

## **Valoração Econômica Ambiental: um estudo analítico e teórico dos métodos e suas multi-aplicabilidades**

Pedro dos Santos Portugal Júnior  
Centro Universitário do Sul de Minas  
UNIS-MG  
pedrorotaract@hotmail.com

Nilton dos Santos Portugal  
Centro Universitário do Sul de Minas UNIS-MG  
nilton@unis.edu.br

Gustavo Andrade Abreu  
Centro Universitário do Sul de Minas UNIS-MG  
gustavo@lcatelematica.com.br

### **RESUMO**

*O desenvolvimento sustentável, nos dias atuais, age diretamente nas decisões administrativas e econômicas dos agentes da sociedade, baseado nisto o presente estudo apresenta uma análise teórica de alguns métodos de valoração econômica ambiental, suas características e aplicações. Em suma, o artigo apresenta dois métodos como complementos de outros já existentes, bem como a proposta de uma valoração pela multi-aplicabilidade de métodos. Inicia-se o estudo por meio de uma definição dos fatores de produção, com ênfase no fator recursos naturais; posteriormente tratando sobre a teoria do valor econômico total dos recursos naturais. Em seguida o estudo converge para a análise dos métodos de custos de reposição, preços hedônicos, produtividade marginal ou dose resposta, curva de possibilidade de produção e o de confrontação do benefício marginal social com o custo marginal social. O artigo encerra-se com a proposta do método de valoração pela multi-aplicabilidade destes métodos.*

**Palavras-chave:** meio ambiente, valoração econômica ambiental, multi-aplicabilidade de métodos.

### **INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos a busca pelo desenvolvimento econômico sustentável determinou o surgimento de novas concepções dentro das ciências de gestão. Prova disso é o aparecimento da economia do meio ambiente, que, mesmo sendo recente, já apresenta toda uma série de estudos e análises que visam dar subsídio à tomada de decisões dos agentes econômicos.

Um dos componentes da economia do meio ambiente é o estudo da valoração dos recursos naturais e de seus métodos. Esta questão se deve principalmente ao fato de que nos processos produtivos (viga mestra do processo econômico) ocorrem externalidades negativas, principalmente ambientais.

Essas externalidades negativas são definidas por Paulani e Braga (2000, p.81) como “custos decorrentes da atividade econômica e que não são valorados pelo mercado [...] como a poluição dos rios, do ar, redução das florestas nativas, etc”. É desta questão que surge a economia do meio ambiente e seu desafio de criar métodos de valoração ambiental, a fim de contribuir para o desenvolvimento sustentável, que inclui: crescimento da produção, justiça distributiva e preservação ambiental.

Importante salientar que o desenvolvimento sustentável não significa, segundo Romeiro (2003) a busca por um ecossistema estático, mas sim em equilíbrio, sendo assim um processo dinâmico de interações entre as diversas espécies nele contidas.

Baseado nestas considerações, o presente estudo parte do seguinte questionamento: como a valoração ambiental pode ser realizada com base em determinados métodos?

De maneira generalizada objetiva-se analisar determinados métodos de valoração. Especificamente os objetivos são demonstrar a possibilidade de valoração pela multi-

aplicabilidade de métodos em um mesmo caso, bem como apresentar dois métodos como extensão de outros já existentes.

Um estudo deste tipo justifica-se, principalmente na atualidade, pelo fato de que a sociedade como um todo discute e debate a busca do desenvolvimento sustentável e a valoração dos recursos naturais. A capacidade do planeta de suportar os impactos dos processos produtivos deve ser levada em consideração por todos e cabem aos cientistas, dentre eles os próprios economistas, proporem métodos e formas de buscar a preservação ambiental.

Romeiro (2003, p. 17) afirma que “o progresso científico e tecnológico na avaliação dos impactos ambientais e sua contabilização monetária são elementos importantes nesse processo de educação e conscientização ecológica”.

Isto posto, não basta apenas crescer a produção, pois como afirma Lima (2007) um processo que se utiliza de recursos oriundos de uma exploração não sustentável não pode ser considerada como uma contribuição para o desenvolvimento sustentável.

Ainda o mesmo autor explica que não há uma correlação entre bem estar geral da população e a maneira como a sociedade se relaciona com a natureza, ou seja, não é necessário explorar os recursos naturais até o esgotamento para aumentar o bem estar social.

Para cumprir com os objetivos propostos neste artigo foi escolhido o método dedutivo, que conforme Munhoz (1989, p. 24) consiste em “[...] um caminho de investigação que implicitamente admite para casos particulares a validade de conclusões geradas a partir de regras de comportamento mais gerais, ou de verdades estabelecidas”, com o intuito de demonstrar a multi-aplicabilidade de alguns métodos na valoração das perdas ambientais.

O procedimento técnico de pesquisa utilizado é a pesquisa bibliográfica, que para Gil (1991) é elaborada a partir de material já publicado, principalmente de livros, artigos de periódicos e de internet. Sendo assim uma pesquisa exploratória e de nível teórica, podendo posteriormente ser aplicável.

## 1. FATORES DE PRODUÇÃO

Antes de iniciar o estudo sobre os métodos de valoração ambiental torna-se importante entender o processo produtivo como utilizador direto dos fatores de produção, que permitem que este processo ocorra, ou seja, a produção de qualquer bem ou serviço somente ocorre pela combinação dos fatores.

Para Vasconcellos e Garcia (2005) os fatores de produção também são chamados recursos de produção da economia, sendo constituídos pelo capital, recursos naturais, trabalho (recursos humanos) e inovações tecnológicas.

O fator capital ( $K$ ) corresponde, conforme Cano (1998, p. 29) “aos instrumentos auxiliares da produção e aos bens que ampliam a capacidade produtiva da nação”, como exemplo pode-se citar as máquinas, ferramentas, instalações, implementos, edifícios destinados à produção, portos, aeroportos, estradas, dentre outros.

Para Rossetti (2003) este conjunto de riquezas, que dá suporte à produção, está presente em todas as sociedades economicamente organizadas, independente de seu nível de desenvolvimento. Logicamente que nos países mais desenvolvidos este nível é maior do que nos países menos desenvolvidos.

Este fator tem uma importância preponderante no processo de produção no que tange ao fato de ser um facilitador deste processo permitindo-se uma larga escala produtiva, e o seu uso, segundo Rizzieri (2001, p. 22) “introduz os métodos indiretos, além de contribuir para o aumento da produtividade do trabalho.”

O fator recursos naturais (RN) também conhecido como “terra”, engloba todos os recursos provenientes da natureza utilizados na produção. Rossetti (2003, p. 92) afirma que “as reservas naturais, renováveis ou não, encontram-se na base de todo o processo de produção. As dádivas da natureza, aproveitadas pelo homem em seus estados naturais ou então transformadas, encontram-se presentes em todas as atividades de produção”.

Cano (1998) aponta como os principais recursos naturais utilizados: o solo e subsolo (vegetais e minerais), os recursos hidrológicos (alimentos, matérias primas, água), clima (que proporciona a própria agricultura), dentre outros.

Para Nogueira et al. (1998) este fator tem importantes funções, como por exemplo: fornecimento de matéria prima, capacidade de suporte de ecossistemas, assimilação dos resíduos oriundos dos processos de produção, regulações climáticas, biodiversidade, dentre outros.

Sua utilização deve sempre envolver análises com relação aos impactos causados na natureza através de um uso incorreto desses recursos, conhecidos como externalidades negativas, ou seja, os benefícios advindos do uso de determinado recurso natural podem não superar os custos que a humanidade irá ter que arcar neste caso.

Devido a sua importância e aos impactos das externalidades o estudo da valoração econômica deste fator é foco principal desta pesquisa.

O fator trabalho (T) também conhecido como a presença direta do elemento humano no processo de produção, ou como a base demográfica da atividade econômica.

Ruiz (2003) afirma que o homem é o agente da produção, sendo que é através de seu trabalho, aliado aos recursos naturais e ao capital, que irá surgir a produção de bens e serviços.

Para Cano (1998) muitos são os aspectos que envolvem o fator trabalho, porém dois são mais importantes: a população economicamente ativa (PEA) que indica o volume proporcional de pessoas efetivamente voltadas para o mercado de trabalho; e a qualificação do trabalho desta população economicamente ativa.

O fator inovações tecnológicas (S) também conhecido como capacidade tecnológica, representa para Rossetti (2003, p. 131) um elo de ligação interfatores sendo “constituída pelo conjunto de conhecimentos e habilidades que dão sustentação ao processo de produção [...] envolvendo todo este processo, em todas as suas etapas.”

Para Adelman (1972, p. 12) representa “o fundo de conhecimento científico, técnico e organizacional aplicado da sociedade [...] que permite a análise de mudanças na produtividade da terra, trabalho e capital que não sejam devidas a variações em sua taxa de utilização”.

Isso ocorre principalmente, segundo Ricardo apud Souza (1999), pelo fato de que essas inovações tecnológicas permitem uma elevação da produtividade marginal do fatores.

Este fator está diretamente ligado ao processo de pesquisa e desenvolvimento de novos processos ou de novos produtos e à própria capacitação na operação das atividades de produção e suas possíveis mudanças.

## 2. VALOR ECONÔMICO TOTAL DOS RECURSOS NATURAIS

Essa sistemática procura apresentar uma forma de valorar o recurso ambiental, bem como detalhar os componentes deste valor.

Smith (1997) apud Sinisgalli (2005) afirma que o valor econômico total dos recursos e serviços naturais representa o custo marginal do capital natural.

Para May et. al. (2003) apud Gonçalves (2006), o valor econômico total de um recurso ambiental compreende a soma dos valores de uso e do valor de existência do recurso

ambiental, este último também conhecido como valor de não uso. Os valores de uso compreendem a soma dos valores de uso direto, uso indireto e valores de opção.

Assim, conforme o quadro 1 o valor econômico total pode ser dado pela equação:

$$VET = VU + VNU$$

Onde VET é Valor Econômico Total, VU Valor de Uso e VNU Valor de Não Uso.

Lembrando que o valor de uso é desagregado em valor de uso direto, valor de uso indireto e valor de opção, portanto:

$$VU = VUD + VUI + VO$$

Quadro 1 Decomposição do valor econômico de um recurso ambiental

<b>Valor Econômico do Recurso Ambiental</b>	<b>Valor de Uso</b>	<b>Valor de Opção</b> Intenção de consumo direto ou indireto do bem ambiental no futuro.
	<b>Valor de Não Uso</b>	<b>Valor de Uso Indireto</b> Benefícios indiretos gerados pelas funções ecossistêmicas.
		<b>Valor de Uso Direto</b> Apropriação direta de recursos ambientais, via extração, visitação ou outra atividade de produção ou consumo direto.
		<b>Valor de Existência</b> Valores não associados ao consumo, e que referem-se a questões morais, culturais, éticas ou altruística em relação à existência dos bens ambientais.

Fonte: Maia et. al. (2004, p. 4).

May et. al. (2003) apud Gonçalves (2006), faz uma análise discriminada dos componentes do Valor Econômico Total:

- Valor de uso direto é aquele derivado da utilização ou consumo direto do recurso, sendo que o mesmo recurso ambiental pode ter vários usos distintos e, sendo assim vários valores de uso direto.
- Valor de uso indireto consiste no valor que advém das funções ecológicas do recurso ambiental. É o bem-estar proporcionado pelo recurso ambiental de forma indireta (por exemplo: a qualidade da água, o ar puro, dentre outros).
- Valor de opção relaciona-se com a quantia que os indivíduos estariam dispostos a pagar para manter o recurso ambiental para o uso no futuro, ou seja, deixando de usar no presente para usá-lo no futuro.
- Valor de não uso ou valor de existência está relacionado com a satisfação pessoal em saber que o recurso está lá, sem que o indivíduo tenha vantagem direta ou indireta dessa presença, sendo assim diferente do valor de uso, que representa o valor que as pessoas obtêm a partir do uso do objeto.

Assim sendo, para a valoração econômica deve-se tomar o cuidado de não adicionar valores mais de uma vez, ou ainda, não somar valores que não seriam possíveis se outro uso do recurso tiver sido considerado.

### 3. MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL

Os estudos recentes da economia do meio ambiente produziram uma série de métodos de valoração econômica dos recursos ambientais, bem como de suas perdas. Dentre estes métodos, o presente estudo concentra-se nos seguintes:

- Método de Preços Hedônicos (MPH);
- Método de Custos de Reposição (MCR);
- Produtividade Marginal e Método de Dose Resposta (MDR)
- Método da Curva de Possibilidade de Produção (CPP);
- Método da confrontação do Benefício Marginal Social e do Custo Marginal Social (BMgS x CMgS).

Cabe salientar que os métodos CPP e BMgS x CMgS consistem em avanços do método de produtividade marginal e MDR, e ainda o método BMgS x CMgS apresenta-se de uma maneira diferenciada a partir desta pesquisa.

Sinigalli (2005, p. 38) afirma que "... a importância em valorar o meio ambiente vem da necessidade de incorporar ou aprofundar a discussão sobre como os recursos naturais contribuem para o funcionamento da economia".

Ortiz (2003) diz que a valoração econômica ambiental tornou-se, atualmente, importante para a gestão dos recursos naturais e para subsidiar a tomada de decisões de projetos e estratégias de desenvolvimento econômico, sejam estes locais, regionais ou nacionais.

#### 3.1 MÉTODO DE PREÇOS HEDÔNICOS (MPH)

Considerado um método indireto de valoração econômica ambiental, permite, segundo Ortiz (2003) a estimativa de um preço implícito das características ambientais de bens que são comercializados no mercado.

Pearce (1993) apud Nogueira et. al. (1998) afirma que este método tem aplicação apenas nos casos em que essas características possam ser capitalizadas nos preços de residências ou imóveis. Para isso é necessário obter dados de preços dos imóveis e todas as suas características que sejam relevantes na formação deste preço de mercado, sendo que, dentre estas características, as questões ambientais, como, por exemplo, a poluição atmosférica, devem ser também consideradas.

Motta (1990) explica que o diferencial de preços das residências localizadas nos lugares onde a poluição não existe, ou é muito baixa, e aquelas em locais altamente poluídos, pode permitir estimar a disposição para pagar pela redução desta poluição.

Maia et. al. (2004) apresenta uma função de preços hedônicos de uma residência (i) da seguinte forma:

$$P(i) = P(Ri, Sei, Ai)$$

Onde P(i): preço da residência; Ri: características estruturais (cômodos, área); Sei: características sócio-econômicas da região (índices, sociais, etnias) e Ai: características ambientais (poluição, proximidade de parques, arborização). Ou seja, somente características que apresentem alta correlação com o preço da propriedade.

Desta forma a valoração econômica ambiental seria dada pela variação do preço do imóvel devido a uma unidade adicional (marginal) da característica ambiental:

$$\frac{\delta P_i}{\delta A_i} = P(R_i, S_{ei}, A_i)$$

Oliveira (1997) apud Ortiz (2003) afirma que resultados de uma pesquisa realizada demonstram que uma redução de 10% na média anual de poluição atmosférica na cidade de São Paulo provocaria uma elevação entre US\$ 3.735,00 e US\$ 11.037,00 nos valor dos imóveis.

Em suma, trata-se de um sistema de preços de mercados substitutos ou complementares, que permitiria uma valoração meio ambiente, lembrando que é restrito apenas aos dados referentes do mercado de imóveis, sendo assim um método muito específico. Como todo método, este possui algumas dificuldades e limitações, como a definição das variáveis a serem levantadas, especificação de dados, dentre outras, porém o que não o desqualifica como metodologia de estudo do meio ambiente.

### 3.2 MÉTODO DE CUSTOS DE REPOSIÇÃO (MCR)

Trata-se de um método que se utiliza de preços de mercado do bem e/ou serviço que está sendo afetado.

Para Ortiz (2003, p.90)

consiste em estimar o custo de repor ou restaurar o recurso ambiental danificado, de maneira a restabelecer a qualidade ambiental inicial. Este método usa o custo de reposição ou restauração como uma aproximação da variação da medida de bem-estar relacionada ao recurso ambiental.

Maia et. al. (2004) afirma que este método nos fornece uma idéia dos prejuízos econômicos causados pela alteração na provisão de determinado recurso natural.

Nogueira et. al. (1998, p.17) elucida que a operacionalização deste método “é feita pela agregação dos gastos efetuados na reparação dos efeitos negativos provocados por algum distúrbio na qualidade ambiental de um recurso utilizado”.

Trata-se, portanto, de um método de menor complexidade visto ser de fácil aplicação, pelo fato de necessitar de poucos dados e recursos financeiros, por não envolver diretamente pesquisa de campo.

### 3.3 MÉTODO DE PRODUTIVIDADE MARGINAL E MÉTODO DE DOSE RESPOSTA (MDR)

Optou-se, neste estudo, por apresentar estes dois métodos em conjunto pelo fato de ambos possuírem características intrínsecas equivalentes, sendo até mesmo complementares.

Sinigalli (2005) observa que o recurso natural afeta diretamente a função de produção de um determinado bem ou serviço. Por isso este método também pode ser conhecido por Método de Função Produção, ou seja, estimar como a produtividade marginal pode ser impactada pela diminuição ou degradação do recurso natural utilizado nesta produção.

Esta idéia vem contra o pensamento clássico que considerava o fator recursos naturais (RN) fixo, ou seja, não sofrendo variações e portanto não afetando a variação da produção.

Ortiz (2003, p.91) afirma que “este método visa achar uma ligação entre uma mudança no provimento de um recurso ambiental e a variação na produção de um bem ou serviço de mercado” que necessite deste recurso.

Nogueira et. al. (1998) complementa que este método enfatiza a relação técnica entre a aplicação de uma **dose** de poluição e a **resposta** na redução da quantidade produzida de um determinado produto.

Para Maia et. al. (2004) a sua utilização deve seguir duas etapas:

1<sup>a</sup>) Avaliação física dos danos relacionando a dose de poluição/degradação à resposta do ativo poluído/degradado.

2<sup>a</sup>) Formulação de um modelo econômico que mensure o impacto financeiro destas alterações no processo produtivo.

Ainda o mesmo autor explica que a possibilidade de inserir os danos ambientais nas funções de produção das empresas permitiria uma maior viabilidade econômica para atividades sustentáveis como a agricultura orgânica e o manejo florestal

Mesmo sendo apresentados separadamente em algumas obras, estes dois métodos demonstram uma complementaridade evidente quando se verifica as duas etapas descritas acima. Isto posto, evidencia-se a primeira forma de multi aplicabilidade de métodos.

A falta de determinados dados e a impossibilidade de transformar danos físicos em dados financeiros podem se tornar obstáculos para a utilização destes métodos, porém a interdisciplinaridade dos estudos de economia do meio ambiente vem a cada dia diminuindo estes obstáculos.

### 3.4 MÉTODO DA CURVA DE POSSIBILIDADE DE PRODUÇÃO (CPP)

Trata-se de uma extensão dos métodos de produtividade marginal e dose resposta, com uma aplicabilidade mais objetiva, proposta por este artigo.

A curva de possibilidade de produção consiste segundo Vasconcellos e Garcia (2005, p. 4) “na expressão da capacidade máxima de produção da sociedade, supondo pleno emprego dos recursos ou fatores de produção de que se dispõe em dado momento no tempo”. Trata-se de um conceito teórico que demonstra como a escassez de recursos impõe limite para a capacidade de produção.

Portanto a economia de qualquer região, país ou mesmo de uma empresa possui um limite máximo conhecido como produção potencial ou potencial produtivo, quando todos os fatores de produção não apresentam capacidade ociosa.

Isto posto, entende-se a curva de possibilidade de produção também como uma representação das combinações possíveis da produção de duas categorias de bens e serviços

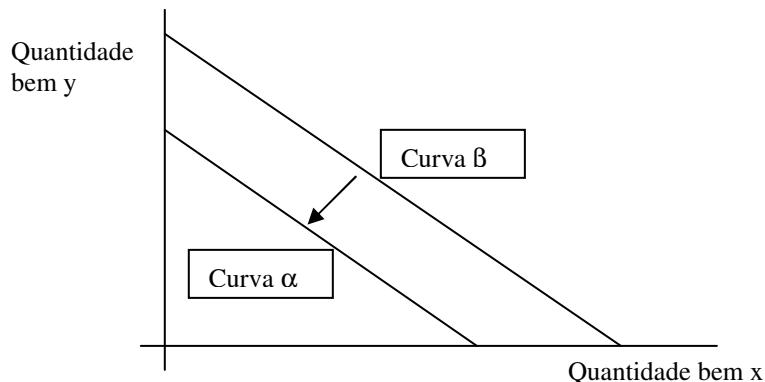
Uma forma de se valorar economicamente os recursos ambientais seria através da utilização da curva de possibilidade de produção. Esta curva demonstra a capacidade máxima de produção de uma economia e seu deslocamento ocorre através do aumento da dotação de fatores e da ação das inovações tecnológicas. Porém o fator Recursos Naturais quando sofre perdas e degradações diminui sua disponibilidade e consequentemente seu potencial no processo produtivo também irá diminuir, não apenas de maneira direta, mas também de maneira indireta.

Isto posto e sendo possível a demonstração do potencial produtivo pela curva de possibilidade de produção a diminuição do fator Recursos Naturais poderia ser mensurada de duas formas:

a) Através de uma diminuição da curva de possibilidade de produção, ocorrendo um deslocamento da curva para a esquerda, sendo esta diminuição ocasionada por perdas

ambientais, ou seja, diminuição do potencial produtivo do fator Recursos Naturais. Abaixo é demonstrado graficamente este caso.

Gráfico1. Deslocamento da curva de possibilidade de produção.



Fonte: os autores.

Neste caso ocorre um déficit produtivo ocasionado por uma diminuição do fator recursos naturais (RN), devido às perdas ou degradações ambientais, em uma proporção maior que a variação positiva dos fatores capital (K), trabalho (T) mesmo influenciados diretamente pelas inovações tecnológicas (S), conforme pode ser apresentado no modelo abaixo:

$$(-\Delta RN) > (+\Delta K + \Delta T) \Delta S$$

Utilizando de um exemplo hipotético pode-se ilustrar o uso da curva: imaginando que a curva  $\beta$  apresente como seus extremos 20 unidades do bem x cujo preço unitário seja \$10,00 e 30 unidades do bem y cujo preço unitário é \$5,00; e a curva  $\alpha$  com extremos de 15 unidades do bem x e 26 unidades do bem y, considerando o mesmo preço para ambos os bens evitando a ação da inflação do período. Com estes dados pode-se calcular o déficit produtivo da seguinte forma:

$$\beta - \alpha = [(\Delta Q_x).Px] + [(\Delta Q_y).Py]$$

Sendo  $Q_x$ : quantidade de bem x,  $P_x$ : o preço unitário do bem x,  $Q_y$ : a quantidade de bem y e  $P_y$ : o preço unitário do bem y.

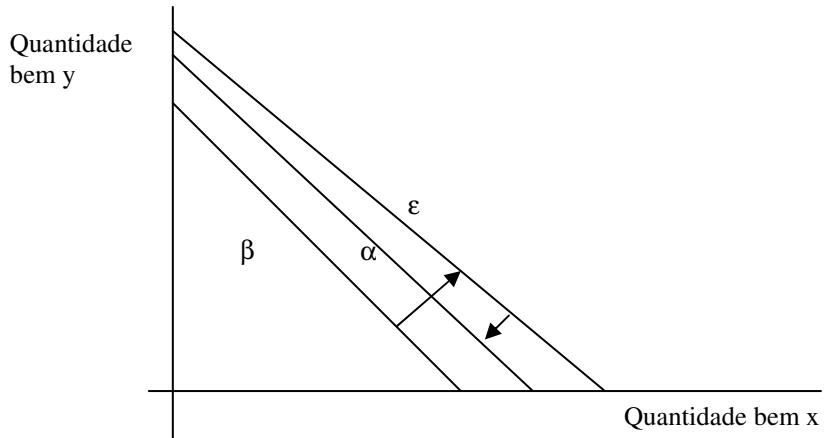
Com isso o cálculo apresentaria a seguinte forma:

$$\begin{aligned} [(20 - 15).10,00] + [(30 - 26).5,00] &= [5 \cdot 10,00] + [4 \cdot 5,00] = 50,00 + 20,00 \\ \beta - \alpha &= \$70,00 \end{aligned}$$

Este resultado do exemplo hipotético mostra o impacto na produção causado pelas perdas ambientais, ou seja, uma forma de **valorar estas perdas**, que causaram um déficit produtivo no valor de \$70,00.

b) A outra forma de mensuração seria quando ocorre um crescimento da produção, ou seja um deslocamento da curva de possibilidade de produção para a direita, mas este deslocamento é menor do que o previsto devido às perdas ambientais.

Gráfico 2. Deslocamentos da curva de possibilidade de produção.



Fonte: os autores.

Isto deve ao fato de que a variação positiva dos fatores capital (K) e trabalho (T), influenciados pelas inovações tecnológicas (S), ocorre em uma proporção maior que a variação negativa do fator recursos naturais (RN), conforme demonstrado pelo modelo:

$$(-\Delta RN) < (+\Delta K + \Delta T) \Delta S$$

Porém como ocorrem perdas ambientais (afetando o fator recursos naturais) o crescimento da produção não atinge o potencial produtivo representado pela curva  $\varepsilon$  (fruto do crescimento dos demais fatores e representado pelo deslocamento de  $\beta$  para  $\varepsilon$ ), mas sim ocorre uma retração do crescimento constituindo assim uma capacidade efetiva de produção representada no gráfico pela curva  $\alpha$  (deslocamento da curva  $\varepsilon$  para  $\alpha$ ).

Neste caso as perdas ambientais podem ser valoradas pelo diferencial entre o potencial produtivo e a capacidade efetiva de produção, ou seja, a diferença entre as curvas  $\varepsilon$  e  $\alpha$ , utilizando para isso o mesmo procedimento de cálculo do caso (a) deste capítulo.

Utilizando de um exemplo hipotético imagina-se que a curva  $\varepsilon$  apresente como extremos 50 unidades do bem x ao preço unitário de \$8,00 e 30 unidades do bem y ao preço unitário de \$6,00; já a curva  $\alpha$  tem por extremos 44 unidades de bem x e 28 unidades de bem y, mantidos os mesmos preços unitários. Sendo assim a valoração das perdas ambientais apresenta o seguinte cálculo:

$$\begin{aligned} [(50 - 44) \cdot 8,00] + [(30 - 28) \cdot 6,00] &= [6 \cdot 8,00] + [2 \cdot 6,00] = 48,00 + 12,00 \\ \varepsilon - \alpha &= \$60,00 \end{aligned}$$

Portanto a diferença entre o potencial produtivo e a capacidade efetiva de produção, que representa o valor das perdas ambientais, é de \$60,00.

Estes casos estudados e exemplificados de maneira hipotética podem ser aplicados a nível macroeconômico a fim de demonstrar a valoração das perdas ambientais com base na variação do produto interno bruto (PIB) considerando que o PIB é a soma dos bens e serviços finais (bens e serviços de consumo + bens e serviços de capital), precisando para isso que se demonstre o impacto destas perdas na produção destes dois tipos de produtos. E também a nível microeconômico quando a empresa ou o produtor pode mensurar as perdas ambientais

com base no impacto no seu processo produtivo, seja diminuindo a quantidade produzida de seus bens ou fazendo com que haja diferença entre o potencial produtivo e a capacidade efetiva de produção.

Uma observação importante deste método é que sua aplicabilidade pode ser tanto *ex-ante* (antes de ocorrer os danos ambientais) como *ex-post* (após os danos terem ocorridos).

### 3.5 MÉTODO DA CONFRONTAÇÃO DO BENEFÍCIO MARGINAL SOCIAL E DO CUSTO MARGINAL SOCIAL (BMgS X CMgS)

Assim como o anterior, este método parte de um aprimoramento do método de produtividade marginal e dose resposta, pois demonstra a confrontação entre o custo marginal social (CMgS) e o benefício marginal social (BMgS) das perdas oriundas da utilização dos recursos naturais.

Para Nogueira et al. (1998, p. 12) "...as variações na qualidade de um recurso ambiental são mensuradas pelo lado dos benefícios ou dos custos resultantes dessas mesmas variações".

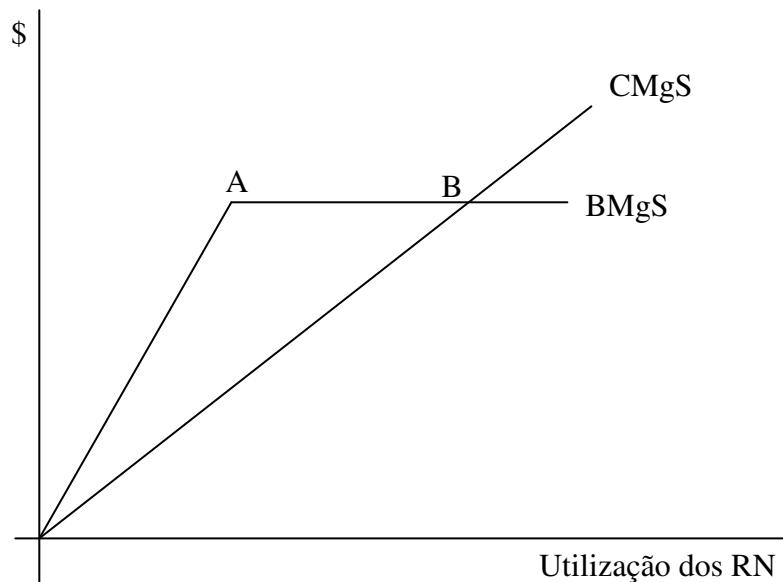
Comune (1993) explica que deve-se determinar se o custo da alteração ambiental é maior ou menor que o benefício advindo desta alteração, sendo esta uma importante questão que a teoria econômica pode colaborar na solução.

Além de apresentar a confrontação entre CMgS e BMgS, este método ainda propõe apresentar o reflexo no benefício total que a sociedade obtém na utilização dos recursos naturais. Portanto usa-se o conceito de marginal a fim de demonstrar a partir de que ponto o benefício total passa a ser influenciado e como ocorre essa influência.

A utilização e análise deste método devem ser realizadas a partir da construção de dois gráficos interligados que demonstram as evoluções do CMgS e BMgS e os impactos no benefício total advindos da utilização dos recursos naturais.

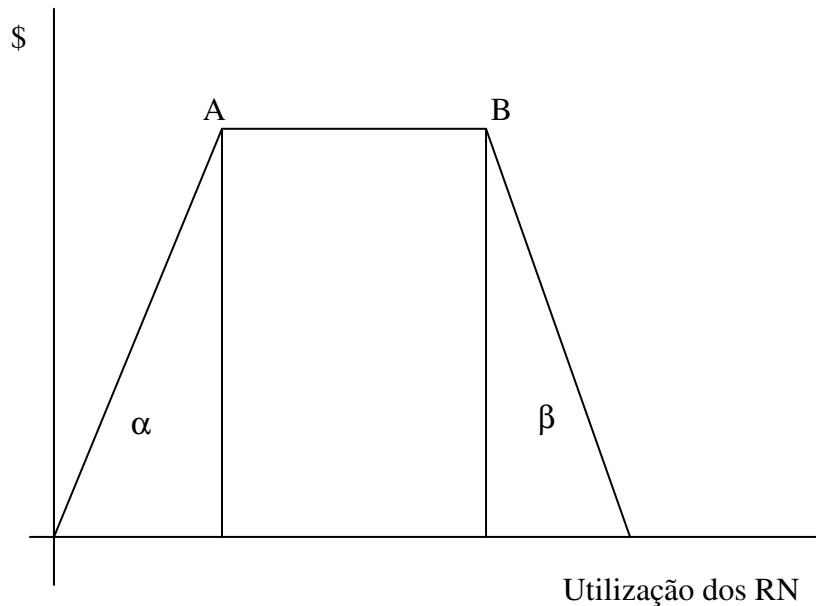
Os gráficos 3 e 4 ilustram a utilização do método de confrontação BMgS e CMgS.

Gráfico 3. Evolução do CMgS e BMgS



Fonte: os autores

Gráfico 4. Evolução do Benefício Total



Fonte: os autores

Nos gráficos 3 e 4 demonstra-se a aplicabilidade do método, cabendo agora analisa-lo em relação as seus pontos principais e respectivos significados:

- O gráfico 3 representa a evolução do BMgS e CMgS, onde no ponto A ocorre uma inflexão na evolução do BMgS determinando o nível de saturação dos benefícios advindos da utilização dos recursos naturais, pois a partir deste ponto a utilização de uma unidade adicional de RN não implicará em aumento do benefício social. O ponto B representa uma questão importante, pois a partir deste ponto o CMgS passa a ser maior que o BMgS, acima deste nível de utilização de RN o custo de uma unidade a mais será maior que o benefício recebido (que neste ponto já está saturado). Este ponto B representa o último nível em que se poderá utilizar o recurso natural.
- O gráfico 4 em continuidade demonstra o comportamento e evolução do benefício total advindo da utilização de RN em paralelo à evolução dos CMgS e BMgS do mesmo. O ponto A (no mesmo nível do ponto A do gráfico 3) representa o ponto de utilização ótima dos recursos naturais, pois até nele o benefício total é crescente devido ao nível crescente do BMgS. A partir deste ponto A e até que o CMgS passe o BMgS no ponto B o benefício total permanecerá constante. O espaço representado por  $\alpha$  representa o nível de utilização ótima dos recursos naturais. A partir do ponto B (no mesmo nível do ponto B do gráfico 3) o benefício total passa a ser decrescente pois o CMgS passa a ser maior que o BMgS da utilização de RN. Portanto o nível  $\beta$  representa o reflexo maior das perdas ambientais e utilização desenfreada e não sustentável de RN.

A utilização de custos e benefícios sociais em detrimento dos custos e benefícios privados se justifica principalmente pelo que afirma Motta (1990, p.115)

a divergência entre as curvas privadas e sociais faz com que uma avaliação dos custos e benefícios de uma decisão de investimentos em termos privados não represente a variação de bem estar sob o ponto de vista da sociedade como um todo.

Ainda o mesmo autor verifica que a alocação de recursos deve ser orientada levando-se em consideração os benefícios e os custos sociais em vez dos seus valores privados.

Portanto a sociedade não estaria sofrendo consequências graves da utilização desenfreada dos recursos naturais até o ponto em que o CMgS = BMgS, porém o ponto ótimo seria onde BMgS > CMgS e de benefício não saturado, ou seja, o ponto A nos gráficos 3 e 4.

#### 4. MULTI-APLICABILIDADES DOS MÉTODOS

A multi-aplicabilidade de métodos é importante pelo fato de demonstrar que não existe um método único a ser empregado na análise e valoração de perdas ambientais, mas uma complementação entre eles dependendo do caso que esteja sendo analisado.

As especificidades de cada caso devem ser analisados para que se possam ser escolhidos os métodos e determinar suas multi-aplicabilidades. Neste caso é importante atentar para a afirmação de Margulis (1990, p. 153) de que "... a experiência parece mostrar que, nas questões ambientais, sempre há imperiosa necessidade de atentar às especificações de cada um dos problemas, de modo que grandes generalizações tendem ao fracasso".

A multi-aplicabilidade poderia resultar em um sistema de valoração ambiental único, que congregaria os diversos métodos adotados para um mesmo caso específico. Esta mensuração poderia ser realizada conforme o modelo abaixo:

$$VMAp = \frac{(M1.p1 + M2.p2 + M3.p3 \dots + Mn.bn)}{(p1 + p2 + p3 \dots + bn)}$$

Onde, VMAp: Valoração pela multi-aplicabilidade de métodos; M1, M2, M3 ...Mn: métodos de valoração aplicados ao caso estudado; p1, p2, p3...pn: ponderações aplicáveis a cada método conforme o caso estudado. Ou também:

$$VMAp = \frac{\Sigma (Mn.bn)}{\Sigma (bn)} \quad \text{onde } n=1$$

Ou seja, a valoração pela multi-aplicabilidade de métodos seria a média ponderada dos diferentes métodos adotados para valorar a perda ambiental, sendo que estas ponderações serão próprias de cada caso a ser estudado. Assim sendo os parâmetros (p1, p2, p3, ... pn) vão ponderar cada método utilizado no estudo.

Isto posto o presente capítulo apresenta um exemplo teórico e específico da degradação do solo, e, como será visto, diferentes métodos podem ser aplicados para esta análise.

Para França et al (2007) a degradação do solo consiste em processos naturais que podem ser induzidos ou acelerados pelo homem, incluindo uma série de processos que poderão determinar a destruição tanto do potencial biológico das terras quanto da capacidade de uso das mesmas.

A utilização correta do solo é importante para o processo produtivo do setor de agronegócios. Stefano (2007) afirma que, o uso incorreto de materiais como fertilizantes e defensivos, empobrece o solo, podendo até mesmo contaminar as nascentes, e neste caso terras inférteis significam menor produtividade e perda de competitividade no campo.

Dentro desta proposta teórica podem-se apresentar os seguintes métodos para serem utilizados para uma análise da valoração ambiental da degradação do solo:

- a) Método do Custo de Reposição (MCR): que seria utilizado para mensurar os prejuízos econômicos resultantes da degradação do solo. Essa medida seria com base nos custos incorridos para recuperar as perdas sofridas.
- b) Método da Curva de Possibilidade de Produção (CPP): cuja mensuração seria com base na diminuição da capacidade efetiva de produção daquele solo em relação ao seu potencial produtivo. Essa diferenciação ocorreria exatamente em virtude da degradação do solo que tenha ocorrido.
- c) Método de Preços Hedônicos (MPH): relacionando as características naturais do local degradado com outro local que não sofreu semelhante degradação, fazendo assim um comparativo dos valores dos imóveis comparados. Isolando as demais variáveis, o imóvel onde o solo sofreu a degradação valeria menos no mercado do que aquele que não tenha sofrido a referida degradação.

Isto posto, após realizar as mensurações com base nos métodos relacionados se impõe uma ponderação para cada método. O estabelecimento deste índice de ponderação é que necessita ser bem analisado, levando-se em consideração o peso de cada método na valoração pelas multi-aplicabilidades.

Propõe-se um exemplo hipotético, onde, após as análises da degradação do solo realizadas encontram-se os seguintes valores para os métodos acima citados: MCR= \$1.500,00; CPP= \$ 1.780,00; MPH = \$ 2.120,00. os índices de ponderações estabelecidos são 2 para MCR, 2 para CPP e 1 MPH. Tem-se desta forma o seguinte cálculo pelo sistema de valoração pela multi-aplicabilidade de métodos:

$$\begin{aligned} VMAp &= \frac{(MCR.p1 + CPP.p2 + MPH.p3)}{p1 + p2 + p3} \\ VMAp &= \frac{(1.500,00 \cdot 2 + 1.780,00 \cdot 2 + 2.120,00 \cdot 1)}{2 + 2 + 1} \\ VMAp &= \frac{3.000,00 + 3.560,00 + 2.120,00}{5} \\ VMAp &= \frac{8.680,00}{5} \\ VMAp &= \$1.736,00 \end{aligned}$$

Portanto a valoração da degradação do solo, pela multi-aplicabilidade dos métodos de custo de reposição, da curva de possibilidade de produção e dos preços hedônicos, apresentou o valor de \$1.736,00.

Pode-se, posteriormente adotar uma relação deste resultado com o método de confrontação do Custo Marginal Social (CMgS) x Benefício Marginal Social (BMgS), sendo importante para a determinação e mensuração do CMgS, o que poderá ser tratado em um posterior estudo.

Deve-se ter muita atenção no levantamento dos dados e em suas ponderações, visto que, conforme Margulis (1990) os agentes afetados pela degradação muitas vezes desconhecem os efeitos a que estão sujeitos, desconhecendo os danos provocados, por isso, nestes casos, deve haver intervenção governamental para impedir que a assimetria de informações atrapalhe as partes envolvidas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo evidenciou de forma teórica a existência de métodos de valoração econômica do meio ambiente, suas características e aplicações. Além disso, demonstrou dois

novos métodos (curva de possibilidade de produção e confrontação do benefício marginal social com o custo marginal social) como aprimoramentos de outros já existentes (produtividade marginal e dose resposta).

Possibilitou também a apresentação de uma proposta de valoração de danos ambientais pela multi-aplicabilidade de métodos, demonstrando assim que uma mesma ação de degradação ambiental pode ser valorada por diferentes métodos, o que torna necessário uma forma de agregar e ponderar tais mensurações, a fim de contribuir para uma análise mais abrangente e objetiva.

Os métodos propostos aqui devem ainda passar pela aplicação prática para demonstrar sua eficácia, porém o objetivo deste estudo era apenas apresentá-los e explicá-los de forma teórica utilizando para isso exemplos hipotéticos. Novos estudos deverão surgir para comprovar se a multi-aplicabilidade de métodos tem uma possibilidade prática nos estudos da economia do meio ambiente.

A apresentação de novos métodos, bem como o aprimoramento de outros já existentes, contribui diretamente para o aprofundamento dessa nova linha das ciências econômicas e gerenciais. Principalmente pelo fato de contribuir de maneira técnica e científica para a busca do desenvolvimento economicamente sustentável.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ADELMAN, Irma. Teorias de desenvolvimento econômico. OLIVEIRA, Denise Cabral C de (trad.). Rio de Janeiro: Forense, 1972.
- CANO, Wilson. Introdução à economia: uma abordagem crítica. São Paulo: UNESP, 1998
- COMUNE, Antônio Evaldo. Meio ambiente, economia e economistas: uma breve discussão. In: MAY, Peter Herman; MOTTA, Ronaldo Serôa da (org.). Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Campus, 1994. p. 45-59.
- FRANÇA, Álvaro Eugênio Duarte de et.al. Reflexos da desertificação no nordeste do Brasil. EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, dez/2007. Disponível em <<http://www.embrapa.br>> . Acesso em: 16 dez. 2007.
- GIL, Antônio Carlos. Técnicas de pesquisa em economia. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- GONÇALVES, Gabrielle Leonel. Economia e meio ambiente: a valoração econômica e sua contribuição para o desenvolvimento sustentável. 2006. 54 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas). Faculdade Cenecista de Varginha, Varginha, 2006.
- LIMA, Francisco José Rosa de. Indicadores para analisar e promover o desenvolvimento sustentável regional. Revista de economia e relações internacionais – FAAP, São Paulo, v. 5, nº 10, p. 43-58, jan. 2007.
- MAIA, Alexandre Gori; ROMEIRO, Ademar Ribeiro; REYDON, Bastiaan Philip. Valoração de recursos ambientais: metodologias e recomendações. Texto para discussão. Campinas, março 2004. Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/publicações/textos>> . Acesso em: 07 mar. 2007.

MARGULLIS, Sérgio. Economia do meio ambiente. In: MARGULLIS, Sérgio (org.). Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos. Rio de Janeiro: IPEA, 1990. p. 135-155.

MOTTA, Ronaldo Serôa da. Análise de custo-benefício do meio ambiente. In: MARGULLIS, Sérgio (org.). Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos. Rio de Janeiro: IPEA, 1990. p. 109-134.

MUNHOZ, Décio Garcia. Economia aplicada: técnicas de pesquisa e análise econômica. Brasília: UnB, 1989.

NOGUEIRA, Jorge Madeira; MEDEIROS, Marcelino Antônio Asano de; ARRUDA, Flávia Silva Tavares de. Valoração econômica do meio ambiente: ciência ou empirismo? In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA (SBPC), 50, 1998, Natal. Anais eletrônicos ... Brasília. Disponível em: <<http://www.unb.br>>. Acesso em: 08 mar. 2007.

ORTIZ, Ramon Arigoni. Valoração Econômica Ambiental. In: MAY, Peter Herman; LUSTOSA, Maria Cecília; Vinha, Valéria da. Economia do meio ambiente. Rio de Janeiro: Campus, 2003. p. 81-99.

PAULANI, Leda Maria; BRAGA, Márcio Bobik. A nova contabilidade social. São Paulo: Saraiva, 2000.

RIZZIERI, Juarez Alexandre Baldini. Introdução à economia. In: PINHO, Diva Benevides; VASCONCELLOS, Marco Antônio Sandoval de (org.). Manual de economia: equipe de professores da USP. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Economia ou economia política da sustentabilidade. In MAY, Peter Herman; LUSTOSA, Maria Cecília; Vinha, Valéria da. Economia do meio ambiente. Rio de Janeiro: Campus, 2003. p. 1-29.

ROSSETTI, José Paschoal. Introdução à economia. 20 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

RUIZ, Manoel. Fatores de produção. Sociedade digital. 11 de agosto de 2003. Disponível em [www.sociedadedigital.com.br/artigo.php?artigo=103&item=4](http://www.sociedadedigital.com.br/artigo.php?artigo=103&item=4). Acesso em: 04 abril 2006.

SINISGALLI, Paulo Antônio de Almeida. Valoração de danos ambientais de hidrelétricas: estudos de caso. 2005. 226 f. Tese (Doutorado em Economia). Instituto de Economia da Unicamp, Campinas, 2005.

SOUZA, Nali de Jesus de. Desenvolvimento Econômico. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

STEFANO, Fabiane. Sob pressão. Guia Exame 2007 sustentabilidade, São Paulo, p. 96-101.

VASCONCELLOS, Marco Antônio Sandoval de; GARCIA, Manuel Enriquez. Fundamentos de Economia. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.