eliminação e os impactos ambientais.

O **modelo pressão-estado-resposta** (PER) da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), é uma simplificação e adaptação do modelo inicial “estresse-resposta”. Ele classifica os indicadores ambientais em indicadores de pressão,

estado e resposta. Esse modelo não tenta especificar a natureza ou forma das interações entre as atividades humanas e o estado do meio ambiente. Ele unicamente estabelece que as atividades humanas exercem pressões (tais como emissões poluentes ou mudanças no uso da terra) sobre o meio ambiente, as quais podem induzir mudanças no estado do meio ambiente (por exemplo, variações nos níveis de poluição do ambiente). A sociedade então responde às alterações nas pressões ou estado com políticas econômicas e ambientais e programas oportunos para prevenir, reduzir ou mitigar pressões e/ou danos ambientais (AZQUETA, 2002).

Atualmente o modelo PER é amplamente utilizado, mas está continuamente em evolução. Um dos maiores problemas tem sido tentar diferenciar entre indicadores de pressão e estado e a necessidade de expandir o modelo para tratar mais especificamente das necessidades de descrição do desenvolvimento sustentável.

A **pegada ecológica** é um indicador de impacto ambiental que mede a demanda pelos recursos naturais necessários, independentemente de sua procedência, contrastando-a com a capacidade regenerativa do planeta. O indicador baseia-se no conceito de capacidade de suporte ou capacidade de carga do ambiente, que se refere ao tamanho máximo de uma população que pode ser suportada indefinidamente por um habitat. Tal tamanho, que é expresso em hectares, pode variar de acordo com o desenvolvimento de novas tecnologias ou pela substituição de determinados bens naturais (MADURO-ABREU et al., 2009).

Uma vez que não é possível estimar a demanda de todos os bens e serviços da população de determinado habitat, o cálculo da pegada ecológica se restringe apenas às categorias mais importantes e a alguns itens individuais como alimentação, habitação, transporte, bens de consumo e serviço. Os dados utilizados são provenientes de estatísticas oficiais, organizações não governamentais, agências das Nações Unidas e Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas e de outras fontes.

Na literatura sobre a pegada ecológica (MADURO-ABREU et al., 2009), o consenso sobre a principal contribuição que o indicador fornece aponta para a visibilidade que o indicador oferece ao balanço de massa, ou seja, os desequilíbrios nas trocas ecológicas.

Por outro lado, essa ferramenta também apresenta como principal limitação o fato de não considerar as dimensões sociais e econômicas da sustentabilidade, pois apenas pode ser tomada como uma medida biofísica. Portanto, a pegada ecológica só se encaixa na dimensão ambiental e só pode responder a questão crucial quanto de biomassa é usada nas atividades humanas e quanto de biomassa está disponível em uma base sustentável em determinada área populacional, mas não apresenta as causas da diferença entre uma área e outra, as quais

podem ser de ordem social e/ou econômico. Logo, dentre as críticas, o indicador é considerado como incompleto para responder a questões de sustentabilidade.

Ambos os sistemas de indicadores, modelo PER e pegada ecológica, estão em contínuo aperfeiçoamento e, embora não sejam ferramentas ótimas, fornecem informação a ser considerada no SCN. Mas, tal informação deve ser analisada e utilizada tendo em conta as limitações que apresentam.

Com a informação organizada, procede-se a aplicação das mudanças necessárias para que a contabilidade nacional considere os recursos naturais em sua construção. Azqueta (2002) identifica três formas de mudanças: a eliminação dos gastos defensivos, as contas dos recursos naturais e a poupança genuína.

3.6.1 Gastos defensivos

Os gastos defensivos representam as aquisições de bens e serviços feitas pelas famílias e firmas para enfrentarem os efeitos da degradação ambiental gerada pelo próprio processo econômico. Esses bens são de três tipos:

- Os adquiridos pelas firmas para *neutralizar* ou reduzir seus impactos sobre o meio ambiente.
- Os adquiridos pelos afetados para *prevenir* o impacto sobre seu bem-estar.
- Os adquiridos pelos afetados para *remediar* os efeitos do impacto da degradação ambiental.

Parte da produção desses bens corresponde ao consumo intermediário e a outra parte é utilizada como bem final. Quando usados como bens intermediários, eles não aportam ao valor agregado da contabilidade nacional. Apenas quando usados como bens finais é que são registrados no PIB, mas tal uso não contribui para o aumento do bem-estar e se considera conveniente eliminá-los do cômputo do valor agregado. Existe a crítica de que tais bens deveriam ser eliminados duplamente, pois quando usados como bens intermediários possuem um custo de oportunidade: poderiam ser utilizados para aumentar o bem-estar, e não para neutralizar, prevenir ou remediar os impactos da degradação ambiental.

Assim, a subtração do cômputo dos gastos defensivos da contabilidade nacional geraria um PIB mais preciso a respeito ao bem-estar. Mas, esta proposta não analisa o problema da depreciação do capital natural.

3.6.2 Contas dos recursos naturais

O objetivo das contas dos recursos naturais é fornecer informação quantitativa e qualitativa sobre o estado do recurso, estoque inicial, fluxos de entrada e usos a fim de realizar estimativas desse estoque. Essa informação tem o formato paralelo ao utilizado na contabilidade nacional convencional. No caso dos RNR, as contas deverão registrar as deduções que são os usos que se fazem do recurso e os aumentos, que são as novas descobertas. Logo, a depreciação do capital natural seria registrado nessas contas.

3.6.3 Poupança genuína

Este indicador, considerado uma variável de fluxo, é a verdadeira taxa de poupança de um país, após subtrair o esgotamento dos recursos naturais e a degradação do meio ambiente. Ela é o resultado de descontar da formação bruta de capital a depreciação do capital natural. A poupança genuína está dada por dois componentes:

- *A exaustão dos recursos naturais.* Para o caso dos recursos não renováveis, tal exaustão é mensurada a partir dos benefícios líquidos de sua exploração: valor da produção a preços internacionais menos os custos de extração, depreciação do capital produzido utilizado e uma taxa de rendimento padrão do investimento.
- *A perda de qualidade do capital natural.* Esta perda é causada pela poluição e o foco da proposta vai para a parte que ainda não é registrada na contabilidade nacional, que vem a ser a mudança climática e a perda de diversidade biológica. Esta proposta do Banco Mundial apenas leva em consideração a degradação ambiental gerada pelas emissões de CO₂, a qual recebe o valor de 20 dólares por tonelada métrica, segundo o estudo de Fankhauser (1995, apud AZQUETA, 2002).

A interpretação dos resultados da poupança genuína não é muito clara quando tais resultados são positivos, pois para isso se considera a substitubilidade do capital natural pelo capital produzido, que nem sempre se aplica. Mas com certeza se sabe que se a poupança genuína for negativa, então significa que o crescimento atingido por um país e seu consumo não são sustentáveis.

Depois de calculada a poupança genuína, a riqueza (variável de fundo ou estoque) de cada país é redefinida, apesar das dificuldades existentes na valoração de duas das três formas de capital, o capital natural e o capital humano. Mesmo assim, a riqueza redefinida não

informa se os países com uma alta dotação de capital natural a têm aproveitado sempre de forma sustentável.

3.6.4 Sistema de Contabilidade Ambiental e Econômica Integrada

A Comissão de Estatística das Nações Unidas (UNSC, sigla em inglês) tem revisado e adotado como primeira norma internacional o Sistema de Contabilidade Ambiental e Econômica Integrada (SCAEI), que é um sistema adicional de contas elaborado com a finalidade de capturar os aspectos do meio ambiente e recursos naturais na contabilidade da renda nacional. O SCAEI tem sido concebido com um formato semelhante ao do SCN convencional. A alta compatibilidade entre os dois sistemas facilita a incorporação do SCAEI à análise econômica estabelecida, como também à estimativa de um indicador do “PIB verde” chamado de Produto Interno Líquido Ambientalmente Ajustado (EDP, sigla em inglês).

O SCAEI tem por objetivo incluir a depredação dos recursos e as mudanças na qualidade do meio ambiente na mensuração da renda nacional. Com a finalidade de identificar os recursos econômicos que são utilizados na proteção e restauração do meio ambiente, este sistema desagrega as atividades de produção e de consumo, dando um trato especial aos estoques e fluxos relacionados com aspectos ambientais. O SCAEI estabelece um vínculo entre um sistema de contabilidade para os recursos físicos, o qual reflete os fluxos e estoques de recursos, e as folhas de balanço do país expressas em termos monetários. Para expressar da melhor forma a relação entre a qualidade ambiental e a economia, o SCAEI inclui os custos ambientais e os benefícios do processo produtivo, as atividades de consumo e os esforços para a proteção ambiental (UNSC, 2012).

As relações do sistema com cada um dos setores econômicos do sistema convencional são reforçadas pelo SCAEI. Com respeito às contas do setor industrial, as contas propostas para o SCAEI contêm três partidas adicionais. Pode-se encontrar, nas respectivas colunas, três novos insumos que correspondem aos serviços que o meio ambiente fornece ao setor industrial: terra, água e ar. Estes são registrados como insumos negativos, já que ao carecer de preço estariam subsidiando a atividade industrial. Nas colunas de produto é necessário incluir os efeitos sobre o meio ambiente, os quais também são negativos, já que são percebidos como danos.

Para o setor governo, o tratamento do novo sistema é muito semelhante ao que recebe o setor industrial; ou seja, consiste em incorporar nas colunas de insumos, com um valor

negativo, o uso de serviços de meio ambiente e depreciação de recursos e incorporar os danos ao meio ambiente pelo lado do produto como um valor agregado.

O sistema de contas satélite dá muita importância às relações entre as famílias e o meio ambiente. Tradicionalmente, as contas de renda para as famílias se desenvolvem com o fim de achar a renda disponível *per capita*. Estas contas incluem a remuneração do trabalho e dos proprietários dos fatores. No SCAEI, a conta das famílias incorpora os serviços que obtêm do meio ambiente e o dano que causam aos três recursos naturais (terra, água e ar). Novamente, estas são registradas com um valor negativo nas colunas de insumos e produto, respectivamente. Para o caso de países em desenvolvimento, é de muita importância incorporar estas contas às tabelas de insumo-produto deste setor, pois uma fração substancial da poluição do meio ambiente é atribuída às descargas diretas de rejeitos sanitários das famílias.

Uma diferença substancial entre o SCN e o SCAEI é que este último inclui um novo setor à estrutura de contas. Este setor, que é a natureza, constitui a fonte primária de todos os serviços dos ativos naturais e é também o consumidor final dos danos que sofre o meio ambiente. Consequentemente, os insumos deste setor são todos os danos que sofrem os recursos terra, água e ar, enquanto que sua produção consiste nos serviços de meio ambiente.

3.6.5 Tratamento das reservas minerais no SCAEI

Como se mencionou anteriormente, o SCAEI foi desenhado para ser compatível com o SCN. Por isso, a definição de *Ativos do Subsolo* é a mesma. Da mesma forma, a valoração das reservas do subsolo nos estoques iniciais e finais se baseia no valor presente dos retornos líquidos esperados. A diferença do SCAEI reside no tratamento das reservas minerais, já que se agregam categorias adicionais ao SCN original que levam em conta a exaustão de reservas minerais. Nestas contas, o capital natural é tratado da mesma maneira que o capital produzido é tratado no SCN.

Nas contas de uso e de valor agregado, a extração (exaustão) de minerais é registrada na categoria de “uso de ativos naturais”. Este valor é subtraído do valor agregado líquido para se obter o “valor agregado ambientalmente ajustado”. O valor agregado bruto não sofre nenhuma mudança. O incremento nas reservas minerais não é considerado nas contas de produção (contas de uso/valor agregado), pois não é considerado como produção econômica.

Nas folhas de balanço, a exaustão de reservas minerais é contabilizada na categoria de “custo de produção”. O SCN é impreciso em descrever os métodos que deveriam ser usados

para valorar a exaustão de ativos do subsolo. Os custos de desenvolvimento de Ativos do Subsolo mediante as atividades de exploração são tratados nas folhas de balanço como formação de capital. Os incrementos nas reservas se registram em “outras mudanças em volume”, dentro da categoria de mudanças no volume dos ativos naturais. (BARTELMUS et al., 1993).

4 RECURSOS MINERAIS DO PERU: ASPECTOS ECONÔMICOS

4.1 Aspectos gerais

A economia do Peru cresceu a uma taxa anual média de 6,4% na última década. Este crescimento dependeu fortemente do setor mineração. Ele representou, no mesmo período, uma média de 6% do PIB e 58% das exportações totais do país¹². No ano de 2012, este setor teve uma participação de 26% na receita total do Imposto de Renda¹³. Pela grande importância da mineração na economia do país, o Peru é considerado um “país minerador”, ocupando o sétimo lugar no Ranking Global de Produção de Mineração¹⁴ em 2012, com uma produção valorada em US\$ 27 bilhões que representa 4,1% da produção mundial de minerais segundo o estudo “*El desempeño de la industria minera mundial: 1992 – 2012*”, desenvolvido pelo Centro de Pesquisas de Gerens¹⁵.

Devido ao grande potencial de exploração de recursos minerais no Peru, para 2014 tem-se estimado uma carteira de 50 projetos de mineração valorada em US\$ 60 bilhões¹⁶. A carteira de projetos cresce em 35% a cada ano. Isto se traduz em um crescente interesse das mineradoras nacionais e transnacionais para investir em projetos de grande capacidade produtiva no país.

Contar com um panorama positivo (preços internacionais e reservas minerais no país) não é suficiente para o setor mineração ter alta rentabilidade; as firmas devem fazer sua parte otimizando sua produção.

O objetivo de otimização tem que lidar com a característica particular dos recursos minerais: são exauríveis. Assim deve ser da origem aos princípios microeconômicos em que se funda a otimização da produção de RNR, os que estão relacionados com as variáveis técnicas incluídas no processo de produção mineral, como o ritmo de exploração, o método mineral, a rota de processo, a sequência mineral, e as variáveis de corte que progressivamente separam a parte valiosa do depósito.

A produção mineral faz sentido e se origina quando a firma que tem os direitos de propriedade sobre um depósito mineral decide sua exploração. Essa decisão sugere que o

¹² Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). *Series Estadísticas*. Disponível em: <http://www.bcrp.gob.pe/estadisticas.html>. Acesso em: 11 dez. 2013.

¹³ Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT). *Estadísticas y Estudios*.

¹⁴ United States Geological Survey (USGS), *Minerals Resources Program*.

¹⁵ Centro de Investigaciones de Gerens. Disponível em: www.gerens.pe. Acesso em: 10 dez. 2013.

¹⁶ Ministerio de Energía y Minas. *Dirección de Promoción Minera*.

proprietário obtém um maior benefício ao explorar o recurso para vendê-lo que ao mantê-lo *in situ* para uso futuro.

O objetivo, então, é maximizar o valor econômico do recurso mineral. Isto só acontece quando se maximiza simultaneamente o valor econômico periódico que resulta da exploração, junto ao valor de longo prazo do recurso *in situ*. Logo, o desenvolvimento da estratégia ótima de extração do recurso transforma-se em um problema de alocação dinâmica. Essa estratégia de exploração refere-se à forma e rapidez com que se explora o recurso; isto é, a forma de extração do recurso, a taxa de extração e, finalmente, quando ele se exaure. O tempo é importante na análise, pois uma unidade de recurso extraído hoje significa se dispor de menos para amanhã. Isto, por sua vez, implica que cada período é diferente, pois o tamanho do recurso remanescente muda quando consumido o depósito.

Em geral, a otimização determina a forma em que um recurso mineral deve ser consumido para maximizar tanto o valor periódico como o valor econômico de longo prazo. A métrica para medir o verdadeiro valor criado à medida que se explora o depósito considera o fluxo de caixa gerado pela exploração e um custo de oportunidade. Esses princípios de otimalidade para um ativo de vida finita são gerais e podem ser aplicados por qualquer mineradora. Portanto, é importante entender as singularidades que os recursos minerais têm e o modo em que essas características devem ser manejadas no processo de otimização.

O interesse individual de cada uma das mineradoras, que é otimizar sua produção, vem a ser o interesse do setor mineração em conjunto. Logo, no nível macro a produção de cada mineradora é contabilizada em conjunto, o que resulta no PIB da mineração.

O PIB do setor mineração representa uma parte do total produzido dentro do país, ou seja, do PIB global. No caso do Peru, tal indicador mostra que o crescimento da economia está baseado na exploração e exportação das *commodities* minerais aos países industrializados. Pela informação que fornece, o PIB é o principal indicador do desempenho econômico do qual derivam-se políticas econômicas e públicas.

O indicador adota o termo “produto” porque refere-se ao valor agregado, o termo “interno” porque refere-se ao que é produzido dentro das fronteiras de uma economia, e o termo “bruto” porque não se contabiliza a variação de inventários nem as depreciações ou apreciações de capital (INEI, 2014). Logo, o PIB não reflete o esgotamento do capital natural do território peruano, portanto, não é o melhor indicador de renda do país.

O PNB, a diferença do PIB, contabiliza a depreciação do capital, mas apenas do capital produzido, e não do capital natural que faz parte da riqueza da nação, considerando-o como ilimitado.

Uma desvantagem do PNB frente ao PIB é que contabiliza o produzido por nacionais no estrangeiro e exclui o produzido por estrangeiros dentro do país. Já o PIB contabiliza o produzido no Peru independentemente da residência do fator produtivo que o gera. Portanto, o PIB resulta ser o indicador mais representativo do SCN que aparentemente apresenta os dados “menos inexatos”.

O Instituto Nacional de Estatística e Informática do Peru (INEI), um dos responsáveis pela contabilidade do PIB global e, portanto, do PIB setorial, determina as atividades econômicas segundo a Classificação Industrial Internacional Uniforme (CIIU) revisão 3, a qual registra as características dos bens e serviços produzidos no país.

Segundo esta classificação setorial, a atividade de extração de minerais compreende a exploração de minas, ou seja, a extração de minerais encontrados em estado natural seja a céu aberto ou minas subterrâneas. Esta atividade também inclui a trituração, preparação e transformação. Esse conjunto de atividades é feito geralmente no local de extração do mineral ou nas proximidades.

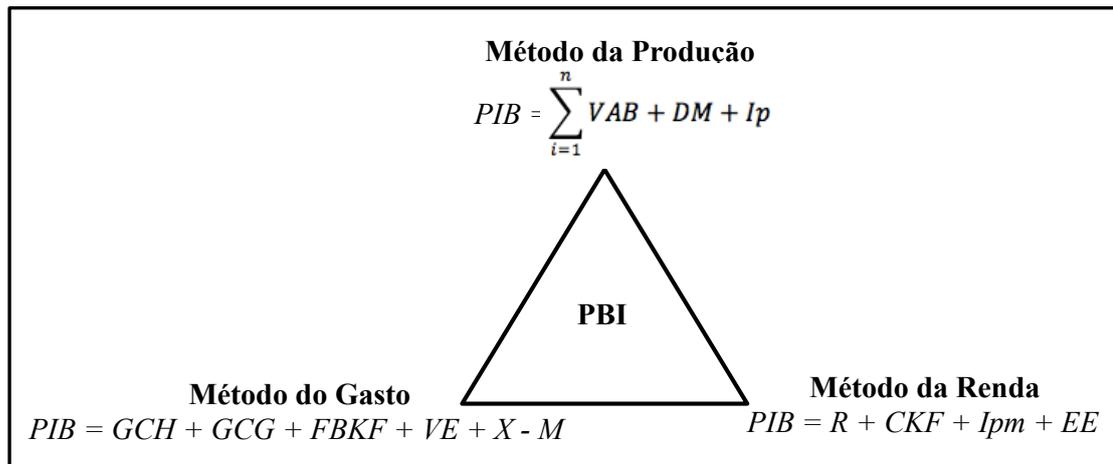
Segundo a Nomenclatura Central de Atividades Econômicas utilizadas nas Contas Nacionais, que considera um total de 45 atividades econômicas, a extração de minerais corresponde à atividade 04. E segundo a Nomenclatura Central de Bens e Serviços, que considera 287 categorias de produtos, a atividades de extração de minas compreende a mineração metálica e a mineração não metálica. Os produtos da mineração metálica são: cobre, zinco, prata, ferro, chumbo, ouro e outros. Na mineração não metálica está o sal, guano das ilhas, argila, pedra e areia, carvão e outros.

As fontes de informação que o INEI utiliza para o cálculo do PIB (convencional) são:

- Declaração Anual Consolidada (DAC) de Mineração, obtida do Ministério de Energia e Minas (MEM).
- Memórias Anuais das principais empresas mineradoras.
- Estados Financeiros das principais empresas mineradoras.
- Jornais de informação da Sociedade Nacional de Mineração, Petróleo e Energia (SNMPE).

Na metodologia do cálculo do PIB, o INEI utiliza três métodos: Método da Produção, Método do Gasto e Método da Renda (Gráfico 13). Por meio desses métodos, pode-se observar, entender e explicar o crescimento econômico, a evolução dos preços e o desenvolvimento da renda e suas implicações nos níveis de emprego (INEI, 2014).

Gráfico 13 – Métodos de mensuração do produto interno bruto (PIB) do Peru



Fonte: INEI, 2014.

Em que:

- VAB: Valor Agregado Bruto
- DM: Direitos de Importação
- Ip: Impostos sob Produtos
- GCH: Gastos de Consumo das Famílias
- GCG: Gasto de Consumo do Governo
- VE: Variação de Existências
- X: Exportações
- M: Importações
- R: Remunerações
- CKF: Consumo de Capital Fixo
- Ipm: Imposto sob Produção e Importações
- EE: Excedente de Exploração

Logo, para o cálculo do PIB do setor mineração, a metodologia utilizada considera que se obtém o *Valor Bruto de Produção* a preços constantes multiplicando os preços de produção do ano base pelos volumes anuais de produção de cada mineral recuperado. O Valor de Produção a preços correntes realiza-se em duas etapas, isto é, pelo cálculo da produção física e pela determinação dos preços de cada um dos minerais. A produção física está expressa em conteúdo recuperado e é obtida a partir dos concentrados produzidos no ano pelas mineradoras; e os preços dessas substâncias determinam-se com as liquidações de compra-venda dos produtos minerais, cujo preço é o resultado do pagamento do conteúdo do produto.

Quando obtida a produção física em conteúdo recuperado (q) e os preços (p) como resultado dessa relação obtém-se o Valor Bruto de Produção dessa atividade.

Para calcular o *Consumo Intermediário* (com ano base 1994) obtém-se informação da DAC e informação adicional do desagregado das contas por natureza referente ao gasto em outros serviços de terceiros, transporte e comunicações, outros gastos. A partir dessa informação pode-se distinguir e classificar os diferentes conceitos de gastos que configuram o consumo intermediário. O consumo Intermediário a preços correntes determina-se da estrutura de custos da DAC do Ministério de Energia e Minas (MEM) e por meio da evolução dos principais insumos da atividade.

O Valor Agregado é calculado pela diferença entre o Valor Bruto de Produção e o consumo Intermediário, seja em valores correntes (nominais) ou constantes (reais).

Embora o INEI siga os padrões estabelecidos pelo SCN das Nações Unidas e do reconhecimento da importante influência dos recursos minerais na economia peruana, a contabilidade da depreciação desse capital natural é omitida. Essa realidade repete-se na maioria dos países que seguem o SCN tradicional.

Ao analisar o estudo de caso peruano, que faz parte do conjunto de países exportadores de matérias-prima que omitem a exaustão de seus recursos naturais nas suas contas nacionais, pode-se determinar as causas gerais de tal omissão para esse conjunto de economias, com a ressalva de que cada país tem características econômicas próprias.

No caso peruano, o governo central precisa manter o fluxo de investimento no setor mineração para atingir seus objetivos macroeconômicos de crescimento, incremento de exportações e balanço fiscal. Para atingir esses objetivos, o governo vem implementando políticas econômicas de curto prazo incentivado pela comunidade econômica internacional que tende a “recompensar” aos países de altas taxas de crescimento através de investimento estrangeiro e capital barato.

Tais políticas econômicas de curto prazo estão baseadas em um PIB otimista que promove uma rápida exaustão dos recursos, uma vez que este indicador superestima de longe a capacidade de gerar rendas no longo prazo. Portanto, o crescimento econômico não pode refletir-se em um desenvolvimento sustentável. Ainda persistem os problemas de pobreza, uma crescente economia baseada na mineração, o conflito social e o alto impacto ambiental. Tudo isso revela que o Peru enfrenta sérios desafios políticos, econômicos, sociais e ambientais relacionados com a exploração de recursos minerais.

4.2 Recursos minerais peruanos: estoques e fluxos

4.2.1 Reservas minerais

Os estoques ou reservas de minerais são o volume de mineral que pode ser obtido das jazidas quando identificadas. O Ministério de Energia e Minas do Peru (MEM) classifica as reservas da seguinte forma:

- *Reservas provadas*. Volume de mineral que se calcula usando como base os resultados dos trabalhos de amostragem e sondagens. Os estudos permitem estabelecer matematicamente a geometria da reserva, seu volume e a quantidade do mineral, modo pelo qual se indica que se tem certeza de sua continuidade.
- *Reservas prováveis*. Volume de mineral que se calcula com base na informação menos exaustiva que no caso das reservas provadas. Tanto a geometria, como o volume de mineral e a lei têm sido inferidos a partir de estudos preliminares, modo pelo qual se indica que existe risco de descontinuidade.

Segundo a legislação peruana¹⁷, o volume das reservas minerais está definido como a soma do mineral provado e do provável e que sejam economicamente exploráveis.

Também, as reservas são consideradas econômicas quando o valor que se espera obter pela sua venda supere os custos nos que se estima incorrer para extraí-los do subsolo e processá-los.

Dois conceitos importantes na determinação das reservas são a “Lei de corte” e a “Lei do mineral”. Para determinar o tipo de reservas (provadas ou prováveis com valor econômico) é definida a lei mínima ou lei de corte na que se pode explorar a jazida obtendo rentabilidade. Ou seja, apesar da lei do mineral indicar a quantidade do recurso expressa em porcentagem (%), onças por tonelada (oz/t) ou gramas por tonelada (g/t) presente na jazida, a lei de corte (*cut off*) indica o nível mínimo cujo valor cobre todos os custos indispensáveis para que a reserva mineral seja economicamente rentável. O volume de material cuja lei é inferior à lei de corte será considerado desmonte (já que o valor econômico do reduzido conteúdo metálico não justifica seu tratamento por não cobrir os custos do processo produtivo). Se, por exemplo, a lei de corte de uma mina que produz cobre é de 1%, a firma trabalhará unicamente aquelas zonas da jazida nas que o conteúdo de cobre esteja acima de 1%. Cada mina tem uma lei de

¹⁷ Ley General de Minería, Definiciones. Decreto Legislativo N° 109, 1981.

corte particular, a qual se estabelece em função das características da jazida, do método de produção e da técnica de processamento utilizada¹⁸.

O fator que mais afeta as reservas minerais são as flutuações das cotizações dos metais. Por exemplo, em um contexto de preços baixos o volume de reservas se reduz, já que se extrairão unicamente aquelas reservas rentáveis. O paradoxo é que isto se dá sem que a jazida sofra modificação alguma. Por isso, com preços mais baixos haverá menos reservas e a vida útil da mina será menor. Ao contrário, se o cenário internacional acena com melhores preços, se trabalhará tanto com as reservas provadas como com as reservas prováveis. Nesse contexto, pode-se também trabalhar com jazidas consideradas como marginais. O maior nível de preços justificaria o trabalho de mineral com menor conteúdo metálico. Contrariamente ao contexto de preços baixos, o nível de reservas seria maior e se incrementaria a vida útil da mina, dependendo da duração do período de alta dos preços dos minerais.

O volume de reservas também pode ser afetado pelo incremento dos custos indiretos (por exemplo, tributos). Uma excessiva e crescente carga tributária encarece o produto, portanto, se teria que extrair daquelas reservas que permitam obter ganhos. Neste caso, se estaria exigindo uma maior lei de corte da jazida, devido um encarecimento nos custos, o que pode frear o início de alguns projetos mineradores por não serem economicamente rentáveis.

Finalmente, a tecnologia é outro fator que influi na determinação de uma reserva mineral. Os últimos avanços tecnológicos (em métodos de extração e processamento) têm permitido reduzir custos e tempos, o que possibilita que as empresas operem de maneira mais eficiente e limpa, obtendo maiores volumes e acrescentando as reservas marginais às que se tinham inicialmente.

As reservas minerais do Peru, entre 2002 e 2011 (Tabela 1), apresentaram um substancial incremento para a maioria dos metais que o país produz, a exceção do ouro e do estanho. Nesse caso, o incremento das reservas foi fortemente influenciado pela alta cotização internacional da maioria dos recursos minerais.

A queda do preço internacional de mercado do ouro provocou o dos orçamentos das explorações (busca de jazidas) do metal por não serem rentáveis para as firmas. Além disso, existem importantes projetos paralisados por oposição das comunidades das regiões onde as firmas operariam.

A diminuição das reservas de estanho é consequência da menor qualidade do mineral tratado pela mineradora Minsur na sua unidade de San Rafael (na região de Puno), o que fez

¹⁸ *Sociedad Nacional de Minería, Petróleo e Energía. Informe Quincenal de la SNMPE, N° 12. Outubro 2011.*

com que só se extraísse o mineral sem investimento em trabalhos exploratórios para aumentar as reservas.

Tabela 1 – Variação porcentual das reservas minerais provadas e prováveis. Peru 2002–2011

Metal	2002	2011	Variação %
Cobre (milhares de TMF)	59 792	69 890	17
Ouro (milhares de onças finas)	101 254	60 363	-40
Zinco (milhares de TMF)	18 071	24 103	33
Prata (milhares de onças finas)	1 367 850	2 790 345	104
Chumbo (milhares de TMF)	5 429	7 494	38
Ferro (milhares de TLF)	854 801	1 082 423	27
Estanho (milhares de TMF)	736	91	-88

Fonte: MEM *Anuario*, 2012.

TMF: tonelada métrica fina; TLF: tonelada larga fina; TLF * 1.016 = TMF

Os resultados apresentados dão conta do investimento realizado no setor mineração, sustentado neste caso com um maior número de atividades novas e complementares de exploração que têm-se dado tanto em zonas adjacentes como novas, com o objeto de ampliar o horizonte de vida (reservas) de sua operação.

Logo, para manter ou incrementar o nível de reservas minerais no tempo, é indispensável continuar realizando trabalhos de exploração, de modo que não apenas se assegure a extensão das reservas disponíveis, mas se faça frente a cenários de preços adversos com maior folga e ao mesmo tempo se prolongue o ciclo produtivo de mineral do país.

4.2.2 Produção de minerais

O Peru possui uma importante riqueza mineral com grandes jazidas polimetálicas, cupríferas e auríferas que têm sido historicamente exploradas. Por essa tradição de exploração, o importante potencial mineral e as políticas de promoção e abertura ao investimento, o Peru consegue estar entre os líderes de produção mineral mundial.

A produção mineral peruana está concentrada em maior porcentagem nos metais. Os minerais que o país produz atualmente são de grande demanda nos mercados internacionais: China, Estados Unidos, Suíça, Japão, Canadá e a União Europeia.

No ranking de produção mineral, o Peru está como o primeiro produtor latino-americano de zinco, ouro, chumbo e estanho; no mundo é o terceiro produtor de cobre e prata, como se observa na Tabela 2.

Tabela 2 – Posição do Peru no ranking mundial de produção mineral – 2012

Produto	América Latina	Mundo
Zinco	1	3
Estanho	1	3
Chumbo	1	4
Ouro	1	6
Cobre	2	3
Prata	2	3
Molibdênio	2	4
Mercúrio	2	4
Selênio	2	9
Cadmio	2	10
Rocha Fosfática	2	13
Ferro	5	17

Fonte: *U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries 2012.*

O ferro tem liderado a produção de minerais no período de análise, quase dobrando em 2012 a produção de 2003, crescendo nesse período a uma taxa anual média de 9% (Tabela 3). O interessante da produção de ferro é que é realizada por apenas uma mineradora, Shougang Hierro Perú, que opera na região de Ica.

Apesar da produção de cobre ter crescido menos do que a de ferro, 4,7% anualmente e com 54% de variação entre 2003 e 2012, é o principal metal de exportação (Tabela 4) devido à sua cotação internacional. Apesar dos menores volumes de tratamento de concentrado das empresas Xstrata Tintaya, Mineradora Pampa de Cobre e Sociedade Mineradora Corona, que registraram diminuições da ordem de 46%, 30% e 27% respectivamente, tal queda foi atenuada pelo crescimento na produção das companhias mineradoras Antamina, Milpo e da Empresa Mineradora Los Quenuales em 33%, 26% e 14% respectivamente no ano de 2012.

A produção de ouro, por outro lado, teve um crescimento pouco significativo durante a década de análise, uma vez que os preços internacionais desse metal estiveram muito oscilantes. Isto fez com que a variação na produção seja negativa, -7%. Essa redução é resultado dos menores volumes de extração das mineradoras Yanacocha, Barrick Misquichilca, Companhia de Minas Buenaventura, La Arena, Xstrata Tintaya em sua mina Tintaya (em fase de fechamento). Além disso, as jazidas de Madre de Dios, foram pouco exploradas pelo processo de ordenamento, formalização, fiscalização e controle da pequena mineração e mineração artesanal.

Os outros minerais metálicos também não tiveram um desempenho estável, ou seja, sua produção foi oscilante devido aos preços internacionais. Tanto o zinco como a prata

criaram a baixas taxas anuais, 0,9% e 2,1% respectivamente. O chumbo e o estanho, ao contrário, apresentaram diminuições em seus ritmos produtivos, com -1,7% e -3,5% respectivamente.

Em geral, a cotação internacional dos minerais foi o determinante de sua produção no Peru, por ser um país que depende fortemente da demanda de metais por parte das economias industrializadas.

Tabela 3 – Crescimento da produção de mineral metálico. Peru 2003–2012

Metal	2003	2012	Variação % 2003 - 2012	Variação % anual média
Cobre (milhares de TMF)	843	1 299	54,1	4,7
Ouro (milhares de onças finas)	5 550	5 187	-6,5	0,7
Zinco (milhares de TMF)	1 374	1 281	-6,8	0,9
Prata (milhares de onças finas)	93 998	111 854	19,0	2,1
Chumbo (milhares de TMF)	309	249	-19,4	-1,7
Ferro (milhares de TLF)	3 485	6 685	91,8	9,0
Estanho (milhares de TMF)	40	26	-35,0	-3,5

Fonte: MEM *Anuario 2012*.

TMF: tonelada métrica fina; TLF: tonelada larga fina; TLF * 1.016 = TMF

4.3 Recursos minerais peruanos: fluxos econômicos

4.3.1 PIB do setor mineração

Além do PIB global, que é usado como indicador de crescimento da economia nacional em conjunto, tem-se o PIB de cada um dos setores da economia peruana, com o objetivo de mostrar o desempenho e o grau de importância de cada um deles.

No período de 2003 a 2012, o PIB mineração apresentou um comportamento muito oscilante em comparação com o PIB global (Gráfico 14). Nos três primeiros anos o setor cresceu a uma taxa média de 6,3%, mas em 2006 a produção caiu abruptamente para 1,1% devido à menor atividade das auríferas Yanacocha e Barrick que contavam com níveis menores de lei de mineral das jazidas de ouro, e também pela baixa lei de mineral das jazidas de estanho da mineradora Minsur¹⁹.

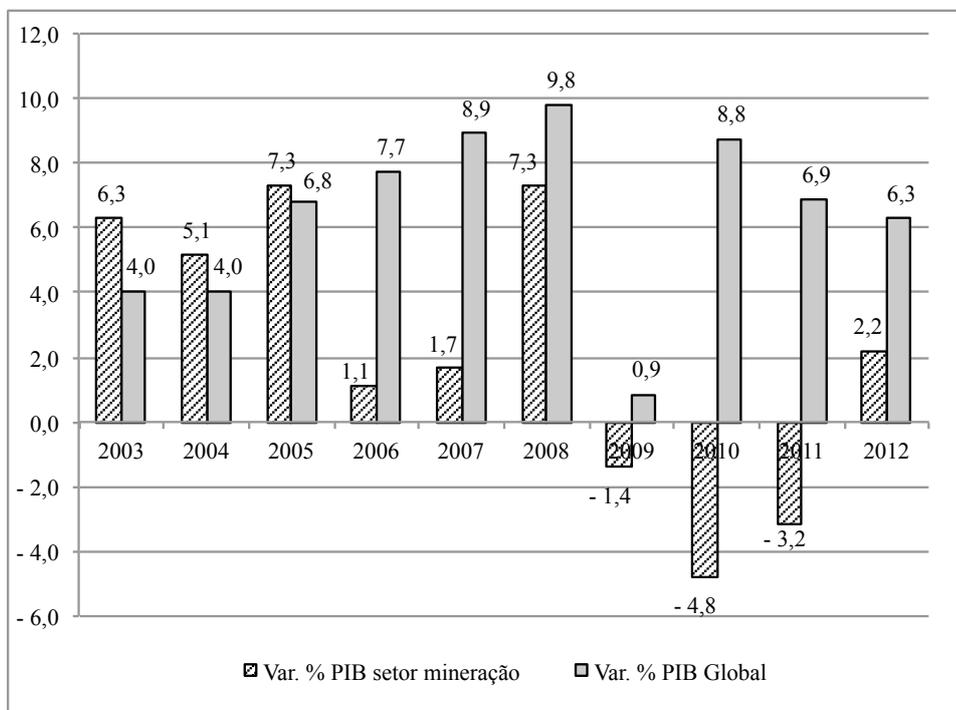
¹⁹ Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, Ministerio de Energía y Minas (MEM). “Minería Peruana: Contribución al Desarrollo Económico y Social”, 2010.

O PIB da mineração recuperou-se de 1,7% a 7,3% entre os anos 2007 e 2008. Este crescimento baseou-se, principalmente, na maior produção de zinco, cobre e ouro, a qual está condicionada aos preços internacionais dos minerais.

Mas, em 2009 a produção mineral caiu em -1,4%, mostrando o quão oscilante é ser o setor de mineração, por ser um setor fornecedor de matérias primas. Devido à crise económica internacional de 2008, as economias industrializadas diminuíram seu consumo dos produtos da China, que é o principal comprador de minerais do Peru. Portanto, a menor demanda de minerais por parte da China resultou na diminuição das exportações e, conseqüentemente, da diminuição da produção mineral nacional em 2009. Além disso, como era de se esperar, a queda de preços dos minerais também foi um dos determinantes da redução da produção.

A desaceleração do setor continuou até 2011, pois as economias industrializadas não se recuperavam da crise que começou em 2008. Em 2012, a mineração apresentou uma recuperação crescendo a 2,2%, mas ainda contraída pelos conflitos sociais que impediram a execução de projetos de mineração e, portanto, a expansão do setor, e pela baixa lei de mineral das jazidas de alguns minerais.

Gráfico 14 – Variação porcentual do PIB do setor mineração e do PIB Global. Peru 2003–2012.



Fonte: INEI *Series Nacionales*, 2014; BCRP *Series Estadísticas*, 2014.

Em geral, considerando apenas a tendência da produção atual e os projetos da mineração, pode-se inferir que a evolução do PIB da mineração metálica poderá continuar sendo positiva nos próximos anos e que é provável que se esteja entrando em um período de recuperação que se sustentará principalmente na produção de cobre. As projeções do Banco Central de Reserva do Peru (BCRP) apontam que o crescimento do setor será em média de 10% para os próximos anos. Considerando que no último trimestre de 2012 a mineradora Xstrata começou a etapa produtiva do projeto Antapaccay, com uma produção anualizada de 160 mil TMF por dia e nos próximos anos com a entrada em produção do projeto Las Bambas (Apurímac) e Toromocho (Junín), tudo indica que a evolução do PIB de mineração seguirá sendo positiva.

No entanto, a possível expansão produtiva da mineração metálica dos próximos anos apresentará características próprias vinculadas à variáveis sociais, ambientais e ao próprio debate que vem acontecendo em torno das políticas públicas relacionadas com a atividade de mineração.

4.3.2 Exportações

A exportação de “concentrados”²⁰ de minerais é a principal oferta do Peru ao exterior. Em 2003 – 2012, os envios desses recursos têm representado em média 58% das exportações totais, produto dos altos preços das matérias primas e da competitividade do setor. A carteira exportável da mineração está representada principalmente por metais como o cobre, ouro, chumbo, zinco e ferro. Tais produtos representam 95% das exportações minerais em 2012²¹.

Em valores monetários, o BCRP mostra que em 2012 as exportações de minerais peruanos produziram um montante de US\$ 26 308 milhões (incluindo os produtos não metálicos), valor que foi menor em 3,8% em relação ao ano de 2011 quando se exportou um valor de US\$ 27 361 milhões.

Em relação à participação dos produtos metálicos nas vendas de minerais no período de análise (Tabela 4), o cobre ocupa o primeiro lugar com 40,8%, sendo que forneceu melhores rendimentos devido a sua cotização e pela melhora tecnológica de seu processo produtivo.

²⁰ Na mineração, o termo concentrado refere-se à substância cujo teor líquido foi parcialmente reduzido para diminuir seu volume.

²¹ *Ministerio de Energía y Minas (MEM), Anuario 2012.*

Tabela 4 – Exportações de minerais metálicos (milhões de dólares). Peru 2003–2012

Metal	2003	2012	Variação % 2003 - 2012	Variação % anual média	Participação % 2012
Cobre	1 260,52	10 728,42	7,5	31,4	40,8
Ouro	2 101,64	9 593,69	3,6	19,1	36,5
Zinco	528,72	1 350,65	1,6	20,1	5,1
Prata	191,04	209,57	0,1	12,2	0,8
Chumbo	201,35	2 575,05	11,8	35,4	9,8
Ferro	94,07	856,41	8,1	33,5	3,3
Estanho	211,05	541,30	1,6	15,5	2,1

Fonte: BCRP *Series Estadísticas*, 2014.

Os principais destinos dessas exportações foram a China, que concentra 22% da demanda dos minerais, em seguida a Suíça, Canadá, Japão, Estados Unidos e Coreia do Sul. Tais países representam 71% do destino dos minerais.

4.3.3 Investimento

O investimento em mineração multiplicou-se 28 vezes entre 2003 e 2012 (Gráfico 15), apresentando um crescimento interanual de 54% em média.

Pela localização das jazidas, o investimento foi realizado de forma descentralizada, o que permitiu que em quase todas as regiões a economia se dinamizasse, principalmente em Junín que captou US\$ 1 447 milhões; Cajamarca, US\$ 1 303 milhões e Apurímac, US\$ 1 503.

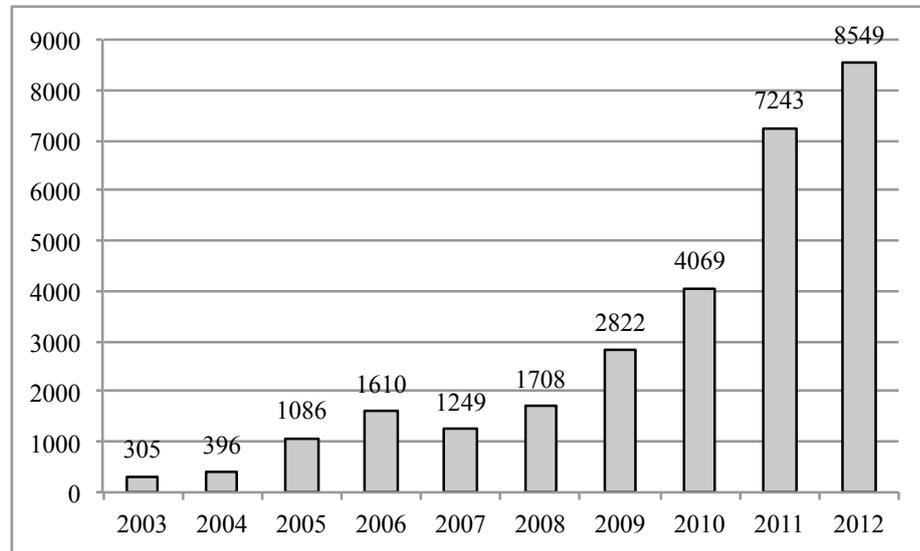
As três atividades principais nas quais o investimento foi alocado foram infraestrutura, prospecção (busca de jazidas) e exploração, que em conjunto representam 61,98% do total investido no setor.

Apesar da crise financeira internacional, da volatilidade dos preços dos minerais e dos conflitos sociais dos setores contra a mineração, os investimentos no setor têm crescido constantemente no período de análise. Portanto, o surgimento de novos projetos e o incremento de capitais nacionais e estrangeiros no setor mineração geraram um balanço positivo.

A carteira de investimento em mineração de 2012 está composta por 47 projetos, que inclui projetos de ampliação de unidades, projetos de construção, projetos em etapa de exploração avançada, e projetos com estudo ambiental aprovado ou em processo de avaliação, que formam um montante de US\$ 54 680 milhões para os próximos seis anos. Segundo as

expetativas do Ministério de Energia e Minas, estes projetos duplicarão a produção de cobre de 1,3 milhões de toneladas anuais a 2,7 milhões em 2016.

Gráfico 15 – Investimento total na mineração (milhões de dólares). Peru 2003–2012



Fonte: MEM *Anuario 2012*.

Da carteira de investimentos em mineração de 2012 valorada em US\$ 53 787 milhões, 91,3% são formados por projetos de cobre, ouro e ferro, pois esses minerais são os mais demandados internacionalmente. Os projetos de produção de prata apenas representam 2,19% (Tabela 5). Os principais investidores estrangeiros no Peru são as firmas chinesas, que buscam cobre e ferro; seguidos pelas firmas dos Estados Unidos, Canadá e Suíça que buscam cobre e ouro.

Tabela 5 – Estrutura da carteira de projetos de mineração por produto. Peru – 2012.

Produto	US\$ Milh.	%
Cobre	32 923	61,21
Ouro	8 222	15,29
Ferro	6 780	12,61
Prata	1 176	2,19
Zinco	814	1,51
Potássio	125	0,23
Fosfatos	520	0,97
Polimetálicos	3 227	6,00
Total	53 787	100,00

Fonte: MEM *Anuario 2012*.

4.3.4 Tributos e contribuições

Os tributos pagos pela mineração em 2012 representaram 15% dos tributos totais arrecadados pela Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT).

O **Imposto de Renda (IR)** é o principal tributo pago pelas mineradoras, já que devido ao regime de exportações, elas estão sujeitas à devolução dos pagamentos do Imposto Geral de Vendas (IGV)²². O Imposto de Renda cobrado à mineração peruana corresponde a 30% dos lucros das firmas. Esse tributo cresceu em média 35% ao ano no período 2005–2011, e representa 70% do total de tributos anuais pagos pela mineração.

Depois de efetuada a arrecadação e regularização anual do Imposto de Renda da mineração, o Estado, por meio do Ministério de Economia e Finanzas (MEF), transfere a metade das receitas captadas por esse imposto aos governos locais em cuja jurisdição se explorou o recurso mineral. Tal transferência constitui o *Canon Minero*.

O *Canon Minero*, constituído por 50%²³ do IR da mineração, é o mais importante dos seis tipos de *canon* existentes no Peru (mineração, petróleo, de gás, de energia hidrelétrica, florestal e de pesca) devido ao volume de recursos econômicos que gera para as regiões onde se distribui. Assim, tem-se que em 2012 o *Canon Minero* total foi de S/. 5 018 milhões²⁴ (de *nuevos soles*)²⁵.

De acordo com o Regulamento da Lei do *Canon*, tal aporte deve ser investido exclusivamente no financiamento e cofinanciamento de projetos e obras de infraestrutura de impacto regional e local, em investimento científico e desenvolvimento tecnológico por parte das universidades. Por sua vez, os moradores da zona podem participar ativamente na eleição dos projetos que serão executados com o dinheiro do *Canon Minero* por meio dos “orçamentos participativos”, que são reuniões com suas autoridades locais e organizações comunais.

Seguindo a divisão político-administrativa do país²⁶, a distribuição do *Canon Minero* tem sido estabelecida da seguinte forma:

²² Imposto indireto sobre o consumo. O imposto equivalente do IGV no Brasil é o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS).

²³ Essa porcentagem aplicou-se desde 2003, sendo antes 20%.

²⁴ Equivalente a US\$ 1 902 milhões ao Tipo de Câmbio de 2012.

²⁵ Moeda do Peru: *Nuevo Sol*.

²⁶ O território peruano está subdividido em regiões, departamentos, províncias, distritos e centros poblados para organizar ao Estado e ao governo no nível nacional, regional e local.

- 10% do total de *canon* para os governos locais da(s) municipalidade(s) onde se explora o recurso natural (do qual 30% é destinado ao investimento produtivo para o desenvolvimento das comunidades).
- 25% do total de *canon* para os governos locais das municipalidades distritais e provinciais onde se explora o recurso natural.
- 40% do total de *canon* para os governos locais do(s) departamento(s) das regiões onde se explora o recurso natural.
- 25% do total de *canon* para os governos regionais onde se explora o recurso natural. Desta porcentagem, 20% são alocados nas universidades públicas de sua circunscrição. Esses recursos são destinados exclusivamente ao investimento científico e tecnológico que potencializem o desenvolvimento regional.

O montante da transferência é depositado nas Contas Especiais do Banco da Nação e não é revertido para o Estado.

O **Royalty da Mineração** é uma contraprestação econômica estabelecida pela lei, por meio da qual os titulares de concessões de minerais estão obrigados a pagar mensalmente ao Estado pelo direito de explorar os recursos minerais no território nacional. Este pagamento baseia-se no fato de que, no Peru, o proprietário dos recursos subterrâneos é o governo. O montante a pagar corresponde a uma porcentagem do valor do produto que extraem, independentemente da utilidade ou venda das operações, segundo as categorias estabelecidas na lei. Pela produção mineral de até US\$ 60 milhões anuais paga-se 1% do valor da produção, pelo excesso entre US\$ 60 milhões e US\$ 120 milhões paga-se 2% e o resto por acima de US\$ 120 milhões paga-se 3%. Para o caso de minerais que não têm cotação internacional, paga-se apenas 1%, enquanto que os pequenos produtores e mineiros artesanais estão isentos desse pagamento. A arrecadação obtida por esse conceito é destinada aos governos locais (80%) e regionais (15%) onde se realiza a atividade, assim como às universidades públicas da mesma região (5%)²⁷.

O **Direito de Vigência e Penalidade** é arrecadado anualmente pelo *Instituto Geológico Minero y Metalúrgico*, que é o organismo público descentralizado do Ministério de Energia e Minas (MEM), para manter a vigência dos direitos dos recursos minerais. O direito de vigência é o pagamento que as mineradoras realizam para solicitar uma concessão de recurso mineral e mantê-la vigente; adicionalmente à penalidade por não ter produzido ou ter

²⁷ Instituto Peruano de Economía. www.ipe.org.pe.

realizado o investimento mínimo no período determinado pela lei, se for o caso. Dos montantes arrecadados pelo direito de vigência e penalidade, 75% são distribuídos aos distritos onde se localizam as concessões.

4.4 O que a contabilidade nacional peruana mostra do valor dos recursos não renováveis

As duas fontes principais de estatísticas nacionais em nível agregado são o Banco Central de Reserva do Peru (BCRP) e o Instituto Nacional de Estatística e Informática (INEI). O BCRP calcula o PIB mensalmente, enquanto que o INEI calcula o índice anual baseado no sistema convencional de contas nacionais das Nações Unidas. Ambos os indicadores são usados no âmbito nacional e internacional para a formulação de política econômica e as decisões de investimento.

Para o cálculo do PIB, o BCRP soma o valor adicionado de cada setor econômico no Peru, entre os quais se encontram a agricultura, a pesca, a manufatura, a mineração, a construção e os serviços. Esta cifra é utilizada como uma medida da produção nacional peruana e não como uma medida de renda bruta. Deste modo, o BCRP mede a produção utilizando os preços de um ano base²⁸ (atualmente 1994), de maneira que as estimativas de produção não se vejam distorcidas pelas flutuações drásticas no nível geral de preços. Em consequência, enquanto o PIB do BCRP é uma boa medida da produção, não é um reflexo preciso das rendas anuais do Peru.

Para o caso do setor mineração, o BCRP calcula um Produto Bruto Mineral baseando-se no valor adicionado de minerais metálicos e não metálicos. Entre os metais tem-se o cobre, a prata, o chumbo, o ouro, o zinco e o ferro. Dado que o objetivo principal do BCRP ao estimar as contas nacionais é refletir com precisão as mudanças no produto, se corrige o preço dos minerais usando como ano base 1994. O BCRP utiliza os dados de produção do MEM, os quais se baseiam nos requerimentos legais que estipulam a porcentagem do mineral por tonelada extraída.

O PIB do setor mineração tem-se mantido relativamente estável entre 2003 e 2012, permanecendo em uma faixa entre 3 300 milhões e 4 200 milhões de dólares ao ano²⁹ (Tabela 6). Em 2008 atingiu o valor máximo de US\$ 4 172 milhões. Tal como se menciona anteriormente, sendo a prioridade do BCRP medir as mudanças na produção, as estimativas

²⁸ O dia 6 de março do 2014 o INEI apresentou o novo ano base 2007 da Contabilidade Nacional.

²⁹ O PIB do Peru é calculado na moeda local, *nuevos soles*; para o valor em dólares, se utiliza o tipo de câmbio oficial de 1994.

do PIB se realizam a preços de 1994. Consequentemente, o PIB da mineração não reflete variações no nível de preços nem no tipo de câmbio.

**Tabela 6 – Produto Interno Bruto do setor mineração (milhões de dólares de 1994).
Peru – 2003–2012**

Ano	PIB Global	PIB do setor mineração
2003	60 357	3 352
2004	63 361	3 525
2005	67 687	3 782
2006	72 926	3 824
2007	79 420	3 889
2008	87 206	4 172
2009	87 958	4 113
2010	95 664	3 916
2011	102 229	3 792
2012	108 648	3 875

Fonte: BCRP *Series Estadísticas*, 2014.

Além das cifras do BCRP, o INEI publica anualmente as contas nacionais baseadas no SCN das Nações Unidas. Diferentemente do BCRP, as contas do INEI registram todas as transações a preços correntes; por isso são uma melhor medida da renda atual ou corrente.

Para o setor mineração, o INEI registra duas atividades: a de extração de minerais e a de refinação. Uma alta porcentagem dos minerais é produzida por empresas que realizam ambas as atividades, como a Southern Peru e Buenaventura. Para estas empresas não existe um mercado de troca dos minerais obtidos da etapa de extração e, portanto, a extração de mineral não tem preço de mercado. Nestes casos, o INEI estima um preço baseado em uma média do preço das exportações e o preço do mineral extraído dentro do país.

Com a finalidade de calcular uma média da renda sustentável para o setor mineração peruano, se requer a seguinte informação por mineral: a) as reservas anuais, b) a produção anual, c) os incrementos anuais de reservas, d) o preço anual médio e, e) o custo unitário de produção.

As fontes principais de informação referente à produção de minerais no Peru são o Ministério de Energia e Minas (MEM), assim como a *Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía* (SNMPE). Ambas as instituições realizam enquetes entre os produtores peruanos de minerais e publicam relatórios com estatísticas anuais agregadas. O MEM também publica estimativas das reservas totais de minerais, assim como das rendas e

benefícios agregados do setor mineração. O BCRP publica as exportações de minerais, assim como os preços internacionais. Estes dados são usados pelo MEM assim como pela SNMPE.

4.5 O que a contabilidade nacional peruana não mostra dos recursos não renováveis

Como visto, o SCN compreende a mensuração de estoques e fluxos monetários de um país por meio de indicadores de maior relevância nacional. Mas os indicadores deste sistema convencional estão superestimados por não considerar a depreciação dos recursos naturais, ou seja a redução do estoque, nem a degradação ambiental pela extração de tais recursos. Encontrando-se aqui uma contradição no SCN convencional.

Este tema é muito importante para o Peru, pois o país é exportador de matérias primas e principalmente de recursos naturais, entre os que destacam os recursos minerais. Isto implica que o crescimento do setor mineração e de suas exportações tem-se baseado majoritariamente na extração de recursos, o qual tem reduzido a riqueza do país, informação omitida pelas estatísticas. Tal omissão pode ser problemática já que os minerais não se renovam e estão sendo esgotados (apesar das descobertas), o que poderia comprometer as possibilidades de consumo no futuro sem que os principais indicadores econômicos o reflitam.

Pela relevância do setor mineração na economia peruana, é importante que o SCN reflita de melhor forma o desempenho e avaliação deste setor. Ao não registrar a perda de capital natural, descobertas e degradação ambiental, pode-se ocasionar uma distorção nas avaliações de desempenho econômico e nas estimativas das relações macroeconômicas, resultando no longo prazo em uma medida imprecisa de renda.

Atualmente, nem o BCRP, nem o INEI tem mensurado o estoque de capital natural para o setor mineral peruano. Nesse sentido, não realizam estimativas do valor monetário dos estoques de recursos, e não existe uma definição oficial do que se entende por reservas minerais.

4.6 Mudanças propostas no SCN peruano respeito aos recursos não renováveis

O Ministério do Ambiente (MINAM) tem trabalhado em ferramentas ambientais como o modelo PER e a pegada ecológica, em que esta última consta de um estudo nacional e

departamental³⁰, o que significa um início para organizar a informação necessária a ser contabilizada. Também, esta mesma entidade está realizando estudos de valoração, embora ainda não se tenha decidido pelo melhor método.

O SCAEI, que incorpora o custo de esgotamento dos recursos naturais (depreciação do capital natural) e a degradação ambiental, não tem podido ser usado de forma generalizada devido às limitações de informação e capacidades, ao pouco interesse das autoridades e, principalmente, à falta de consenso sobre as metodologias de valoração das duas ferramentas antes mencionadas. Portanto, no Peru o SCAEI é praticamente utilizado como um sistema paralelo embora complementar para a tomada de decisões.

Mas, na literatura sobre o estudo de caso peruano existem estudos que apresentam métodos para incluir a variação do estoque mineral na renda da mineração. Conta-se com seis trabalhos para estimar o PIB “verde” dos setores hidrocarbonetos, mineração e pesca: Tamayo (1994), García (1995), Pascó-Font et al. (1996), Orihuela e Ponce (2006), Orihuela (2008) e Figueroa et al. (2010). Com base em um modelo de otimização intertemporal de recursos naturais, os dois últimos autores deduzem a depreciação do capital natural e a degradação ambiental do PIB dos setores hidrocarboneto e mineração a fim de obter uma medida de renda mais apropriada. Em ambos os casos, os resultados coincidem em que os atuais PIBs setoriais superestimam suas respectivas medidas de renda verdadeira ou PIB verde.

Outra contribuição ao tema de contas verdes peruanas é dada por Orihuela e Nolzco (2011) que incluem não apenas o capital humano mas o componente ambiental no cálculo do fator de produtividade total (FPT). A inclusão dessas variáveis é estatisticamente significativa, o que permite aos autores propor uma medida mais inclusiva da função de produção agregada e, portanto, um estimador mais preciso do resíduo tradicional de Solow ou FPT.

Os estudos da economia do meio ambiente e dos recursos naturais centram-se na análise das falhas de mercado, as quais geram uma alocação ineficiente dos bens e serviços ambientais na economia. E esta é uma das origens dos problemas ambientais e, portanto, na abordagem neoclássica, requer-se tratar o meio ambiente como um bem econômico para o qual se precisa da valoração dos bens e serviços ambientais. No Peru, a maior parte desses estudos tem focado nessa valoração e não necessariamente no desenho de propostas integrais.

A valoração ambiental constitui uma ferramenta para mensurar a importância dos bens e serviços ambientais para que eles sejam considerados na tomada de decisões, constituindo-

³⁰ A divisão político-administrativa do Peru é por *regiones* e *departamentos*, sendo as maiores entidades subnacionais do país.

se em uma ferramenta poderosa para múltiplos fins: conservação de áreas naturais, proteção de biodiversidade, determinação do potencial turístico de zonas naturais, cálculo de tarifas ótimas, etc.

As aplicações de modelos na literatura nacional têm tido objetivos diversos. Não obstante, todos esses estudos convergem de uma ou outra forma em propostas a favor da conservação dos ecossistemas e em uma melhor qualidade de vida da sociedade. Os aportes têm sido agrupados segundo a quantidade de estudos: ecoturismo e pagamentos de serviços ambientais (MINAM, 2012a).

4.7 Mudanças necessárias no SCN peruano respeito aos recursos não renováveis

A importância de incluir o custo de exaustão do estoque (reservas) dos recursos não renováveis no SCN está em apresentar um indicador mais acurado da produção. Com a atual sistemática não se gera uma taxa por depreciação no SCN, o ativo natural pode exaurir-se e ser eliminado como fonte de renda, e este fato não ficará registrado no sistema.

O avanço neste tema se manifesta na elaboração de métodos que ajustam os indicadores que fornecem informação limitada na construção atual das contas nacionais. Esses ajustes se desenvolvem sob a definição de renda de Hicks, que é o máximo que um indivíduo pode consumir em um período de tempo sem piorar sua situação, e cuja finalidade prática é induzir uma conduta de consumo prudente (HICKS, 1946).

Da definição anterior, pode-se inferir que ao não considerar a perda dos recursos quando consumidos, os indicadores de crescimento que se baseiam na renda refletirão valores inexatos, e até contraditórios, uma vez que essa perda de valor passa a formar parte da renda.

Isto alerta que as contas nacionais apenas deveriam considerar a renda como tal e não o consumo dos ativos como parte da renda.

Para poder descontar o consumo dos ativos ambientais nas contas nacionais, isto é, para considerar a depreciação e degradação do estoque do RNR, é preciso registrar as mudanças desse estoque para proceder à sua valoração econômica e assim poder determinar com maior precisão qual o seu impacto na economia.

Esse registro de mudanças implica a criação de uma linha de base que permita conhecer o que se tem (nível) de recursos e em qual estado (qualidade) se encontram os mesmos, para determinar as variações período a período. Com a linha de base criada pode-se estabelecer a relação do capital natural com as atividades econômicas por meio da valoração econômica.

A valoração econômica consiste em quantificar em valores monetários os benefícios, atuais e potenciais, que proporciona o capital natural, assim como quantificar e internalizar os custos dos impactos ambientais que resultam da execução de atividades econômicas.

Por meio da estimativa do valor econômico dos recursos naturais e meio ambiente é possível determinar seu aporte para a economia, a alocação ótima desses recursos, a definição dos direitos de aproveitamento, a determinação de tarifas de extração ótimas, a estimativa de compensação por serviços ecossistêmicos.

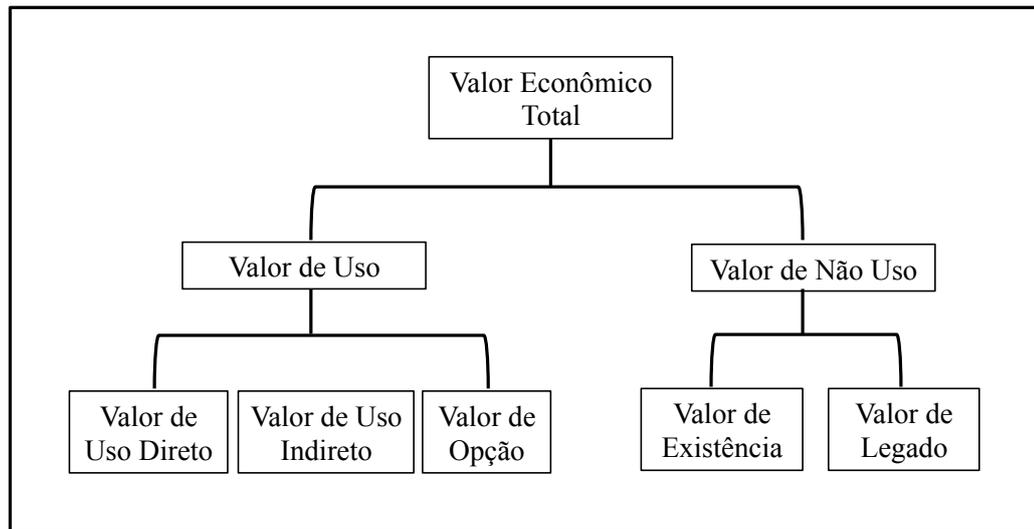
Portanto, em termos gerais, a valoração econômica é uma ferramenta importante na elaboração das contas nacionais verdes, pois permite obter resultados mais exatos, o que conduz à construção de indicadores mais robustos. A utilidade que o MINAM dá à valoração econômica está em:

- Mostrar a importância dos bens e serviços ambientais mediante a quantificação de seus aportes para a economia, local, regional e nacional.
- Desenhar políticas e tomar melhores decisões de investimento público e privado, assim como para o planejamento do desenvolvimento local, regional e nacional em relação à utilização dos recursos naturais.
- Priorizar os bens e serviços ambientais com maior potencial a curto e médio prazo, em termos de oportunidades de investimento, e de opções de uso sustentável.
- Realizar a análise custo-benefício para a priorização das atividades produtivas que envolvam a utilização do patrimônio natural.
- Calcular indenizações por danos ambientais.
- Cumprir requerimentos em legislação ambiental (por exemplo, setor mineração: os Estudos de Impacto Ambiental (EIAs) e Programas de Adequação e Manejo Ambiental (PAMAs) devem incluir a valoração econômica de impactos ambientais).

A valoração econômica total é determinada da forma tradicional, cujos componentes são o valor de uso e o valor de não uso (Gráfico 16).

A partir deste esquema, têm-se realizado diferentes esforços de contabilizar o valor econômico dos recursos naturais. A maior parte deles apontam para o valor de uso direto, uns poucos somam o valor de uso indireto, e estão experimentando alguns procedimentos mais globais. Em uns casos se considera a disponibilidade a aceitar uma compensação por um dano ambiental ou por limitar o acesso a recursos naturais.

Gráfico 16 – Valor econômico dos bens e serviços ambientais



Fonte: Azqueta, 2002.

O MINAM está elaborando o *Guía nacional de valoración económica del patrimonio natural*³¹, que valida os principais métodos de valoração econômica propostos pela economia ambiental mediante a realização de estudos de valoração em diferentes ecossistemas do território nacional. Assim também, o MINAM está elaborando uma proposta de arcabouço de valoração econômica dos impactos ambientais que são ocasionados como consequência do desenvolvimento das atividades econômicas mediante o desenvolvimento de casos aplicados dos principais setores da economia nacional. Esse arcabouço será de caráter nacional e fornecerá as pautas mínimas que todo estudo de valoração econômica deverá considerar, o que permitirá padronizar os procedimentos que deverão seguir os estudos de valoração econômica nos EIAs, tal como exige a modificação da *Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental*.

Os métodos de valoração econômica considerados pelo MINAM estão apresentados no Gráfico 17.

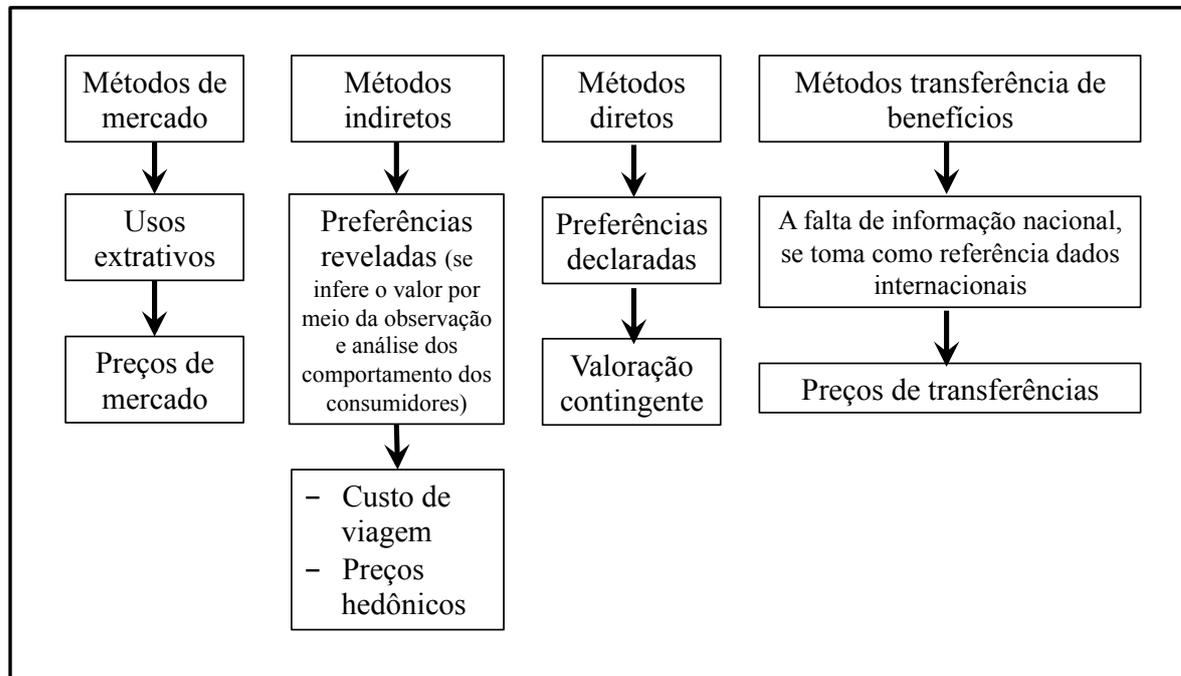
Vale mencionar que o MINAM, por meio de suas funções, está indiretamente impulsionando a inclusão da depreciação dos recursos naturais na contabilidade nacional por meio da valoração econômica.

Assim, o Decreto Legislativo N° 1013, 2008, Lei de Criação do Ministério do Ambiente, e o Decreto Legislativo N° 1039, 2008, art. 11, inciso f, determinam que o MINAM deve elaborar o inventário do patrimônio natural para ser valorizado com o fim de controlar a provisão dos serviços ambientais. E na Política Nacional do Ambiente (D.S N°

³¹ MINAM, *Informe Nacional del Estado del Ambiente 2009-2011* (2012).

012-2009-MINAM) se indica que o patrimônio natural deve ser aproveitado de forma sustentável e ser incorporado às contas nacionais.

Gráfico 17 – Classificação dos métodos de valoração econômica



Fonte: MINAM *Valoración Económica del Patrimonio Natural* (2009).

Em 2011, o MINAM identificou mais de cinquenta estudos de valoração econômica dos benefícios proporcionados pelos recursos naturais e serviços do ecossistema realizados com diferentes objetivos, em diferentes ecossistemas e utilizando diversos métodos de valoração. A maioria deles foi realizada no âmbito das áreas naturais protegidas como parte dos programas nacionais, por meio de um convênio assinado entre o governo do Peru e a Agência para o Desenvolvimento Internacional dos Estados Unidos de América (USAID, sigla em inglês).

O MINAM, por meio da Direção Geral de Avaliação, Valoração e Financiamento de Patrimônio Natural, vem realizando as seguintes atividades com respeito à valoração econômica dos recursos naturais³²:

- Elaboração da metodologia de inventário e valoração econômica do patrimônio natural
- Fortalecimento de capacidades em valoração econômica do patrimônio natural: setores, governos regionais e governos locais.

³² MINAM, *Valoración Económica del Patrimonio Natural*, 2009.

- Estudos de valoração econômica
- Estudos de gasto público em recursos naturais e biodiversidade
- Produção de mecanismos de compensação por serviços ambientais

Em relação ao método mais apropriado para valorar a depreciação dos recursos não renováveis, especificamente os recursos minerais, a literatura sugere o Método do Preço Líquido (MPL), que está sustentado por um modelo de otimização intertemporal. Segundo a classificação de valoração econômica seguida pelo MINAM (Gráfico 17), este é um método de mercado, pois os preços líquidos são multiplicados pelas quantidades correspondentes de existências de ativos, preços que são equivalentes à diferença entre o preço de mercado do recurso e seu custo marginal de extração unitário, diferença que é chamada de renda de Hotelling (valor de escassez do recurso natural) e se define como o retorno líquido da venda do recurso natural sob condições particulares de equilíbrio no longo prazo.

Logo, esse preço líquido se multiplica pelo estoque existente do RNR, abrangendo apenas as reservas conhecidas que são exploráveis nas condições econômicas atuais. O resultado é chamado de renda total de Hotelling (RHT) ou renda marginal ou renda líquida total.

A formalização do descrito anteriormente está representada na Equação 12:

$$RHT = (P_t - C_t)E_t \quad (12)$$

Em que:

$P_t - C_t$: Renda Hotelling ou preço líquido do recurso não renovável

E_t : estoque do recurso não renovável

Este modelo é equivalente ao custo de exaustão ou valor da depreciação de um recurso natural (HARTWICK e HAGEMAN, 1993).

O MPL tem a vantagem de usar informação relativa aos preços e custos de extração observáveis no mercado sem necessidade de projetar as rendas no futuro de forma arbitrária. No entanto, seu uso não está isento de inconvenientes: poderia assumir valores negativos quando as empresas que manejam os recursos geram perdas ou quando os custos de capital são maiores que os benefícios contáveis. Além disso, se os custos são altos, o MPL mostrará

um valor baixo e, portanto, levará a uma subestimação da renda ou, nesse caso, do valor da depreciação natural.

Outras das vantagens do MPL é que requer informação normalmente disponível (preços de mercado e quantidades extraídas). Se o custo marginal não está disponível, é possível converter a renda média em renda marginal usando os parâmetros de Davis e Moore (2000) para a mineração estadunidense. E se a informação de custos não estiver disponível, é usual inferir a renda média usando as contas nacionais.

4.8 Nova realidade pós-mudanças no SCN peruano

As mudanças propostas para refletir o desgaste dos recursos não renováveis no Sistema de Contas Nacionais peruano ainda não estão implementadas. Mas, como mencionado, existem estudos a respeito, e sobre seus resultados pode-se simular o novo panorama da contabilidade nacional.

4.8.1 Produto Interno Líquido Corrigido

O estudo mais recente e que corrobora os resultados de trabalhos anteriores de Pascó-Font et al. (1996) e Orihuela e Ponce (2004) é o realizado por Figueroa, Orihuela e Calfucura (2010) para o caso do setor de mineração peruano. Nesse trabalho, os autores estimam a renda econômica “verde” para o período 1992–2006 utilizando o MPL.

No estudo estimam-se três produtos internos líquidos corrigidos para avaliar qual o impacto das variáveis consideradas. O primeiro, PIL-1, é o PIB menos a depreciação dos recursos minerais; o segundo, PIL-2, é o PIB menos a depreciação dos recursos minerais e o custo da degradação ambiental; e o terceiro, PIL-3, é o PIB menos a depreciação dos recursos minerais e o custo da degradação ambiental mais o valor das novas descobertas.

Na Tabela 7, que mostra os resultados do estudo mencionado, compara-se o PIB convencional com os três PILs corrigidos. Note-se que na coluna do PIL-3 os dados são considerados a partir do ano de 1997 devido à falta de informação a respeito das novas descobertas dos anos anteriores e, portanto, foi criado o subperíodo 1997-2006 no qual pode-se comparar os quatro indicadores analisados.

Tabela 7 – PIB e PIL corrigido (milhões de dólares de 2006)

Ano	PIB	PIL-1	PIL-2	PIL-3
1992	3086	2244	2130	
1993	3447	2349	2235	
1994	3574	2457	2345	
1995	3803	2646	2528	
1996	4139	2870	2751	
1997	4603	3065	2943	3323
1998	4676	3321	3196	3596
1999	5533	3611	3504	3901
2000	5677	3800	3698	4065
2001	6337	4471	4366	4751
2002	7354	5047	4946	5243
2003	7638	4882	4781	5066
2004	8162	4840	4738	5102
2005	8758	4787	4686	5076
2006	8848	4444	4343	4671
PIB/PIL-1 (1992-2006)		1,56		
PIB/PIL-2 (1992-2006)			1,61	
PIB/PIL-1 (1997-2006)		1,60		
PIB/PIL-2 (1997-2006)			1,64	
PIB/PIL-3 (1997-2006)				1,51
Taxa de crescimento (1992-2006)	7,80	5,00	5,20	
Taxa de crescimento (1997-2006)	7,50	4,20	4,40	3,90

Fonte: Figueroa et al., 2010.

Observa-se que durante todo o período 1992–2006 o PIB convencional apresenta um valor maior a cada um dos PILs corrigidos (parte inferior da Tabela 7). Por exemplo, a medida do PIB é 56% maior à do PIL-1 no período completo, e essa diferença aumenta para 60% quando ambas as medidas são comparadas no subperíodo 1997–2006. Mas mesmo quando incluídas as três variáveis (depreciação dos recursos minerais, custo da degradação ambiental e valor das novas descobertas), que só podem ser analisadas no subperíodo, o PIB convencional resulta em valores maiores ao PIL-3 em 51%, o que demonstra que o PIL corrigido é um melhor indicador que o PIB porque este último é significativamente sobreestimado. Isto é comprovado com as taxas de crescimento de cada um dos indicadores no período e no subperíodo em análise, nos quais, por exemplo, observa-se que o PIB convencional cresceu a 7,5% e o PIL-3 a 3,90% durante 1997–2006. O hiato entre essas taxas confirma a perda relativamente maior do capital natural.

Os resultados do estudo de Figueroa et al. (2010) podem ser resumidos em quatro pontos:

- A depreciação do capital mineral no período flutuou entre 31% e 37% do PIB do setor.
- Com respeito à degradação ambiental causada pelo setor, esta representou 2,2% do PIB da mineração e 6,4% da perda total de capital natural bruto do setor. O valor das descobertas representou 3,3 vezes o custo da degradação ambiental, e 27,7% do valor da depreciação dos recursos minerais metálicos. Assim, a perda líquida de capital natural representa entre 23% e 47% do PIB da mineração.
- Com relação à taxa de crescimento das variáveis macroeconômicas, o PIB cresce a uma taxa superior à do PIL corrigido, o qual indica que a perda de capital natural no setor de mineração de metais tem sido maior durante os últimos anos do período 1992-2006. Assim, durante o subperíodo 1997-2006 o PIB cresceu a uma taxa de 7,5%, enquanto o PIL cresceu a uma taxa de 4,4%.
- Por outro lado, têm-se os impostos que provêm do setor mineração. Durante o período 1998-2006, o *Canon Minero* representou em média 7,4% do valor da perda bruta de capital natural, enquanto todos os impostos internos representaram em média 33% desse valor. Pelas análises realizadas acerca da contribuição do setor de mineração no desenvolvimento do país, esse trabalho conclui que este setor não tem reinvestido adequadamente a receita dos *royalties* da mineração proveniente do *Canon Minero*. Isto aponta que a indústria da mineração metálica peruana não esteve em um caminho sustentável durante o período de estudo, pelos menos do ponto de vista de um investimento ajuizado dos *rents* gerados pela dotação de recursos naturais do país como recomendado pela regra de Hartwick³³.

Como visto no caso específico dos minerais, os resultados dos estudos sugerem que uma porção significativa do crescimento econômico do Peru durante a década passada está baseada em uma sobre-exploração de seus recursos minerais, sem dar importância ao fato de serem esgotáveis, o que leva à rápida diminuição da riqueza do país. Tal omissão faz com que os indicadores tradicionais de renda do SCN superestimem o crescimento econômico.

³³ Hartwick, John M. *Intergenerational equity and the investing of rents from exhaustible resources*, 1977.

4.8.2 Contabilidade “verde”

A contabilidade “verde”, também chamada de contabilidade “ambiental”, tem sido direcionada aos recursos naturais e à poluição. Para El Serafy (2002), a contabilidade verde expressa uma “sustentabilidade fraca” centrada na manutenção da renda. Sua forma básica é compilar indicadores de mudança ambiental expressos em unidades físicas. Mas, tais indicadores são difíceis de combinar a fim de formarem um parâmetro geral que reflita o estado atual do meio ambiente, pois são dispares entre si, de forma que são necessárias “ponderações” para reuni-los em um só parâmetro. Para cumprir este objetivo, considerou-se o SCN tradicional, que já contava com limitações, entre eles a valoração econômica dos bens e serviços ambientais, muitos dos quais não podem ser mensurados em valores monetários. Mesmo assim, considerando uma transformação “verde” do SCN, a deterioração ambiental pode ser mensurada, pelo de menos, de forma aproximada.

A partir das limitações do SCN tradicional, em 1993 o Banco Mundial, o Fundo Monetário Internacional, a Comissão das Comunidades Europeias, o Departamento Estatístico das Nações Unidas e a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico apresentaram em conjunto um SCN reformado que constava de “contas satélites para o meio ambiente”; as contas satélites propriamente ditas foram desenvolvidas pelo Departamento Estatístico das Nações Unidas. Porém, esse novo sistema ainda mantém separado o sistema econômico do meio ambiental.

El Serafy (2002) aponta claramente outra possível razão pela qual a integração entre o econômico e o ambiental não se concretizaram no SCN. Essa razão predomina nas economias exportadoras de matérias primas. Existe um desejo por parte das instituições desses países de proteger as estimativas tradicionais e de ver que as novas estimativas (ajustadas segundo o SCN reformado) não interromperão a continuidade das séries temporais (pouco adequadas) que têm sido amplamente utilizadas como base da análise econômica e política. Com a contabilidade verde, os novos agregados econômicos dos países em desenvolvimento, geralmente dependentes da produção primária, teriam consideráveis variações nas suas cifras de produto, poupança, investimento e taxas de crescimento econômico, que poderiam pôr em dúvida os fundamentos de sua análise macroeconômica e sua formulação política. O Peru se encaixa nessa situação ao superestimar seu PIB, o que tem sido comprovado na literatura a respeito.

Com a tentativa de integrar a contabilidade econômica e ambiental, a UNSTATS publica o SCAEI que, devido sua complexidade não pode ser implementado nos países

objetivo; logo, elabora-se outra versão do SCAEI de 1999 sem obter maior sucesso que a versão anterior. A última versão do SCAEI é a do ano 2012, com uma metodologia aparentemente menos complexa que as anteriores, pois enfatiza sua flexibilidade para que as contas nacionais de cada país possam se adaptar gradualmente a ele.

O principal ponto de ajuste proposto por vários dos defensores da contabilidade verde é começar com uma medida bruta, como o PIB. Assim, o cálculo de um Produto Nacional Líquido seria feito em duas etapas. Primeiro, se descontaria do PIB a depreciação do capital produzido para conseguir o Produto Interno Líquido (PIL). Logo, se deduziria uma estimativa da depreciação do capital natural. O problema disso é a valoração à alta do estoque dos recursos naturais, sobre todo dos recursos minerais, o que daria origem à “depreciação positiva” (EL SERAFY, 2002).

Os estudos demonstram que o PIB é inadequado para ser considerado como um indicador de riqueza e/ou renda nacional e, também, de bem-estar. O conceito de bem-estar em si está apenas relacionado com a produção quando é estimado por meio das contas nacionais, mas pertence a uma categoria diferente; a renda e a produção são quantidades comprováveis. Logo, o PIB superestima o crescimento econômico que por erro se entende como incremento do bem-estar social. Apesar disso, é considerado como uma *proxy* do progresso, ou seja, continua-se relacionando-o direta e erradamente com o desenvolvimento sustentável. Portanto, por força, o PIB continua sendo o indicador mais representativo do SCN, já que com base nele se tomam decisões de política econômica, mesmo não podendo ser considerado um bom indicador.

Os resultados obtidos pelas correções realizadas nos indicadores do SCN mostram um “novo” desempenho econômico do país, ajudam a esclarecer o paradoxo de um país como o Peru, que apresenta um crescimento econômico importante desde a década passada, porém não representa um exemplo de experiência de desenvolvimento sustentável.

Do anterior, pode-se inferir que as altas taxas de crescimento calculadas pelo PIB não garantem desenvolvimento, na medida em que o padrão econômico seja excludente e concentrador de renda. O PIB apenas mostra se uma atividade econômica aumenta ou reduz a riqueza nacional, mas não reflete a distribuição de renda.

Assim, as mudanças feitas no SCN com o objetivo de incluir aspectos ambientais resultam, em teoria por enquanto, em uma contabilidade “verde” cujo fim, ainda sem sucesso, é integrar a economia e o meio ambiente. Se a contabilidade verde se concretasse, poderia se falar de uma contabilidade abrangente, com indicadores que pudessem refletir uma melhor

aproximação da real situação econômica e ambiental, o que levaria a reformulação positiva das bases de análise nas quais se baseiam as políticas econômicas e sociais.

No caso dos RNR, contas nacionais corrigidas conduzem a um melhor uso desses recursos, que são um componente crítico das exportações e das receitas do governo peruano. Ao ser colocado em evidência que a riqueza natural está sendo exaurida, as decisões de política econômica seriam mais realistas, podendo usar-se as receitas, que são voláteis se provêm da exploração de minerais, eficientemente para impulsar a poupança nacional e o investimento.

Sabe-se que com indicadores corrigidos do Sistema de Contas Nacionais, os padrões de crescimento econômico serão mais modestos, informação que poderia conscientizar os tomadores de decisões e formuladores de políticas de que as reservas de recursos naturais, sobretudo minerais, não sustentarão ilimitadamente a produção do país. A fonte de riqueza do país está se esgotando e as políticas econômicas adotadas não seguem de acordo com essa característica particular dos recursos não renováveis, pois incentivam sua sobre-exploração. O objetivo do SCN, finalmente, é mostrar toda a informação possível, incluindo a depreciação do capital natural (RNR), a fim de otimizar a produção agregada que cria renda.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Da micro à macroeconomia dos recursos não renováveis

O objetivo da microeconomia dos recursos minerais (recursos não renováveis) é otimizar a alocação desses recursos no tempo. Para atingir esse objetivo, a regra de Hotelling é condição necessária para a determinação da taxa ótima de extração de um recurso não renovável. Segundo a regra, a taxa de crescimento do preço do recurso deve ser igual à taxa de juros do mercado. Isto determina a trajetória ótima de extração do recurso até sua exaustão total.

Esse aporte no nível micro salienta a importância do esgotamento dos RNR no nível agregado, cuja exploração ineficiente no tempo pode conduzir a prejuízos econômicos, sociais e ambientais. Os microfundamentos da macroeconomia levam à reflexão do que deve ser considerado na construção dos indicadores econômicos.

A macroeconomia utiliza o SCN como um instrumento que constrói agregados monetários (crescimento econômico, preços e inflação, distribuição da renda, emprego e desemprego) com o objetivo de mensurar o desempenho econômico do país.

Em relação ao objetivo da macroeconomia, o SCN ignora o esgotamento do capital natural, apesar de ser de muita importância para a produção considerar a diminuição do estoque natural. Essa diminuição também se traduz em uma diminuição da riqueza do país. Portanto, tal omissão de informação faz do SCN um instrumento incompleto e pouco confiável no momento da formulação de políticas econômicas.

Como estudo de caso, observa-se que a economia peruana depende fortemente da exploração dos recursos minerais (58% de suas exportações totais são minerais). O PIB do país cresceu em média 6,4% no período 2003-2012 que, como esperado ao se analisar as contas nacionais peruanas, é um indicador superestimado, pois não contabiliza o esgotamento dos recursos naturais. Estudos preliminares sobre a avaliação dos recursos naturais relacionados com a mineração peruana corroboram que as cifras de crescimento econômico estão superestimadas. O estudo de Figueroa et al. (2010) mostra que entre 23% e 47% da renda anual da mineração corresponde à depreciação do capital de recursos minerais. Sob essas condições, é possível advertir que as políticas do governo peruano estão baseadas em um PIB muito otimista. Esse indicador poderia promover o incremento na taxa de exploração dos minerais, em outras palavras, promoveria uma rápida exaustão dos recursos, que pode levar a uma situação de desastre econômico e ambiental no mediano e longo prazo.

Dada a relevância do caso, em que está evidente a necessidade de reformar o SCN tradicional, as Nações Unidas têm desenvolvido um sistema de contas satélite denominado Sistema de Contabilidade Ambiental e Econômica Integrada (SCAEI) com a finalidade de fornecer um novo marco para a incorporação das variáveis em discussão no SCN. Porém, apesar do propósito, essas normas não têm sido aplicadas nos países em desenvolvimento, de uma parte devido à limitada disponibilidade de recursos e, de outra, por interesses políticos (fraqueza das instituições).

5.2 Limitações para incorporar a exaustão das reservas minerais nas contas nacionais do Peru

Um cenário desejável é aquele que o SCN reflita cifras acuradas do crescimento econômico. O que é possível atualmente está condicionado pela informação disponível que se tem para poder inserir na contabilidade nacional a valoração do esgotamento dos recursos. Logo, o hiato entre ambos os cenários são as limitações que impedem o passo do possível ao desejável.

Tem-se identificado três limitações que fazem da contabilidade nacional um instrumento macroeconômico impreciso e, portanto, pouco confiável:

1. A metodologia do SCN convencional. O mesmo sistema é uma limitação em si porque ao considerar apenas a depreciação do capital produzido e não a do capital natural demonstra que a metodologia do SCN tem um erro de omissão de informação. Essa omissão parte da hipótese de que os recursos naturais são ilimitados ou perfeitamente substituíveis. Uma das características do sistema convencional é que nele se contabilizam fluxos e não estoques e ao assumir isto se esquece que para que se gerem fluxos é necessário que exista estoque de capital, seja produzido, humano ou natural. Além disso, o SCN apenas considera a exploração dos recursos naturais como uma receita ou produção, em termos da produção de outros bens ou a extração e consumo do recurso.
2. A qualidade da informação necessária para implementar as reformas do SCN. Para poder contabilizar a exaustão dos RNR é necessário ampliar o sistema de dados a fim de incluir uma linha de base desses recursos. Quanto mais informação, melhores estimativas podem fornecer os métodos. Com resultados mais confiáveis, os tomadores de decisões conseguirão aplicar políticas que permitam diminuir o efeito do consumo presente em favor de um fluxo de rendas no futuro. Portanto, o

país precisa modernizar a forma da coleta de dados macroeconômicos para superar a informação imprecisa que atualmente se tem.

3. As instituições. A implementação de um sistema de contas satélite que pretenda ligar a estatística ambiental com a estatística econômica requer a aprovação institucional do país. O interesse do governo por preservar uma alta taxa de crescimento em detrimento da produção futura (de longo prazo) é uma barreira muito difícil de transpor. A adoção das reformas no SCN implica que as instituições mudem de estratégia, colocando de lado o *rent-seeking* para dar lugar à pesquisa e desenvolvimento de melhores práticas que permitam um SCN mais preciso no fornecimento de informação econômica.

As falhas do SCN convencional indicam que ele precisa ser reformulado, isto é considerar a estatística ambiental. Ao ligar as estatísticas do meio ambiente com as da economia se estaria ajustando as atuais taxas de crescimento e, portanto, melhorando a base da análise macroeconômica em termos de resultados, mas não em termos de meios (ou instrumentos) de mensuração do crescimento. Ou seja, mudar a metodologia do SCN para torna-lo mais abrangente no sentido de processamento de informação significa que o sistema tenha que “expandir” seu campo de pesquisa e coleta de dados sem, no entanto, anular ou desconsiderar o que já se tem no sistema.

Em outras palavras, a mudança da contabilidade nacional tem a ver com ampliar o acervo de informação para gerar resultados de melhor qualidade, com base nos quais se tomariam melhores decisões político-econômicas. Assim, não é necessário criar novos indicadores do crescimento, porém sim ajustar ou aperfeiçoar as medidas com as que se conta atualmente.

Finalmente, é importante não confundir o PIB com bem-estar social. Deve-se considerar que o campo econômico tem mudado desde que se reconhece que este faz parte de um campo maior, a biosfera, e essa integração fez com que o hiato entre o PIB e o bem-estar social seja maior do que costumava ser. Assim, o PIB, como seu nome o indica, mede o produzido e para tal fim foi criado, de maneira que seu uso e interpretação devem ser conduzidos com maior cuidado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÜERO, P. H. V. **Avaliação econômica dos recursos naturais** (Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade), 1996.

AMAZONAS, M. C. **Economia Ambiental Neoclássica e Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: IBAMA/CEBRAP, s/d. Disponível em: <http://wwwsr.unijui.tche.br/ambienteinteiro/econo-amb.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2014.

AZQUETA, D. **Introducción a la Economía Ambiental**. Ed. McGraw-Hill. Madrid, 2002.

BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ. **BCRP Series Estadísticas**. Disponível em: <http://www.bcrp.gob.pe/estadisticas.html>. Acesso em: 14 mar. 2014.

BARRANTES, R. Cuentas nacionales, medio ambiente, recursos naturales. **Debate agrario**, (33), 61-72, 2001.

BARTELMUS, P.; STAHLER, C.; TONGEREN, J. Integrated Environmental and Economic Accounting - A Framework for a SNA Satellite System. **Toward Improved Environmental Accounting**, World Bank, Washington D.C., p. 45-65, 1993.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE GERENS. **El desempeño de la industria minera mundial: 1992 – 2012**, 2013. Disponível em: www.gerens.pe. Acesso em: 10 dez. 2013.

COMISSÃO DE ESTATÍSTICA DAS NAÇÕES UNIDAS. **System of Environmental-Economic Accounting (SEEA) - Central Framework**, UNSC, 2012. Disponível em: http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/White_cover.pdf. Acesso em: 7 abr. 2014.

COYLE, D. **GDP: A Brief but Affectionate History**. Princeton University Press, 2014.

DAVIS, G.; MOORE, D. Valuing mineral stocks and depletion in green national income accounts. **Environment and Development Economics**, 5(1), p. 109-127, 2000.

DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA DAS NAÇÕES UNIDAS. **Sistema de Cuentas Nacionales (SCN)**, UNSTATS, 2008. Versión en español. Disponível em: <http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/SNA2008Spanish.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2014.

EL SERAFY, S. La contabilidad verde y la sostenibilidad. **Información Comercial Española - Monthly Edition**, p. 15-30, 2002.

FIGUEROA, E.; CALFUCURA, E. Growth and green income: evidence from mining in Chile. **Resources Policy**, 29 (3), p. 165-173, 2003.

_____; ORIHUELA, C.; CALFUCURA, E. Green Accounting and the Peruvian Metal Mining Sector: 1992-2004. **Resources Policy**, vol. 35 (3) p. 156-167, 2010.

GALARZA, E. **La economía de los recursos naturales**. Biblioteca Universitaria, Universidad del Pacífico, Lima (Perú), Centro de Investigación, 2010.

GARCIA, I. **Contabilidad de recursos naturales renovables**: El sector pesquero peruano (Tesis para optar el grado de licenciado en Economía. Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias Sociales), 1995.

GRAY, L. C. Rent under the assumption of exhaustibility. **The Quarterly Journal of Economics**, 28 (3), 466-489, 1914.

GROSSI, J.; VALENTE, J. **Guia Prático para Cálculo de Recursos e Reservas Minerais**. Versão Primeira, junho de 2003. Disponível em: <http://www.geologo.com.br/JORC.ASP>. Acesso em: 08 abr. 2014.

HARRIS, J. M.; CODUR, A. M. **Macroeconomics and the environment**. Global Development And Environment Institute. Tufts University, Medford, 58, 2004.

HARTWICK, J. Intergenerational equity and the investing of rents from exhaustible resources. **American economic review**, 67.5: 972-974, 1977.

_____; HAGEMAN, A. Economic depreciation of mineral stocks and the contribution of El Serafy. **Toward Improved Accounting for the Environment**, Lutz, E. (Eds.), 1993.

HICKS, J. **Value and capital**. Vol. 2. Oxford: Clarendon Press, 1946.

HOTELLING, H. The economics of exhaustible resources. **Journal of political Economy**, 39, 1931.

INSTITUTO DE INGENIEROS DE MINAS DEL PERÚ, MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. **Minería Peruana: Contribución al Desarrollo Económico y Social**, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. **Conoce los conceptos básicos para comprender la economía del país**. Perú. Disponível em: http://www.mef.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=52%3Aconoce-los-conceptos-basicos-para-comprender-la-economia-del. Acesso em: 20 abr. 2014.

_____. **Perú: Cuentas Nacionales 2007. Año Base 2007**. Colección Año Base 2007 – N° 1. Lima, fevereiro 2014.

_____. **INEI Series Nacionais**. Perú. Disponível em: <http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/>. Acesso em: 13 mar. 2014.

_____. **Metodología de Cálculo del Producto Bruto Interno Anual**. Perú. Disponível em: <http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/metodologias/pbi02.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2014.

INSTITUTO PERUANO DE ECONOMÍA. **Regalías mineras, petroleras y gasíferas**. Disponível em: <http://ipe.org.pe/content/regalias-mineras-petroleras-y-gasiferas>. Acesso em: 20 abr. 2014.

LIVERNOIS, J. On the empirical significance of the Hotelling rule. **Review of Environmental Economics and policy**, 3(1), 22-41, 2009.

MADURO-ABREU, A.; NASCIMENTO, D. T.; MACHADO, L. O. R.; COSTA, H. A. Os limites da Pegada Ecológica. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, 19, 2009.

MARSHALL, A. **Elements of economics of industry, the first vol. of Elements of economics**, 1892.

_____. **Principles of economics**. London: Mac-Millan, 1890.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. **MEM Anuario 2012**. Disponível em: http://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=1&idPublicacion=277. Acesso em: 15 mar. 2014.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. **Sistematización y elaboración de una base de datos de estudios de valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos**. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, MINAM 2012a. Documento não publicado.

_____. **Informe del ambiente 2009-2011**, 2012. Disponível em: <http://sinia.minam.gob.pe/public/docs/3137.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2014.

_____. **Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental**. Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental. Disponível em: http://www.mincetur.gob.pe/newweb/Portals/0/Turismo/Gestion%20Ambiental/pdfs/Ley_274_46_SNEIA_SEIA.pdf. Acesso em: 18 mar. 2014.

_____. **Valoración Económica del Patrimonio Natural**, 2009. Disponível em: <http://www.minam.gob.pe>. Acesso em: 02 abr. 2014.

MUELLER, C. C. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente**. Editora UnB, 2007.

ORIHUELA, C. **Sostenibilidad e ingreso del sector hidrocarburos peruano**. PBC04-2008. Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES), 2008. Disponível em: www.cies.org.pe. Acesso em: 15 fev. 2014.

_____; NOLAZCO J. La productividad total de factores incorporando variables ambientales: el caso peruano. **Revista Natura@ economía**, 1(2), 29-48, 2013.

_____; PONCE, R. **Ingreso nacional “verde”**: el caso de la minería peruana durante 1992-2004. Documento aceito para o *XXIV Encuentro de Economistas*, organizado pelo Banco Central de Reserva do Peru, Lima, 2006.

_____. Valorando los recursos naturales y su incorporación en las cuentas nacionales: el caso minero peruano, **Apuntes**, n. 54, p. 89-108, 2004.

PASCÓ-FONT, A.; MCCORMICK, E.; SCHROTH, E. **Ingreso sostenible de la minería peruana**. Investigaciones Breves 1. Consorcio de Investigación Económica y Social-CIES, 1996.

PERMAN, R.; MA, Y.; MCGILVRAY, J.; COMMON, M. **Natural Resource and Environmental Economics**, Pearson Education Ltd. Harlow, UK, 2003.

PERÚ. Decreto Legislativo N° 109, 12 de junio de 1981, Lima. Promulga a **Ley General de Minería**. Novena Disposición Transitoria del Decreto Legislativo N° 708, 03 de junio de 1992, Lima. Establece por Decreto Supremo la aprobación del **Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería**. Diario El Peruano, 1992.

RIERA, P.; GARCÍA, D.; KRISTRÖM, B.; BRÄNNLUND, R. **Manual de economía ambiental y de los recursos naturales**. Editorial Thomson Paraninfo, 355 pp., ISBN: 84-9732-360-6, Madrid, 2005.

SEINFELD, J.; CUZQUEN, G.; FARJE, G. **Introducción a la economía de recursos naturales y del medio ambiente**, Serie Apuntes de Estudio, Lima: Centro de Investigación Universidad del Pacífico, 1998.

SÉRUZIER, M. **Medir la economía de los países según el Sistema de Cuentas Nacionales**, 700 pp. Copublicaciones ISBN: 958-682-512-4 Alfaomega, CEPAL, 2003.

SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA, PETRÓLEO Y ENERGÍA. Canon Minero. **Informe Quincenal de la SNMPE**, N° 09, maio 2013. Disponível em: <http://www.snmpe.org.pe/informes-y-publicaciones-snmpe/informes-quincenales/sector-minero.html?limitstart=0>. Acesso em: 15 fev. 2014.

_____. Destino de las exportaciones mineras. **Informe Quincenal de la SNMPE**, N° 08, agosto 2012. Disponível em: <http://www.snmpe.org.pe/informes-y-publicaciones-snmpe/informes-quincenales/sector-minero.html?limitstart=0>. Acesso em: 15 fev. 2014.

_____. Reservas Mineras. **Informe Quincenal de la SNMPE**, N° 12, outubro 2011. Disponível em: <http://www.snmpe.org.pe/informes-y-publicaciones-snmpe/informes-quincenales/sector-minero.html?limitstart=0>. Acesso em: 15 fev. 2014.

STAMFORD, A.; SOUZA, F. M. Introdução à economia da extração dos recursos naturais. **Ensaio sobre economia agrícola e meio-ambiente no Nordeste**. Recife: PIMES/UFPE, 229-255, 2000.

TAMAYO, L. **Los recursos naturales y el ingreso nacional**: El caso del valor agregado petrolero 1979-1990. Lima. Mimeo, 1994.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Mineral Commodity Summaries**, USGS, 2012. Disponível em: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2012/mcs2012.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2014.