

# VALORAÇÃO AMBIENTAL: UMA ABORDAGEM ALTERNATIVA

Irina Mikhailova<sup>1</sup> & Francisco Barbosa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. Prof.<sup>a</sup> Adjunta do Depto. de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Maria,  
e-mail: irina@smail.ufsm.br

<sup>2</sup>. Prof. Titular do Depto. de Biologia Geral, Universidade Federal de Minas Gerais

## Resumo

O trabalho visa analisar uma abordagem alternativa da valoração ambiental. Essa abordagem fundamenta-se em conceitos transdisciplinares e usa o método chamado “análise da energia”. O desenvolvimento do método foi feito no caso dos ecossistemas de quatro lagos que fazem parte do terceiro maior sistema lacustre brasileiro (médio Rio Doce, Sudeste do Brasil). Em seguida, comparou-se os valores de um dos ecossistemas (lago Dom Helvécio) obtidos a partir de métodos distintos. Resultados mostram que o ecossistema do lago intacto vale quase 7 vezes mais em comparação com ele mesmo, no caso de seu uso produtivo. O uso atual de recursos de água do lago Dom Helvécio para abastecimento de turistas e funcionários e para uso recreativo fica, atualmente, no nível ainda sustentável. No entanto, para garantir a preservação de seu ecossistema no futuro, é preciso implementar uma política adequada de manejo e gestão de recursos ambientais, assim como levar em conta a capacidade de suporte de ecossistemas.

Apesar de existir uma certa crítica do método “análise de energia”, considerou-se que ele é muito útil no caso de ecossistemas pouco explorados pela atividade humana. A pequena utilização do método se deve à baixa implementação da abordagem inter- e/ou transdisciplinar nas pesquisas, resultando em fracas interações entre estudos biológicos/ecológicos e socioeconômicos.

**Palavras Chave:** Valoração ambiental, ecossistema do lago, análise de energia

## Introdução

A avaliação econômica de sistemas ecológicos torna-se cada vez mais uma condição necessária para garantir a sua manutenção de forma sustentável. O aperfeiçoamento de metodologias da sua avaliação necessita da elaboração de abordagens avançadas.

Essas abordagens impõem tanto aprofundamento e revisão de teorias que lidam com a questão ambiental como aplicação de técnicas alternativas de valoração de ecossistemas, especialmente no que diz respeito a ecossistemas de áreas preservadas. Para desenvolver o trabalho apresentado, pretendia-se baseá-lo em uma abordagem que contemplasse inter-relacionamentos entre os sistemas socioeconômicos e ecossistemas, pressupondo que o sistema socioeconômico está embutido no sistema ecológico global. Sendo assim, a biosfera pode ser considerada como ambiente externo, com tamanho finito, impondo os limites naturais ao desenvolvimento socioeconômico. A base teórica dessa abordagem é representada pelos fundamentos da Economia Ecológica e da Economia Evolucionista.

Economia Evolucionista, baseando-se em fontes como *institucionalismo*, *biologia* e *termodinâmica*, compreende os sistemas econômicos como sistemas abertos que operam fora do equilíbrio e são capazes de evolução. Segundo essa teoria, as principais unidades da análise econômica são as várias instituições. Também muita atenção é dada à análise do ambiente externo (Cerqueira, 2002).

**O objetivo principal** deste trabalho foi estudar e analisar uma abordagem transdisciplinar da valoração de ecossistemas, que se fundamenta em conceitos tanto econômicos, como biológicos. O trabalho visa desenvolver e aplicar um dos métodos alternativos da valoração ambiental - o chamado método “análise de energia”, bem como avaliar sua eficiência e aplicabilidade a ecossistemas de áreas preservadas. Baseando-se em resultados de estudos limnológicos em andamento, procurou-se obter os valores dos ecossistemas de alguns lagos brasileiros (trecho médio do Rio Doce, MG). A partir de dados econômicos, pretendeu-se também estimar o valor de uso alternativo destes ecossistemas. Tal estimativa permitirá comparar os valores de ecossistemas intactos e alterados e confirmar a eficiência econômica da sua conservação numa perspectiva de longo prazo.

## **Metodologia**

Com vistas a se obter uma avaliação monetária de ecossistemas, a Economia Ecológica propõe-se a utilizar dois grupos de métodos: *disposição a pagar (DAP)* e *análise de energia*. Estes dois grupos de métodos são considerados, às vezes, como os métodos opostos do ponto de visto do caráter de informação e dados estatísticos necessários.

**Os métodos DAP** baseiam-se em informação sobre preferências individuais e costumam utilizar-se dados econômicos e sociológicos sobre a disposição de consumidores a pagar por serviços ecológicos e funções ambientais. Essa disposição a pagar pode ser ou declarada pelos mesmos consumidores (método *valoração contingente*) bem como revelada através da análise do relacionamento entre custos incorridos pelos visitantes de uma área e indicadores de demanda para serviços recreativos (método *custos de viagem*), ou através da análise de diferenças em preços de propriedade comprada (método *preços hedônicos*), entre outros. Apesar de conter uma certa subjetividade e possuir uma longa história de experiência e utilização, esses métodos ainda mantêm ampla importância, principalmente em função de sua técnica bem elaborada, eficiência confirmada e bases de dados acessíveis.

**O método da análise de energia** é considerado como um método alternativo, tendo uma base biofísica e fundamentando-se numa estimativa da quantidade da energia solar capturada por distintos ecossistemas. O método propõe que, uma vez que os seres humanos avaliam os objetos de acordo com o quanto eles custaram para ser produzidos, então os valores ecológicos devem ser definidos de acordo com custos de energia para ser organizados com relação a seu meio ambiente. Essa quantidade de energia é assumida como sendo a capacidade de um ecossistema em desempenhar as funções úteis para um sistema socioeconômico (Costanza et al. 1989, 1994; Cleveland, 1984). Segundo a abordagem termodinâmica da Economia Ecológica, o único fator primário a ser considerado pelo sistema socioeconômico é a energia de baixa entropia, sendo que todas as coisas/produtos devem ser consideradas como produção direta ou indireta, presente ou passada, da energia solar.

Esses dois grupos de métodos foram aplicados a vários ecossistemas, porém em graus distintos. Os vários métodos tipo DAP foram muitas vezes utilizados em pesquisas mundiais. Nos estudos mais recentes, foi feita uma síntese de vários estudos nacionais visando avaliar os ecossistemas a nível global (Costanza, 1998; Balmford, 2001). Também existem vários estudos nacionais (no caso do Brasil) abrangendo os métodos DAP para se estimar o valor de ecossistemas (isto é, predominantemente, os métodos da valoração contingente e custos de viagem para avaliar os serviços recreativos (ver Grasso 1995; Motta, 1998; Ortiz, 2001, entre outros). No entanto, o método “análise de energia” foi poucas vezes utilizado na valoração de ecossistemas devido, principalmente, a falta de dados necessários para proceder a técnica da avaliação.

As vantagens e desvantagens de cada um dos métodos existentes têm sido freqüentemente discutidas na literatura. Uma síntese de tais discussões é mostrada no Quadro 1.

**Quadro 1. Uma comparação de métodos de avaliação de ecossistemas \***

Método	Disposição a pagar	Análise de energia
Características		
Considerações do interesse de gerações futuras	Não incorpora, de forma adequada, objetivos de longo prazo, já que exclui as futuras gerações dos mercados hipotéticos.	Pressupõe que toda a produção do ecossistema seja avaliada, considerando todas as gerações.
Dificuldades e limitações principais	É difícil induzir os indivíduos a mostrar sua verdadeira disposição a pagar.	É difícil atribuir os valores monetários aos processos energéticos no ecossistema.
Possibilidades de abranger os vários serviços e funções ambientais	O número de serviços e funções avaliadas depende de um padrão social e perfil econômico dos indivíduos.	Todos os serviços são estimados, inclusive aqueles que não têm valor para os seres humanos.

\* A partir do trabalho de Costanza et al., (1994)

Considerando-se as características acima listadas, pode-se propor que a análise de energia é o método mais apropriado no caso da avaliação de ecossistemas intactos ou pouco alterados pelas atividades produtiva e recreativa. Nesta mesma situação enquadram-se os ecossistemas de muitos lagos, especialmente aqueles localizados dentro ou no entorno de unidades de conservação, pois essas unidades geralmente não fornecem os serviços ecológicos mais visíveis (tais como oferta de recursos, provisão de espaço para atividade produtiva), mas prestam, prioritariamente, os ecosserviços invisíveis, ou seja, regulação do clima global, regulação do ciclo hidrológico, conservação da biodiversidade local/regional, dentre outros. Além disso, ecossistemas de unidades de conservação têm papel importante no fornecimento de vários serviços informativos (científicos, culturais, estéticos, dentre outros) e na provisão do espaço e condições para educação ambiental, turismo e outras atividades recreativas. Assim sendo, a maioria dos serviços

ecológicos e recursos ambientais de unidades de conservação não aparece em mercados tradicionais e é muitas vezes excluída da contabilidade econômica.

A partir de levantamento metodológico, considerou-se o método “análise de energia” como um dos mais apropriados no caso de ecossistemas de lagos localizados dentro e no entorno da unidade de conservação chamado Parque Estadual do Rio Doce-MG. Os seus ecossistemas não desempenham serviços produtivos, exceto a oferta de água do lago Dom Helvécio para o abastecimento de turistas e funcionários do Parque, além da oferta de funções recreativas (ex. pesca desportiva, natação), ainda em pequena escala.

## **Desenvolvimento**

Apresentar-se-á nessa sessão, o desenvolvimento do método no caso dos quatro lagos que foram escolhidos, principalmente, por causa da disponibilidade de base de dados referentes à produtividade de seus ecossistemas. Os ecossistemas dos lagos escolhidos fazem parte do terceiro maior sistema lacustre brasileiro, formado por 130 lagos naturais nos mais diversos estágios de trofia (médio Rio Doce, Sudeste do Brasil). Sua importância e significado ambiental contribuem para o desenvolvimento de pesquisas limnológicas na região. A utilização dos resultados dessas pesquisas possibilitou a realização da metodologia em questão.

Considerando-se a complexidade da metodologia e a escassez de estudos realizados, sugere-se aqui aplicar uma técnica mais simples para atribuir valores monetários aos sistemas ecológicos. Essa técnica se baseia nos indicadores da produção primária bruta de um ecossistema (como mediações da energia solar) e nos vários fatores de conversão de energia. O método correspondente foi desenvolvido por Costanza et al.(1989) no caso das áreas úmidas da Lousiana, USA.

Apesar do fato de que, posteriormente, essa técnica foi algumas vezes criticada, inclusive pelos mesmos autores, considerou-se sua utilização muito útil no presente caso, pois essa metodologia permite avaliar ecossistemas por si mesmos, independentemente do seu uso socioeconômico. Além disso, nenhum método garante a plena confiabilidade no valor obtido, e somente a combinação de métodos distintos pode contribuir para uma avaliação adequada de bens e serviços ambientais.

O presente estudo foi uma primeira tentativa de valorar os ecossistemas de alguns lagos de uma das unidades de conservação no Brasil - Parque Estadual de Rio Doce (PERD), utilizando o método “análise da energia”.

Para aplicar-se o método, foram observadas as seguintes etapas do procedimento.

### 1. Levantamento de dados

A partir dos resultados de pesquisas ecológicas existentes, levantaram-se os dados necessários para essa primeira etapa. Primeiramente, realizou-se coleta de dados disponíveis sobre produtividade primária fitoplanctônica de quatros lagos do médio Rio Doce (medida em miligramas de carbono absorvido por um metro quadrado de superfície de lago por uma hora), os quais são mostrados na Tabela 1.

**Tabela 1. Produtividade primária fitoplanctônica (mg C/m<sup>2</sup>/hora)**

Lago	Dom Helvécio *	Carioca **		Jacaré ***	Amarela ***
Data		Estação 1	Estação 2		
Janeiro	203,84	90,95	96,62		
Março	146,83				
Maio	138,45				
Julho	106,96	261,86	349,70	117,0	3580,0
Setembro	121,04				
Novembro	345,68				
<b>Média</b>	<b>177,1</b>	<b>199,8</b>		<b>117,0</b>	<b>3538,0</b>

Fontes: \* Tundisi, 1987, p.215 (dados 1978); \*\* Barbosa, 1980, p.152 (dados 1977);

\*\*\* Tundisi, 1987, p.204 (dados 1983)

Depois, foram considerados os dados mais recentes (segundo estudos limnológicos em andamento na região), evidenciando um aumento significativo nos valores da produção primária desses ambientes (exceto do Lago Amarelo). Para permitir sua comparação, os dados de taxas horárias foram convertidos em taxas diárias, considerando-se a duração do período de luz de 11,5 horas para o verão e 10 horas para o inverno, como mostrado na Tab. 2.

**Tabela 2. Valores de produtividade primaria fitoplanctônica (mgC/m<sup>2</sup>) \***

Lago Data	Dom Helvécio		Carioca		Jacaré		Amarela	
	Por hora	Por dia	Por hora	Por dia	Por hora	Por dia	Por hora	Por dia
1999 seca	650	6500	250	2500	200	2000		
2000 chuva	80	920	900	10350	20	230	30	345
2000 seca	200	2000	2250	22500	50	500	60	600
2001 chuva	120	1380	60	690	500	5750	250	2875
<b>Média</b>		<b>2700</b>		<b>9010</b>		<b>2120</b>		<b>955</b>

\* Fonte: Dinâmica biológica e a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica do médio rio Doce. Relatório técnico. PELD. Belo Horizonte. Dez. 2002, p. 50.

## **2. Transformação dos valores de produção primária bruta para valores de equivalências de combustíveis fósseis**

Essa transformação é necessária, pois somente valores de equivalências de combustíveis fósseis podem ser relevados aos insumos para sistemas econômicos em forma direta. Combustível fóssil representa uma forma de energia de qualidade mais alta do que a energia da biomassa fitoplanctônica. Existem vários fatores de conversão de energia de diferentes níveis de qualidade.

**Tabela 3. Produção primária bruta e sua equivalência energética**

<b>Lago</b>	Dom	Carioca	Jacaré	Amarela
<b>Indicadores</b>	Helvécio			
Produtividade do fitoplâncton (mg C/m <sup>2</sup> /dia)	2700	9010	2120	3538
Produção Primária Bruta (g C/ m <sup>2</sup> /ano)	985,5	3288,65	773,8	1291,37
Produção Primária Bruta (PPB), (Kcal/ m <sup>2</sup> /ano)*	9855,0	32886,5	7738,0	12913,7
Valor energético do combustível fóssil equivalente a PPB, (Kcal/ m <sup>2</sup> /ano)**	492,8	1644,3	386,9	645,7

\* Levando em conta que 1gC  $\approx$  10 Kcal (Margalef,1983).

\*\* Usando o coeficiente 1 cal de PPB = 0,05 cal de combustível fóssil conforme Odum & Odum (1976).

Neste estudo, utilizou-se como coeficiente de conversão aquele proposto por Odum & Odum (1976), no qual uma caloria de biomassa é equivalente a 0,05 calorias de combustível fóssil. Os resultados obtidos são mostrados na Tabela 3.

### 3. Conversão de valores de produção primaria bruta

Nas etapas seguintes, os valores da equivalência de combustíveis fósseis são convertidos para valores monetários. Esta conversão é feita utilizando-se um coeficiente definido como o raciocínio do valor econômico por uma unidade da energia. Apesar de tal coeficiente representar uma aproximação grosseira da conversão de biomassa fitoplanctônica em valores econômicos equivalentes, não existe ainda outra metodologia disponível. Além disso, sua utilização baseia-se no fato de que estudos anteriores (ex. Cleveland, et.al, 1984; Costanza & Herendeen, 1984) sugerem existir forte correlação entre os indicadores macroeconômicos e os valores da energia embutida, ou seja, consumo agregado da energia em forma direta e indireta.

**Tabela 4. Fatores de conversão de energia segundo a International Energy Agency, adotados pela Petrobrás**

Unidades	Caloria	Tonelada equivalente de petróleo	Tonelada equivalente de carvão	Trilhão de pés cúbicos de gás	Barril óleo equivalente
Caloria	1	$9,3 \times 10^{-11}$	$1,429 \times 10^{-10}$	$3,583 \times 10^{-15}$	$6,74 \times 10^{-10}$
Tonelada equivalente de petróleo	$10,8 \times 10^9$	1	1,565	$38,81 \times 10^{-6}$	7,279
Tonelada equivalente de carvão	$7,0 \times 10^9$	0,639	1	$24,73 \times 10^{-6}$	4,647
Trilhão de pés cúbicos de gás	$279,1 \times 10^{12}$	$25,77 \times 10^3$	40,44	1	$1,88 \times 10^5$
Barril de óleo equivalente	$1,484 \times 10^9$	$1,37 \times 10^{-1}$	0,215	$5,317 \times 10^{-6}$	1

Um exemplo dessa utilização é a avaliação econômica dos ecossistemas das áreas úmidas da Lousiana, realizada por Costanza et.al (1989) para o que foi utilizado o fator de conversão de 15000 CE (coal equivalent) Kcal por US\$ 1,983, para o caso da economia dos USA (Costanza, 1980).



Para o caso dos lagos do Parque Estadual do Rio Doce (PERD), adotaram-se os procedimentos seguintes: o valor energético do combustível fóssil equivalente a PPB (em Kcal/m<sup>2</sup> /ano) foi transformado em toneladas equivalentes de vários tipos de combustíveis fósseis, segundo os fatores de conversão de energia apresentados na Tabela 4.

Na tabela 5, são mostrados os valores médios de Produção Primária Bruta (medidas em Kcal) e a transformação desses indicadores em unidades físicas (toneladas equivalente de petróleo, de carvão, entre outros).

**Tabela 5. Produção primaria bruta e suas equivalências de vários recursos minerais (por 1m<sup>2</sup> de superfície /ano)**

Lago	Dom Helvécio	Carioca	Jacaré	Amarela
Indicadores				
PPB em Kcal equivalente de combustível fóssil em Kcal	492,8	1644,3	386,9	645,7
PPB em tonelada equivalente de petróleo	$458,4 \times 10^{-7}$	$152,9 \times 10^{-6}$	$359,6 \times 10^{-7}$	$600,5 \times 10^{-7}$
PPB em tonelada equivalente de carvão	$704,2 \times 10^{-7}$	$235,0 \times 10^{-6}$	$552,4 \times 10^{-7}$	$922,7 \times 10^{-7}$
PPB em trilhões de pés cúbicos de gás	$176,6 \times 10^{-11}$	$589,3 \times 10^{-11}$	$138,5 \times 10^{-11}$	$231,4 \times 10^{-11}$
PPB em barril óleo equivalente	$332,1 \times 10^{-6}$	$110,8 \times 10^{-5}$	$260,6 \times 10^{-6}$	$435,2 \times 10^{-6}$

#### 4. Valor monetário dos lagos do médio Rio Doce

Nesta quarta e última etapa, converteram-se os valores energéticos em valores monetários, utilizando, para isso, indicadores da intensidade energética, apresentados pelo Ministério das Minas e Energia do Governo do Brasil. Esses indicadores são calculados como os valores anuais do consumo final de energia em **unidades tep** (tonelada equivalente de petróleo), divididos pelos valores do PIB (Produto Interno Bruto) num determinado ano. Estes coeficientes variaram de 0,136 a 0,146 tep / R\$1000 nos últimos dez anos (Relatório IBGE, 2003). Nós utilizamos a média deste período, ou seja, 0,141. A partir deste coeficiente e dos dados da tabela 5, foi possível então definir os valores monetários equivalentes à PPB de ecossistemas, isto é (segundo metodologia

utilizada), a avaliação econômica da produção anual dos ecossistemas aquáticos selecionados no médio Rio Doce, os quais são apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6. Valores monetários de lagos selecionados do médio rio Doce-MG, obtidos a partir do método da análise energética**

Lago	Dom Helvécio	Carioca	Jacaré	Amarela
Indicadores				
Valor do ecossistema (R\$/ m <sup>2</sup> /ano)	0,325	1,084	0, 255	0,426
Valor total do ecossistema * (mil R\$/ano)	2233,5	144,5	262,9	...

\* Considerando a área de superfície, a saber: Dom Helvécio (687,23 ha); Carioca (13,33 ha); Jacaré (103,09 ha), conforme Tundisi (1997, p.71)

## Resultados e Discussão

Primeiramente, vale ressaltar que os resultados quantitativos obtidos neste trabalho são relacionados com o valor do consumo de energia por 1 Real do Produto Interno Bruto, produzido em um determinado ano. Em vista disso, é preciso levar em conta que a avaliação de ecossistemas de acordo com o método adotado depende tanto da produtividade primária de ecossistemas como do uso racional de recursos energéticos no país e da eficiência da sua economia. Se o nível de desenvolvimento econômico e, em consequência, a eficiência e a racionalidade do uso de recursos crescerem, certamente deve-se esperar um aumento do valor dos ecossistemas (computado de acordo com método presente). Isso faz com que a comparação internacional entre resultados do estudos em vários países deva ser corrigida pelo fator da eficiência do uso de seus recursos minerais.

Para aprofundar uma análise dos resultados, compararam-se os valores do mesmo ecossistema obtidos a partir de métodos distintos. Para esse objetivo, escolheu-se o ecossistema do lago Dom Helvécio - o maior do sistema de lagos do médio Rio Doce. Esse ecossistema já foi muitas vezes objeto de estudos ecológicos variados, inclusive uma aplicação pelos autores deste estudo de métodos da DAP para avaliar serviços ecológicos prestados por ecossistemas do Parque Estadual de Rio Doce. O estudo revelou que parte significativa de tais ecosserviços foi

proporcionada mesmo por conta do ecossistema do lago Dom Helvécio (serviços recreativos, oferta de água para abastecimento de turistas e funcionários, vários serviços de regulação de processos ecológicos principais).

Na Tabela 7, é apresentada uma síntese dos resultados da avaliação de vários usos alternativos do ecossistema do lago Dom Helvécio a partir dos métodos de valoração contingente e análise energética. Além disso, foi feita a avaliação do uso alternativo do lago condicionando a seguinte situação hipotética: no caso de que o estoque de toda a água do lago fosse extraído pela atividade humana visando uso produtivo de água, a receita total poderia chegar R\$ 10.477.000 mil R\$. A receita total poderia depois ser investida no mercado financeiro, onde, sobre taxas de juros 3 % (igual à taxa de desconto nosso caso), a receita líquida anual comporia R\$ 314.000.

**Tabela 7. O valor do ecossistema do lago Dom Helvécio de acordo com vários métodos (mil R\$ por ano)**

Métodos	Tipo estimado de uso de ecossistema	Valor anual de ecosserviços	Valor total (sobre taxa de desconto 3%)
Análise de energia	Conservação do ecossistema intacto	2234	73722
Disposição a Pagar (valoração contingente) *	Uso direto (serviços recreativos) e indireto (serviços de regulação)	652	21516
Método baseado em preços médios de água**	Uso hipotético (oferta do estoque de toda a água) que gera a destruição do ecossistema	314	10477

\* Mikhailova e Barbosa, 2002

\*\* baseado no preço médio da água no Brasil, de US\$ 0,42, conforme Tundisi, 2003 e volume estimado de água no lago 8.3114.950 m<sup>3</sup> (Tundisi, 1997).

Pode-se observar que, no caso da aplicação do método “análise de energia”, o valor do ecossistema é maior do que os outros valores. No entanto, a diferença entre esse valor e o valor obtido a partir da DAP passou a não ser tão grande como se poderia esperar.

O resultado mais importante decorrente dessa análise comparativa deve ser o seguinte: O ecossistema de lago intacto vale quase 7 vezes maior (valor R\$ 73.722.000) em comparação com

o mesmo, no caso de seu uso produtivo (valor hipotético R\$ 10.477.000), que leva a sua degradação. Também pode-se ressaltar que o uso atual dos recursos de água do lago Dom Helvécio para abastecimento de turistas e funcionários e para uso recreativo fica, provavelmente, no nível ainda sustentável. No entanto, para garantir a preservação de seu ecossistema no futuro, é preciso implementar uma política adequada de manejo e gestão de recursos ambientais, assim como levar em conta a capacidade de suporte de ecossistemas visando desenvolver a recreação e o turismo também de modo sustentável.

## **Conclusão**

Os procedimentos realizados e os resultados obtidos a partir do método “análise de energia” demonstram sua boa aplicabilidade aos ecossistemas aquáticos e, possivelmente, a outros ecossistemas de unidades de conservação. A técnica aplicada seria certamente mais útil para valorizar os vários ecossistemas se mais dados sobre produção primária bruta de ecossistemas puderem ser disponibilizados. Considerando, entretanto, a carência desses dados para vários ecossistemas da maioria das unidades de conservação no Brasil, nossa conclusão é que a pequena utilização do método se deve à baixa implementação da abordagem inter- e/ou transdisciplinar nas pesquisas, resultando em fracas interações entre estudos biológicos/ecológicos e socioeconômicos.

O presente estudo representa a primeira tentativa de se atribuir valores monetários aos ecossistemas de lagos do médio Rio Doce a partir de resultados das pesquisas limnológicas em andamento na região. Ao contrário dos resultados que podem ser obtidos a partir de dados sociológicos e socioeconômicos (levantados em outros métodos), essa tentativa permite estimar o valor do próprio ecossistema, independentemente das funções que ele exerce para o sistema socioeconômico. Além disso, tal estimativa não depende das preferências de consumidores e de sua disposição a pagar pelo uso dos serviços ecológicos.

A aplicação do método “análise de energia” aos ecossistemas de lagos pode ainda contribuir para justificar a necessidade da conservação de ecossistemas, corroborando a comparação entre benefícios econômicos tirados da alteração de ecossistemas e os custos sociais de sua degradação ao longo prazo. Assim, é interessante poder contar com estimativas que meçam os valores de um ecossistema aquático intacto (desempenhando, principalmente, os serviços de regulação de processos ecológicos principais) ao longo do tempo. De acordo com o método adotado, os valores

obtidos refletem a avaliação de ecossistemas de lagos em função da alteração da produtividade primária fitoplanctônica. A produtividade primária pode variar em decorrência de transformações de ecossistemas. Por isso, poder-se-ia seguir a dinâmica de valores econômicos também em função dessas transformações dos ecossistemas de modo a poder demonstrar claramente a disparidade e o fato de que ecossistemas intactos devem valer consideravelmente mais que ecossistemas alterados.

## Referências bibliográficas

- CERQUEIRA, H. A Economia Evolucionista: um capítulo sistêmico da teoria econômica? *Análise Econômica*. Porto Alegre, v.20, n.37, 2002.
- BALMFORD A., A.Bruner, P.Cooper et.al. Economic Reason for Conserving Wild Nature. *Science*. Vol.297, 2002.
- CLEVELAND C., R.Constanza, Ch. Hall et.al Energy and U.S.Economy: A Biophysical perspective. *Science*, vol. 225, 1984.
- COSTANZA R. Embodied Energy and Economic Valuation. *Science*, vol. 210, 1980.
- COSTANZA R., S.Farber, J.Maxwell. Valuation and management of wetland ecosystems. *Ecological Economics*, vol. 1, 1989.
- COSTANZA R. Economia ecológica: uma agenda para pesquisa. em May, P., Motta R.S. (organizadores). *Valorando a Natureza: Análise econômica para o desenvolvimento sustentável*. Editora Campus,1994.
- COSTANZA R., R.d'Arge, R.de Groot et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Ecological economics*, volume 25, 1998, p.p.3-15
- MIKHAILOVA, I. e F.A.R. Barbosa. Estimativa preliminar do valor de recursos ambientais do Parque Estadual do Rio Doce: uma aplicação dos métodos "Disposição a pagar". Em: *V Simpósio Nacional sobre recuperação de áreas degradadas*, anais. Belo Horizonte. Novembro, 2002, p.11-16.
- MOTTA R. Serôa. Manual para valoração econômica de recursos ambientais. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Brasília,1998.
- ODUM H.,Wang F.,J. Alexandr et.al. *Energy Analysis of Environmental Values: A Manual for*

- Estimating Environmental and Societal Values According to Embodied Energies (Report). Gainesville, 1978
- ODUM H. e Odum E. Energy Basis for Man and Nature. McGraw-Nill, New York, 1976.
- ORTIZ R., R.S.da Motta, C.Ferraz. Estimando o valor ambiental do Parque Nacional do Iguaçu: uma aplicação do Método de Custo de Viagem. Texto para discussão 777. IPEA. Rio de Janeiro, 2001.
- PELD. Dinâmica biológica e a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica do médio rio Doce. Relatório Técnico. Belo Horizonte, 2002.
- TUNDISI J. G. e Y. Saijo (eds.). Limnological studies on the Rio Doce Valley Lakes, Brazil. Brazilian Academy of Sciences, University of São Paulo, School of Engineering at São Carlos, Center for Water Resources and Applied Ecology. Graftex Comunicação Visual, 1987.
- TUNDISI J.G. Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez. Editora Rima, 2003