



As dimensões de valor dos recursos naturais e os métodos de valoração¹

Roberta Fernanda da Paz de Souza Paiva

Universidade Federal Fluminense, Brasil

robertapaz2003@yahoo.com.br

Fecha de recepción: 10/03/2013. Fecha de aceptación: 10/11/2014

Resumo

A utilização sustentável dos recursos naturais depende da adoção de políticas que possibilitem a análise custo-benefício associada à mesma. Nesse processo devem ser consideradas as diferentes dimensões de valor associadas ao recurso natural (econômica, ecológica e sócio-cultural), fazendo-se necessária, para tanto, a aplicação de diferentes métodos capazes de captá-las. A seleção dos métodos utilizados deve considerar as características dos recursos naturais e os objetivos propostos pelo estudo, tendo-se em mente que ainda inexistem métodos capazes de captar a totalidade do valor dos ativos ambientais.

Palavras-chave: Economia Ecológica, valoração ambiental, avaliação ecossistêmica, dimensões de valor, gestão ambiental

Abstract

The sustainable use of natural resources depends on the adoption of policies that enable the cost-benefit analysis related to it. The different value dimensions associated with natural resource (economic, ecological and socio-cultural) must be considered in this process, and this requires, the application of different methods capable of capturing them. The selection of methods used must consider the characteristics of natural resources and the objectives proposed by the study keeping in mind that methods capable of capturing the totality of the environmental assets' value do not exist yet.

Key-words: Ecological Economics, environmental valuation, ecosystem assessment, value dimensions, environmental management.

Classificação JEL: Q51, Q57

¹ Baseado na tese de Doutorado defendida pela autora no Programa de Desenvolvimento Econômico da UNICAMP.



1. Introdução

Para a Economia Ecológica os estudos de valoração tomados como base para a decisão sobre a utilização dos recursos naturais devem contemplar outras dimensões de valor que não apenas a econômica, como é o caso dos estudos realizados a partir do arcabouço teórico da economia convencional. Além dessa, devem ser consideradas as dimensões ecológica e sócio-cultural de valor associadas aos recursos avaliados (Romeiro e Maia 2011; Romeiro 2012).

Nesse caso, o conhecimento acerca dos bens e serviços fornecidos pelo ecossistema e das dimensões de valor a eles associados torna-se fundamental para a realização de avaliações ecossistêmicas mais completas, embasando a realização de estudos que incluam maior quantidade de bens e serviços ambientais (em conjunto com as inter-relações entre os mesmos e as atividades humanas) tendo, portanto, resultados que produzam políticas mais efetivas em termos de gestão ambiental.

Segundo Andrade e Romeiro (2013), com a utilização de ferramentas de modelagem econômico-ecológicas² poderiam ser geradas informações indispensáveis à construção dos estudos de valoração ambiental. Para os autores, além de permitirem maior conhecimento acerca dos processos ecológicos, os modelos de simulação possibilitam análises dinâmicas da interação dos ecossistemas entre si e com a atividade humana sendo, por isso, importantes nos processos de avaliação ecossistêmica.

A partir dos cenários descritos pela avaliação ecossistêmica poderão ser identificados diversos bens e serviços associados ao recurso ambiental, além das interações entre os sistemas econômico e ecológico. Essa caracterização permite a atribuição de diferentes parcelas de valor aos ecossistemas, por integrar em sua análise, variáveis econômicas, sociais e ambientais (Andrade e Romeiro 2013).

² Para detalhamento sobre o a modelagem econômico-ecológica e sua aplicação em estudos de valoração ambiental consultar Andrade (2010), Romeiro (2012), Andrade e Romeiro (2013), entre outros.

A captação das parcelas de valor permite a inclusão das informações obtidas nos processos decisórios. Quanto mais parcelas de valor puderem ser atribuídas ao recurso valorado mais eficientes serão as políticas ambientais e mais próximo se estará de atingir aos objetivos propostos pela economia ecológica, a saber: a sustentabilidade, a equidade e a alocação eficiente.

As seções nas quais se divide o presente artigo buscam contribuir para o entendimento da problemática decisão de escolha de métodos capazes de captar os diversos aspectos relacionados ao valor ecossistêmico, além de apresentar métodos propostos para aplicação em estudos que têm como objetivo a captação das diferentes dimensões do valor.

2. Conceitos de valor do Ecossistema

Os serviços ecossistêmicos são benefícios que os humanos recebem, direta ou indiretamente, dos ecossistemas (Costanza et al. 1997). Alterações nas estruturas e processos ecossistêmicos podem alterar a quantidade e qualidade de bens e serviços fornecidos pelos mesmos (De Groot et al. 2006), alterando os níveis de bem-estar da população.

Diferentes dimensões de valor estão associadas à diversidade de bens e serviços fornecidos pelo ecossistema e que garantem a manutenção da vida humana e de outras espécies, devendo ser consideradas nos processos decisórios que envolvam a gestão dos recursos naturais.

A dimensão ecológica do valor (Valor Ecológico) expressa a importância da integridade da estrutura ecossistêmica para o fornecimento de bens e serviços a ela associados, tendo o ecossistema valor por permitir que as estruturas ecossistêmicas interajam, possibilitando o fornecimento de seus bens e serviços, o que não seria possível caso houvesse destruição dessa estrutura – daí sua associação direta com a sustentabilidade e determinação de escala adequada de utilização.



A magnitude, do valor ecológico, pode ser expressa por indicadores como a diversidade das espécies, a raridade, a integridade do ecossistema, a complexidade, etc. Seria a consideração dos limites sustentáveis de utilização dos ativos ambientais que contribuiria para a preservação das estruturas e funções ecossistêmicas, imprescindível ao processo de tomada de decisão quanto ao uso dos recursos (De Groot et al. 2002).

O valor sócio-cultural estaria associado ao *“importante papel para a identidade cultural e moral das sociedades e estão em íntima sintonia com valores éticos, espirituais, históricos e artísticos de determinadas sociedades, o que faz com que os mesmos sejam por elas valorados, mesmo em casos em que os serviços ecossistêmicos não contribuem diretamente para o seu bem-estar material”* (Andrade e Romeiro 2009:30).

Segundo AM (2005), por culturais entendem-se aqueles bens e serviços intangíveis, obtidos dos ecossistemas através do enriquecimento espiritual, do desenvolvimento cognitivo, da reflexão, da recreação e das experiências estéticas. Eles constituem e influenciam a cultura, os valores (espirituais e religiosos, estéticos, de herança cultural), a recreação, o ecoturismo, entre outros.

O valor econômico do meio ambiente é composto pelos valores de uso e valores de não-uso dos recursos naturais: o valor de uso (VU), que se refere ao valor dos bens e serviços ambientais usados para consumo ou

para produção e o valor de não-uso (VNU) - ou o valor de existência (VE), que é o valor atribuído ao recurso pelo simples fato desse existir, não correspondendo a ele qualquer forma de utilização presente ou futura (Pearce 1992).

O conhecimento das funções ecossistêmicas e dos valores a elas associados permite a realização de estudos de valoração mais completos e, portanto, capazes de orientar o processo de tomada de decisões que leve em conta o risco de perdas irreversíveis potencialmente catastróficas.

A incorporação de tais dimensões do valor nos estudos de valoração ambiental demanda a aplicação de métodos que, de alguma maneira, consigam captá-las.

Para Pearce e Turner (1990) os valores ambientais podem estar associados às preferências individuais, às preferências públicas e aos sistemas e processos físicos, devendo essas associações determinar a escolha dos métodos de valoração a serem aplicados.

De maneira mais completa Costanza (2000), além de discutir a base de preferências sob a qual os estudos de valoração devem ser feitos e os métodos específicos para sua captação, faz a associação entre as mesmas e os três objetivos propostos pela economia ecológica: a escala sustentável, a distribuição justa e a alocação eficiente dos recursos naturais (Quadro 1).

O valor econômico, segundo o esquema,

Quadro 1. Valoração dos serviços Ecossistêmicos baseada nos três objetivos primários: a Eficiência, a Justiça e a Sustentabilidade

Objetivo ou base de valor	Base da Preferência	Nível de discussão requerido	Nível de informação científica requerida	Métodos Específicos
Eficiência Alcativa	Preferência individual corrente	Baixo	Baixo	Disposição a pagar
Justiça	Preferência da Comunidade	Alto	Médio	“Véu da Ignorância”
Sustentabilidade	Preferência “Whole System”	Médio	Alto	Modelagem e Prevenção

Fonte: Costanza e Folk (1997)



deve ser associado à eficiência alocativa, podendo ser determinado por meio da captação das preferências individuais atuais, sob a forma de sua disposição a pagar pelo bem ou serviço em questão, seja no mercado real (caso haja mercado para tal bem) seja no mercado hipotético (caso contrário) Costanza (2000).

O valor sócio-cultural está associado tanto à justiça distributiva quanto ao acesso aos recursos naturais. No processo de captação dessa dimensão de valor os indivíduos deveriam votar em suas preferências como membros de uma comunidade e não apenas baseados na preferência individual.

Na próxima seção serão apresentados alguns dos métodos de valoração que podem ser aplicados com vistas a captar as diferentes dimensões de valor.

3. As dimensões do valor e os métodos de valoração³

A mensuração de todas as dimensões do valor depende de uma prévia avaliação acerca dos serviços prestados pelo ecossistema objeto do estudo. Este processo permitiria a atribuição de cada tipo de valor associado a esses ecossistemas e, a partir daí, dar-se-ia início ao processo de escolha dos métodos capazes de captá-los.

3.1 O valor econômico e os métodos de valoração econômica

Os métodos convencionais de valoração foram desenvolvidos para captar o valor econômico do meio ambiente associado à sua utilidade (Quadro 2).

Por meio da aplicação de um destes métodos, a Valoração Contingente, pode-se ainda atribuir um valor monetário ao que se considera um valor intrínseco, de existência, de dado recurso natural ao qual não se vislumbra nenhuma utilidade (Pearce 1993).

Esses métodos têm por base as preferências individuais, sejam essas reveladas

indiretamente por meio dos mercados ou captadas diretamente a partir da aplicação de métodos de disposição a pagar ou aceitar. As aplicações, vantagens e desvantagens desses métodos amplamente utilizados encontram-se disponíveis em diversos trabalhos⁴.

Cabe destacar aqui, outra abordagem metodológica baseada nas preferências individuais que vem ganhando importância nos estudos de avaliação ecossistêmica: Análise Conjunta (*Conjoint Analysis*). Segundo Liu et al. (2010), esta abordagem permite captar o valor de mudanças marginais nas características dos recursos naturais, possibilitando ainda a identificação de suas taxas marginais de substituição entre qualquer par de atributos que diferenciam as alternativas. Nele, o indivíduo é convidado a escolher entre alternativas preferidas dentre um determinado conjunto de hipóteses alternativas, cada um representando um conjunto de diferentes atributos ambientais.

Entre as técnicas que permitem a aplicação dessa metodologia estão a “*Rating*” Contingente, a “*Ranking*” Contingente e a “*Choice Based*”.

O método “*Rating*” Contingente consiste na apresentação de um conjunto de atributos ao indivíduo para que o mesmo possa, por meio da atribuição de notas (a partir de uma escala pré-estabelecida), expressar suas preferências.

No caso da técnica “*Ranking*” Contingente oferece-se ao indivíduo um conjunto de alternativas, que contém, cada uma, um grupo de diferentes atributos e, para cada atributo, geralmente, é conferido um determinado preço (Faria e Nogueira 1998). O indivíduo deverá ordenar suas preferências da mais desejada até a menos desejada, de maneira sequencial (exemplo: 1- o que mais deseja, 2- segundo na preferência, e assim sucessivamente) (Benitez 2005).

³ Esta seção não pretende esgotar a totalidade dos métodos capazes de captar os valores dos serviços por ela prestados, apesar de discutir a grande maioria deles.

⁴ Ver Farber (2006), Ressurreição et. al. (2011), Bàez e Herrero (2012), Andrade et. al. (2013), Cerda et. al. (2013), Davidson (2013), Ambrecht (2014), Sun e Zhu (2014), Tambor (2014), entre outros.



Quadro 2- Tipos de valor e métodos de valoração adequados para sua captação

Valor de uso direto	Valor de uso indireto	Valor de opção	Valor de existência
Produtividade marginal, Custos evitados, Gastos defensivos, Custos de controle, Preços hedônicos, Custo de viagem, Valoração contingente.	Produtividade marginal, Custos evitados, Gastos defensivos, Custos de controle, Valoração contingente.	Produtividade marginal, Custos evitados, Gastos defensivos, Custos de controle, Valoração contingente.	Valoração Contingente

Finalmente, no caso do método “*Choice Based*” o consumidor deve escolher entre dois conjuntos de atributos apresentados de acordo com sua preferência. Esse procedimento deve ser repetido sucessivamente com a apresentação de novos conjuntos. Os atributos apresentados são comuns em todas as alternativas, sendo que seus níveis variam em cada uma das alternativas de acordo com delineamento experimental (Mogas et al. 2006).

A abordagem da avaliação conjunta apresenta as mesmas limitações da valoração contingente, entre elas o fato de estar baseada na determinação das preferências individuais e de depender da criação de cenários completos que descrevam diferentes condições dos serviços ecossistêmicos⁵.

Entretanto, segundo Liu et al. (2010), a avaliação conjunta apresenta vantagens como possibilitar a avaliação multi-atributo e a consideração de aspectos que não apenas os monetários no processo de avaliação tendo, portanto, resultados mais completos que os de valoração contingente tradicionais⁶.

3.2 O valor sócio-cultural e os métodos de valoração sócio-cultural

A captação da parcela da dimensão sócio-cultural do valor parte inicialmente da determinação dos bens e serviços culturais associados aos ecossistemas e seus componentes.

⁵ Para detalhamento do MVC e seus vieses consultar, entre outros, Mitchel e Carson (1989), Arrow et al. (1993), Vatn e Bromley (1994).

⁶ Sendo um método que avalia diferentes atributos, não se pode associá-lo apenas à captação do valor econômico.

Todos esses serviços têm influência (seja direta ou indireta) sobre o indivíduo, entretanto, alguns deles se caracterizam por influenciá-lo enquanto membro de uma comunidade, e não apenas de maneira privada, e isso é um fator determinante para a seleção do método mais adequado para captar tal valor.

Bens e serviços que prestam bem-estar ao indivíduo, de maneira privada, podem ser valorados a partir da aplicação de métodos que têm como base as preferências individuais. A recreação e o ecoturismo, por exemplo, são serviços prestados que trazem benefícios privados ao indivíduo, podendo ser valorados através da aplicação de métodos que se baseiam na preferência individual, como o Método dos Custos de Viagem e a Valoração Contingente (MVC)⁷.

Já outros serviços como a herança cultural e valores espirituais e religiosos devem ter seu valor captado a partir da aplicação de métodos que estejam baseados nas preferências públicas ou preferências da comunidade. Isso se deve ao fato dos mesmos estarem associados à identidade ou bem-estar gerado ao indivíduo enquanto membro de um grupo, de um povo, de uma sociedade e não apenas ao indivíduo de maneira isolada.

A valoração de grupo é um dos métodos que permite a construção de um consenso que facilite a gestão dos recursos ambientais. Este método é baseado na discussão comunitária sobre a melhor utilização dos recursos naturais.

⁷ Como exemplo ver Ambrecht (2014).



Segundo Jacobs (1997), esse mecanismo consiste na reunião de pequenos grupos de debate (*small groups*) que, a partir da análise das informações acerca dos recursos naturais decidem, com base na necessidade da sociedade como um todo, e não apenas nas preferências individuais, o que deve ser feito a respeito dos mesmos.

Farber et al. (2002:390) enfatizam que o “discurso aberto é utilizado para realizar uma “função corretiva” (*corrective function*), quando cada cidadão sozinho tem apenas informações incompletas, mas atuando em conjunto com outros podem formar uma imagem mais completa do verdadeiro valor social dos bens e serviços ecossistêmicos.”

Para Liu et al. (2010), os métodos baseados na discussão democrática são extremamente úteis na avaliação dos serviços ecossistêmicos, pois podem abordar o objetivo da equidade.

Os referidos métodos estão fundamentados na democracia deliberativa. Eles consistem na reunião de integrantes dos grupos de interesse associados ao recurso avaliado que, de acordo com a metodologia proposta por cada método, participariam de atividades (workshops, palestras, discussões, etc.) com vistas a melhorar seu nível de conhecimento acerca do recurso em questão e de transformações sofridas pelo mesmo, para que no fim possam se manifestar sobre a melhor utilização desse.

Assim, o valor seria determinado através da preferência do grupo, da sociedade como um todo, não se tratando apenas da necessidade de se agregar as preferências dos indivíduos, mas de se estabelecerem meios que permitam a discussão entre indivíduos para que se tenha como resultado o valor determinado pelo grupo (Farber et al. 2002).

Dentre os métodos baseados nas preferências coletivas estão o Júri de Cidadãos (*citizen's juries*)⁸, a Conferência do Consenso (*Consensus Conference*)⁹ e a

⁸ Para aplicação e maiores detalhes sobre a metodologia consultar, entre outros: Sagoff (1998), Lo (2011), IIED (2012a).

⁹ Para aplicação e maiores detalhes sobre a metodologia consultar, entre outros: Gruhndal (1995), Aldred e Jacobs (2000), Lo (2011), IIED (2012b).

Valoração Contingente Deliberativa (CV *deliberative*)¹⁰.

No Júri de Cidadãos os cidadãos se engajariam em deliberação não para que cada um possa determinar ou refinar seus interesses próprios, mas para que, juntos, possam descobrir valores que não são simplesmente uma função de suas utilidades individuais. Os indivíduos deveriam, então, participar do processo não como informantes de suas utilidades pessoais, mas como cidadãos-júris que estimam valores ambientais com base em argumentos e evidências (Sagoff 1998).

A Conferência do Consenso constitui na formação de um painel de cidadãos que se reúnem para deliberar sobre o tema proposto, que geralmente é controverso ou complexo. Pretende-se, a partir da discussão entre os indivíduos do grupo e com os especialistas convidados, chegar a um consenso quanto ao problema avaliado. A troca de informações e de idéias entre os envolvidos é de extrema importância para que o grupo possa alcançar um consenso que atenda realmente às necessidades da sociedade que representa (IIED 2012b).

No caso da Valoração Contingente Deliberativa os indivíduos seriam reunidos em grupos, receberiam informações acerca do recurso avaliado e seriam incentivados a discutir e deliberar sua disposição a pagar por uma escolha de política pública. Essa abordagem discursiva e deliberativa pode resultar na captação do valor monetário para o recurso avaliado, da mesma maneira que o MVC, entretanto, pode ser mais confiável pelo fato do indivíduo poder, através das discussões e informações recebidas rever suas preferências e tomar decisões que envolvam benefícios para toda a sociedade, e não apenas benefícios próprios (Sagoff 1998).

Apesar de diferenças na operacionalização, os mesmos se propõem captar as preferências da comunidade, contribuindo para que se alcance o objetivo de equidade

¹⁰ Para aplicação e maiores detalhes sobre a metodologia consultar, entre outros: Lo (2011), Szabó (2011).



na distribuição dos recursos naturais, conforme proposto pela Economia Ecológica.

Mesmo se mostrando promissores na captação da dimensão sócio-cultural de valor esses métodos possuem limitações e demandam cuidados em sua operacionalização. Uma das principais limitações seria a dificuldade de se formar um grupo que possa ser representativo de todos os grupos de interesse, sem que alguns interesses possam se sobrepor sobre os demais.

A seleção de cidadãos que não façam parte de grupos de interesses nos resultados do estudo e a participação de indivíduos que representem diversos grupos é de suma importância para que sejam evitados resultados que tendam para os interesses de alguns grupos.

Nesse processo todos os atores afetados ou potencialmente afetados pela decisão, ou seus representantes podem participar da deliberação, não devendo existir barreiras ao acesso das pessoas que serão afetadas pelas decisões (Cohen 1989).

Outras limitações como custos elevados para a execução, a permanência do nível incompleto de informação mesmo a partir das dinâmicas propostas também demandam maior atenção na aplicação dos referidos métodos.

3.3 O valor ecológico e os métodos de valoração ecológica

A captação do valor ecológico dos recursos ambientais é uma das mais complexas tarefas, já que a sustentabilidade, associada a essa dimensão do valor é permeada por incertezas, falta de conhecimento científico, questões éticas, etc.

A utilização de métodos baseados nas preferências, sejam individuais ou coletivas, deve ser feita com muita cautela, já que os indivíduos e/ou grupos deverão expressar preferências por recursos ou processos naturais sobre os quais pouco ou nenhum conhecimento possuem.

Dentre os métodos mais adequados encontram-se aqueles baseados nos

processos naturais e outros que contam com o conhecimento de especialistas para formar uma diretriz para a gestão ambiental.

Dada à existência de muitas incertezas e pouco conhecimento científico a participação de especialistas sobre o tema estudado é importante, pois se espera que seus conhecimentos possam contribuir para a adoção de medidas que venham a contribuir para o uso sustentável dos recursos naturais através da adoção de medidas adequadas por parte dos gestores (Macmillan e Marshall 2005).

Qualquer que seja o método empregado (ou conjunto deles), a modelagem ecossistêmica constitui uma ferramenta imprescindível para a determinação da escala sustentável de uso dos recursos naturais e seus impactos sobre o estoque de capital natural existente sendo, portanto, imprescindível para apoiar uma decisão de não-uso com base no Princípio da Precaução¹¹.

No caso do valor ecológico, a realização de estudos de valoração pode levar a resultados qualitativos, ao invés da determinação de valores monetários, que deverão ser utilizados em conjunto com outras informações.

A) Métodos baseados na Opinião de Especialistas

A necessidade de tomada de decisões *ex ante* perante cenários complexos e cheios de incerteza, sem informações completas sobre os recursos ambientais e diante da necessidade da agregação nesse processo de diversas variáveis qualitativas torna importante a operacionalização de métodos baseados na opinião de especialistas (Macmillan e Marshall 2005).

Esses métodos devem ser utilizados sempre que a informação não puder ser quantificada ou quando os dados históricos não estão

¹¹ Segundo Romeiro (2001), "a aplicação desse princípio tem por objetivo precisamente tratar de situações onde é necessário considerar legítima a adoção por antecipação de medidas relativas a uma fonte potencial de danos sem esperar que se disponha de certezas científicas quanto às relações de causalidade entre a atividade em questão e o dano temido".



disponíveis ou não são aplicáveis. Mesmo que existam dados aplicáveis, a opinião dos especialistas deverá ser sempre utilizada de maneira complementar nos processos decisórios (Oliver 2002; Coelho 2003).

As opiniões dos especialistas podem levar à formação de *ranking's*, determinação de prioridade quanto a ações de preservação, criação de indicadores, entre outros.

Os resultados dos estudos podem ser baseados na opinião de um ou mais especialistas, através da aplicação de diversos métodos como: Delphi, Painel de Especialistas, *Surveys*, Avaliação Individual, entre outros.

O método utilizado deverá ser escolhido a partir do objetivo do estudo proposto, da disponibilidade de recursos para sua execução, da existência de especialistas dispostos a participar do projeto, etc.

Nesta seção serão apresentados de maneira resumida dois desses métodos: O Painel de Especialistas e o Método Delphi.

A.1) Painel de Especialistas¹² (Painel de Experts)

Trata-se de um método que permite que especialistas possam chegar a conclusões e recomendações sobre determinado assunto através do consenso. Pode ser aplicado, entre outros casos, para o auxílio aos avaliadores nas suas conclusões sobre um assunto em avaliações complexas, além de prestar assistência na esquematização das conclusões finais relacionadas com os possíveis impactos de um programa, no caso de avaliação *ex ante*.

Os especialistas são escolhidos a partir da análise de critérios como a experiência profissional, a independência em relação ao programa sob avaliação e a habilidade de trabalhar em grupo.

Para que o painel seja desenvolvido de maneira satisfatória, durante sua estruturação devem ser considerados alguns elementos como o âmbito do projeto, o grau de

controvérsia, os dados disponíveis, as incertezas e o número de disciplinas exigidas.

A partir da escolha dos participantes, são agendadas reuniões de discussão entre o grupo e traçadas as diretrizes a serem cumpridas durante o projeto, trabalho guiado pelo presidente do painel.

Segundo Coelho (2003) os painéis permitem uma grande interação entre os participantes e garante uma representatividade mais equilibrada de todos os segmentos interessados: empresas, academia, terceiro setor e governo.

Outras vantagens citadas são a redução significativa de tempo, eficácia dos custos, credibilidade das conclusões e adaptabilidade a uma variedade de situações encontradas na avaliação.

Como fatores limitantes são apresentados a possibilidade de exclusão das opiniões minoritárias (pelo fato da metodologia propor o consenso), pois pode haver demasiada influência de um especialista dominante no painel, além dos especialistas poderem tender a ir além do seu campo de competência.

Gobbi et al. (2012) utilizaram a opinião dos especialistas (em conjunto com outras técnicas) na elaboração de uma nova metodologia para identificação de áreas de prioridade para conservação da biodiversidade na Província de Trentino (Itália). O estudo teve como foco principal os invertebrados que, segundo os autores, têm papel essencial para as funções do ecossistema e ainda encontram-se sub-representados nos cenários que embasam a tomada de decisão.

Também através da realização de um painel de especialistas Thivierge et al. (2014) conseguiram adaptar e desenvolver um conjunto de indicadores de sustentabilidade ambiental a nível agrícola para explorações de culturas da província de Quebec, fornecendo aos produtores uma ferramenta de auto-avaliação e apoio à decisão quanto à sustentabilidade em sua propriedade.

¹² Elaborado a partir de Europeaid (2006).



A.2) Técnica Delphi

Este método constitui na aplicação de um questionário interativo (com respostas quantitativas e qualitativas), que circula diversas vezes entre especialistas, preservando o anonimato das respostas individuais. As respostas são tabuladas e enviadas aos participantes na rodada seguinte, para que os mesmos possam avaliar suas respostas à luz das respostas dos demais especialistas e modificá-las caso considere necessário (Wright e Giovinazzo 2000).

Segundo Coelho (2003), o método Delphi vem sendo utilizado para solucionar incertezas sobre condições e tendências futuras, tendo maior aplicabilidade em casos envolvendo questões científicas, tecnológicas e sociais, simultaneamente. Suas etapas de aplicação são apresentadas na Figura 1.

Alguns dos problemas encontrados na aplicação do Painel de Especialistas^{FIM} poderiam ser resolvidos com a aplicação da metodologia Delphi, como a existência de um especialista dominante em relação aos demais (devido ao anonimato) e a redução dos custos com deslocamento de pessoal. Outro fator positivo seria a necessidade de formalizar as opiniões de forma escrita, o que demanda um maior esforço de reflexão e cuidado com as respostas por parte do especialista.

A metodologia permite a agregação de opiniões até que se alcance um consenso sobre a visão de futuro e pode servir como base para tomada de decisão quanto a utilização (ou não) de recursos ambientais.

Os cuidados com a elaboração do questionário, o tempo de execução, o elevado custo de elaboração e a escolha dos especialistas são consideradas as dificuldades encontradas na aplicação do método.

Orsi et al. (2011) aplicaram a técnica Delphi visando determinar as prioridades de restauração ecológica dos ecossistemas florestais, tendo como principal objetivo a conservação da biodiversidade. Através da operacionalização do método, buscou-se

identificar critérios e indicadores adequados e aplicáveis na prática e ainda que os mesmos pudessem ser aplicáveis em vários contextos.

Benitez-Capistros et al. (2014) utilizaram o método para buscar entendimento sobre os impactos ambientais observados e sua relação com os serviços ecossistêmicos nas Ilhas Galápagos. Os resultados mostraram os principais impactos ambientais identificados e, a partir disso, soluções propostas para a resolução de problemas econômicos, sociais, políticos, técnicos e gerenciais da região estudada são apresentadas.

B) Métodos baseados em processos biofísicos

Os métodos baseados nos processos biofísicos permitem o cálculo do valor dos recursos naturais a partir da energia incorporada pelos mesmos nos processos ecológicos e/ou econômicos dos quais fazem parte.

Por não levarem em conta as preferências individuais ou coletivas em sua avaliação, são isentos de diversas críticas direcionadas aos métodos anteriormente descritos.

A seguir serão apresentados de maneira muito resumida três métodos aplicados para captar o valor ecossistêmico dos recursos naturais.

B.1) Análise emergética

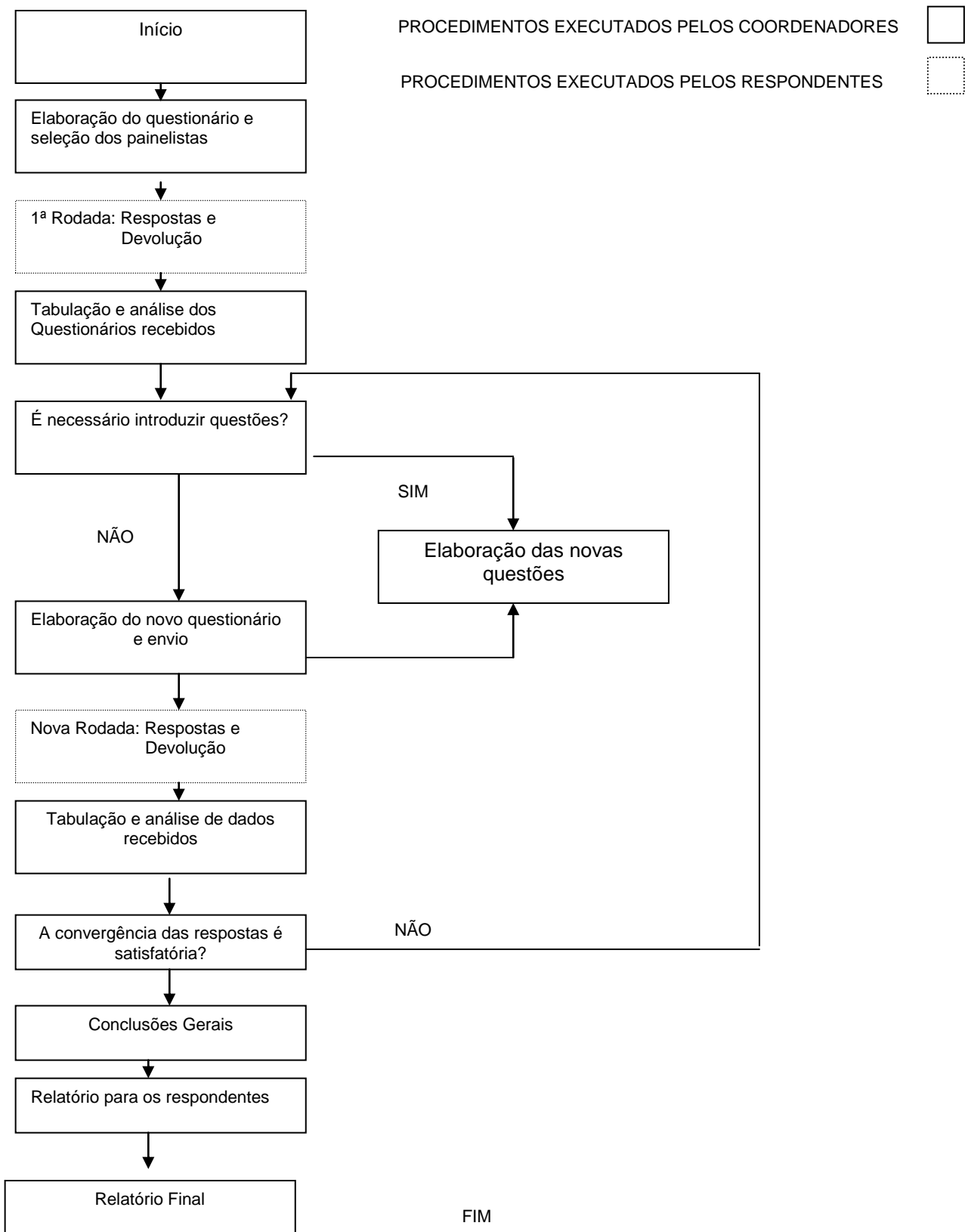
A análise emergética permite a avaliação dos ecossistemas através da consideração de toda a energia gasta para que o mesmo produza algum recurso, seja esse um bem, um serviço ou uma informação (Ortega 2008).

A emergia seria definida como a energia utilizada direta ou indiretamente para a produção de tal recurso (Odum 2001).

Segundo Ortega (2010), essa metodologia permite computar a real contribuição da natureza para a produção de bens e serviços, já que nas análises econômicas convencionais são computadas, apenas as despesas com insumos, mão-de-obra e outros tipos de serviços, além das margens de lucro, sendo desconsiderados alguns insumos fornecidos pela natureza.



Figura 16- Sequência de execução de uma Pesquisa Delphi
Fonte: Wright e Giovinazzo (2000)





De acordo com Cavalett (2008), na análise emergética são considerados todos os insumos utilizados para produzir determinado bem ou serviço, incluindo todas as contribuições da natureza (chuva, água de poços, nascentes, solo, sedimentos e biodiversidade), os fornecimentos da economia, como: materiais, maquinarias, mão-de-obra, serviços e, em alguns casos as externalidades negativas, como por exemplo, a perda da biodiversidade, êxodo rural, etc.

Para que seja possível a análise conjunta de recursos diferentes a metodologia considera todos os recursos em uma base comum – a energia solar. A unidade utilizada é o joule de energia solar equivalente (sej).

Os resultados, geralmente permitem a comparação entre diferentes sistemas produtivos, permitindo a adoção de formas de utilização mais sustentáveis dos recursos naturais.

A descrição detalhada da metodologia está disponível em Odum (1996; 2001); Ortega et al. (2002; 2005), entre outros.

Vega-Azamar et al. (2013) aplicaram a metodologia com o objetivo de avaliar a sustentabilidade ambiental da Ilha de Montreal, Canadá, em 2005 e comparar a sua situação com a de outros nove centros urbanos. Lu et al. (2014) compararam, através da aplicação da análise emergética juntamente com outras técnicas, três sistemas de engenharia ecológica voltadas para a remoção de nutrientes da água eutróficas do lago Taihu, China.

Apesar do aumento do número de trabalhos elaborados a partir dessa metodologia, existem algumas críticas quanto a sua utilização.

Uma delas é apontada por Sinisgalli (2006), para quem um dos problemas do método seria a não consideração da variabilidade da transformidade (quantidade de energia solar empregada, direta ou indiretamente, na obtenção de 1 joule de um determinado produto ou serviço) de cada material, já que

essa está intrinsecamente ligada à cadeia de eventos para sua transformação¹³.

B.2) O método da Análise de Energia

Outra maneira de se avaliar o valor ecossistêmico é através da aplicação do método da Análise de Energia. Segundo Costanza et al. (1989:350), “o método da análise de energia considera a quantidade total de energia capturada pelos ecossistemas naturais como uma estimativa do seu potencial para fazer trabalho útil para a economia”. Marques (2010:2) propõe que o “método propõe definir os valores ecológicos dos ecossistemas em função dos custos da energia envolvida na sua produção”.

Dada a complexidade da referida metodologia¹⁴, Costanza et al. (1989) apresentaram a possibilidade de aplicação de uma versão simplificada desta técnica, tornando-a prontamente calculável.

Para o cálculo do valor ecossistêmico parte-se do princípio que a Produtividade Primária Total (GPP, na sigla em inglês) do ecossistema inteiro pode ser utilizada como um índice da energia solar capturada pelo sistema, para então converter este valor de energia em unidades monetárias (Costanza et al. 1989).

A produção primária é a conversão da totalidade do carbono inorgânico em carboidratos, que vão servir como fonte de energia para consumidores primários, decompositores e detritívoros ao longo dos níveis tróficos (Teixeira 1973), o que indica seu importante papel no ecossistema.

De maneira simplificada Costanza et al. (1989), que aplicou o método para avaliar as áreas úmidas na Louisiana, EUA, através da produção primária bruta do ecossistema em questão, enumera os procedimentos para sua aplicação:

¹³ Outras críticas direcionadas ao emergy podem ser vistas em Amazonas (2001).

¹⁴ Para apresentação do método consultar Costanza e Farber (1985) e Turner et al. (1988).



- a) Determinar a Produção Primária Bruta do recurso em questão;
- b) Converter esta estimativa em Equivalentes de Combustíveis Fósseis;
- c) Converter o valor desse Equivalente em unidades monetárias, usando uma razão de valor econômico de economia ampla, por unidades de energia, normalmente a relação entre o PIB e o uso de energia da economia total.

Uma das limitações do método seria que a técnica da GPP não leva em conta a interdependência entre *habitats* ou diferenças na produtividade dentro do mesmo tipo de *habitat*, além da necessidade de se trabalhar com dados mais precisos possíveis.

B.3) Índice de Integridade Biótica

O Índice de Integridade Biótica (IIB) reflete a importância da integridade da estrutura ecossistêmica para o fornecimento dos bens e serviços a ela associados.

A integridade biótica (ou biológica ou ecossistêmica) pode ser definida como a “capacidade de suportar e manter uma balanceada, integrada e adaptativa comunidade de organismos, tendo composição de espécies, diversidade e função organizacional comparável àquelas dos *habitats* naturais da região” (Karr e Dudley 1981).

O IIB é uma síntese das diversas informações biológicas, que consegue descrever numericamente a associação entre a influência humana e os atributos biológicos (Karr 1998). Dessa forma, se apresenta como instrumento capaz de contribuir para a gestão eficiente dos recursos naturais.

Esse índice é composto por diversos atributos biológicos, que são sensíveis às variações na integridade biótica causadas pela ação humana (Rossano 1996). A escolha desses atributos é uma etapa extremamente importante para que o índice calculado tenha validade reconhecida.

As etapas a serem cumpridas para a construção de um IIB são, segundo Rossano (1996): a) definição da condição biológica de uma área minimamente perturbada (*habitat* original); b) definir os atributos tomados por base para avaliar os impactos da influência humana no longo prazo; c) associar as alterações encontradas com ações humanas; d) identificar as práticas de gestão necessárias para a melhoria da integridade biótica.

A partir da determinação de Índice de Integridade Biótica tem-se como resultado a agregação de diversos critérios qualitativos em um critério quantitativo, que permite a conclusão sobre as reais condições do recurso em questão, formando uma base importante para o processo decisório.

Em geral, os estudos que aplicam o IIB têm como objetivo a análise da qualidade das águas a partir do estudo das comunidades de peixes que nela habitam¹⁵. Entretanto, os índices podem ser utilizados para analisar diversos ecossistemas, desde que as etapas de elaboração sejam adequadas ao novo objeto de estudo¹⁶.

Johnston et al. (2011), utilizaram o IIB como instrumento complementar à valoração baseada nas preferências individuais aplicados ao caso da reposição de peixes migratórios em uma bacia hidrográfica de Rhode Island.

Segundo os autores, ao integrar um maior número de informações (quanto à importância dos mesmos e impactos de transformações em sua estrutura sobre os bens e serviços finais fornecidos) sobre os serviços ecossistêmicos que possuem valor indireto, mas que, no ecossistema, são indispensáveis ao fornecimento de serviços de uso direto, o IIB permitiu a construção de cenários mais completos a serem apresentados aos entrevistados, contribuindo para a realização de estudo de valoração mais completo e confiável.

¹⁵ Karr (1981), Araújo (1998), Launois (2011), entre outros.

¹⁶ A utilização de índices de integridade biótica como instrumento de gestão ambiental pode ser observada no estudo “Enfoques Silvopastoris Integrados para o Manejo de Ecossistemas” apresentado por Hercowitz et. al. (2009).



4. A análise multicritério de apoio à decisão (MCDA) como alternativa para a agregação de dados¹⁷

A partir da elaboração das avaliações ecossistêmicas tornam-se disponíveis informações quantitativas e qualitativas acerca dos bens e serviços fornecidos pelo ecossistema objeto do estudo e das inter-relações existentes entre os mesmos e as atividades humanas.

De maneira complementar, deverão ser captadas as diferentes parcelas de valor associadas aos referidos bens e serviços, possibilitando sua inclusão nos processos decisórios. Para os estudos em que os resultados sejam todos monetizáveis, basta agregá-los¹⁸, mas em se tratando da captação de outras dimensões que não a econômica, nem sempre se obtêm resultados monetários. Nesse momento, a questão que se apresenta é: como agregar variáveis qualitativas e quantitativas em uma única base?

Os métodos de análise multicritério se apresentam como alternativa e já vêm sendo aplicados com vistas a formar bases mais completas a serem consideradas pelos gestores.

Nesse contexto, são importantes para os estudos de valoração ecossistêmica por permitirem análises integrais, que contemplem aspectos econômicos, sociais e ambientais simultaneamente (Falconi e Burbano 2007), agregando, portanto, as diferentes dimensões do valor: o econômico, o ecossistêmico e o sociocultural.

A escolha do método a ser utilizado depende do problema considerado, das preferências do tomador de decisão, etc.

Segundo Munda (1995), em geral, essas análises devem seguir as seguintes etapas: definição e estruturação do problema a ser investigado; definição de um conjunto de critérios de avaliação; seleção do método, se

discreto ou contínuo; identificação das preferências do decisor; seleção do procedimento de agregação dos critérios.

Algumas vantagens desse método, em relação às análises custo-benefício (ACB) adotadas usualmente como fonte de informações para a tomada de decisão, são apresentadas por Liu et al. (2010), e podem ilustrar a adaptabilidade do mesmo aos estudos econômico-ecológicos:

- 1) Por ser um método multidimensional, o mesmo permite a consideração de objetivos diferentes e incomensuráveis, tais como a sustentabilidade, equidade e eficiência, ao mesmo tempo.
- 2) Tem estrutura flexível, podendo trabalhar com as medidas originais dos atributos ou normatizá-las.
- 3) Considera variáveis qualitativas.

Segundo os autores, o Método de ACB, apesar de amplamente utilizado, não apresenta resultados que possam, de fato, contribuir para a conservação dos recursos naturais e para a resolução de conflitos, já que não incorpora uma série de critérios fundamentais às análises.

Como principais limitações têm-se que, apesar de se basear em um conjunto de informações para a definição dos problemas e dos critérios de análise, o MCDA também fortemente influenciado pelas preferências e experiências dos decisores; além disso, os mesmos não apresentam, como resultado, uma solução objetiva, mas apenas um caminho para a adoção de políticas.

Ballastero (2007) apresenta um estudo que, a partir da aplicação da análise multicritério, objetiva a obtenção de resultados com vistas a uma gestão integrada dos recursos hídricos no distrito de *La Guácima*, na Costa Rica. Nesse estudo foi usado o modelo "Teia de Aranha" que permite identificar, classificar e analisar cenários distintos por meio de critérios explicitamente formulados pelo investigador e avaliados por pessoas

¹⁷ Alguns dos métodos multicritério são apresentados por Kaskantizis (2010).

¹⁸ Mesmo quando se obtêm a agregação de valores monetários e/ou dados quantitativos, devem ser considerados, nos processos decisórios, variáveis qualitativas, opinião dos especialistas, princípio da precaução, entre outros aspectos.



consultadas através das posições ordinais nos eixos da “Teia de Aranha”.

Comino et al. (2014) descreveram uma abordagem metodológica que integra o MCDA ao *Geographic Information Systems* (GIS), com o objetivo de criar informações que servem para apoiar o planejamento e gestão da bacia hidrográfica do Rio Pellice (Itália), através uma análise aprofundada da qualidade ambiental do território. Como resultado, foi elaborado um mapa que identifica algumas zonas críticas que necessitam de medidas de mitigação e destaca áreas com elevada qualidade ambiental, que exigem futuros procedimentos específicos de monitoramento e ações de valorização.

5. Considerações Finais

A gestão eficiente dos recursos ambientais contribui para a conservação da estrutura ecossistêmica e, em consequência, dos bens e serviços ecossistêmicos por ela fornecidos. Os estudos que embasam as decisões tomadas pelos gestores devem incluir informações referentes às dimensões econômica, sociocultural e ecológica de valor associadas ao recurso ambiental avaliado.

Neste artigo buscou-se apresentar métodos alternativos de valoração ambiental, adequados à captação de parcelas das diferentes dimensões de valor. A seleção do método ou conjunto deles deve considerar o objeto de estudo e os fundamentos teóricos nos quais os mesmos se apóiam – sejam as preferências individuais, as coletivas, a opinião de especialistas ou os processos naturais.

De maneira complementar, a realização dessas avaliações deve contar com instrumentos que permitam a construção de cenários que incluam o maior número de informações sobre os bens e serviços fornecidos pelos recursos avaliados, além de sua dinâmica com demais ecossistemas e atividades humanas. A modelagem econômico-ecológica se apresenta como alternativa importante no processo de obtenção de tais informações.

A aplicação dos métodos de valoração apresentará resultados (quantitativos e qualitativos, monetários ou não) que devem ser considerados nas decisões quanto à utilização dos recursos naturais. A agregação desses resultados dependerá da natureza dos mesmos. Dados monetários poderão ser agregados e formar a base para a tomada de decisão. Já resultados qualitativos, *rankings*, opiniões, entre outros, deverão ser agregados e sintetizados para que possam auxiliar na gestão ambiental.

O método de análise multicritério vem sendo aplicado com o objetivo de agregar informações quantitativas e qualitativas obtidas por meio dos estudos de valoração ambiental, contemplando aspectos econômicos, sociais e ambientais simultaneamente.

Conclui-se que devem ser consideradas as diferentes dimensões de valor dos recursos naturais nos processos decisórios e que, os métodos de valoração apresentados, quando adequadamente selecionados e aplicados, podem produzir resultados que, se devidamente agregados entre si e considerando-se ainda questões morais e éticas podem contribuir para a sustentabilidade ambiental e a manutenção das condições de bem-estar humano.

REFERÊNCIAS

- Alfred, J. e M. Jacobs. 2000. Citizens and wetlands: evaluating the Ely citizens Jury. *Ecological Economics* Vol. 34: 217-232.
- Ambrecht, J. 2014. Use valor of cultural experiences: a comparison of contingent valuation and travel cost. *Tourism Management*, Vol. 42: 141-148.
- Andrade, D. C. 2010. Modelagem e Valoração dos serviços ecossistêmicos: uma contribuição da economia ecológica. Tese de Doutorado – Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas.
- Andrade, D.C. e A. R. Romeiro. 2009. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. Texto para discussão. Instituto de Economia/UNICAMP, n. 155.
- Andrade, D.C. e A. R. Romeiro. 2013. Valoração de Serviços Ecossistêmicos: por que e como avançar? *Sustentabilidade em Debate* Vol. 4, n.1: 43-58.



Amazonas, M.C. 2001. Valor e meio ambiente. Elementos para uma abordagem evolucionista. Tese de Doutorado. Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Araújo, F.G. 1998. Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o Rio Paraíba do Sul. *Revista Brasileira de Zoologia* Vol 58: 547-558.

Arrow, K., R. Solow, P.R. Portney, E. E. Leamer, R. Radner e E.H. Shuman. 1993. Report of the NOAA panel on contingent valuation. *Federal Register* Vol. 58, n. 10: 4.602-4.614.

Avaliação Eossistêmica do Milênio (AM). 2005. *Eossistemas e Bem-Estar Humano: Estrutura para uma avaliação*. Tradução: Renata Lúcia Bottini. São Paulo: Editora SENAC São Paulo.

Báez, A. e L.C. Herrero. 2011. Using contingent valuation and cost-benefit analysis to design a policy for restoring cultural heritage, *Journal of Cultural Heritage*, doi:10.1016/j.culher.2010.12.005.

Ballesteros, R. H. 2007. Aplicación de un análisis de los múltiples critérios em el distrito La Guácima para una gestión integral de su recurso hídrico. Costa Rica. In: Ulate, R.; Cisneros, J. *Valoración económica ecológica y ambiental. Análisis de casos em Iberoamérica*. 1ª Ed. Heredia, EUNA.

Benitez, R. M. 2005. Impactos das preferências ambientais sobre os resultados dos métodos de análise conjunta de valoração ambiental - Rating e Ranking Contingent. Tese de Doutorado em Economia – Faculdade de Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Benitez-Capistros, F., J. Hugé e N. Koedam. 2014. Environmental impacts on the Galapagos Islands: Identification of interactions, perceptions and steps ahead. *Ecological Indicators* Vol. 38: 113-123.

Cavallete, O. 2008. Análise do ciclo de vida da soja. Tese de Doutorado em Engenharia de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Cerda, C., A. Ponce e M. Zappi. 2013. Using choice experiments to understand public demand for the conservation of nature: a case study in a protected area of Chile. *Journal for Nature Conservation*, Vol. 21: 143–153.

Coelho, G.M. 2003. Prospecção tecnológica: metodologias e experiências nacionais e internacionais. Projeto CTPetro Tendências Tecnológicas: Nota Técnica 14. Instituto Nacional de Tecnologia.

Comino, E., M. Bottero, S. Pomarico e M. Rosso. 2014. Exploring the environmental value of ecosystem services for a river basin through a spatial multicriteria analysis. *Land Use Policy* Vol. 36: 381-395.

Costanza, R. 2000. Social Goals and the Valuation of Ecosystem Services. *Ecosystems* Vol. 3: 4-10.

Costanza, R. e S. C. Farber. 1985. The economic value of coastal wetlands in Louisiana. Final Report to the Louisiana Department of Natural Resources. Center for Wetland Resources, Louisiana State University, Baton Rouge, La.

Costanza, R., S. Farber e J. Maxwell. 1989. Valuation and management of wetlands ecosystems. *Ecological Economics* Vol.1: 335-361.

Costanza, R. e C. Folke. 1997. Valuing ecosystem services with efficiency, fairness and sustainability as goals. In: Daily G, editor. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Washington, DC: Island Press. p 49–70.

Grundahl, F. 1995. The Danish Consensus Conference model. *Public Participation in Science: The role of Consensus Conferences* in. S. Joss and J. Durant. London, UK, Science Museum: 31-40.

Davidson, M. D. 2013. On the relation between ecosystem services, intrinsic value, existence value and economic valuation. *Ecological Economics* Vol. 95: 171-177.

De Groot, R.S., M. A. Wilson e R.M.J. Boumans. 2002. A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* Vol. 41: 393-408.

Europeiad. 2010 (Setembro 01) Resumo do Painel de Especialistas. Consultado em: http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0510717_07_postextual.pdf.

Falconi, F. e R. Burbano. 2007. Instrumentos econômicos para la gestión ambiental: decisiones monocriteriales versus decisiones multicriteriales. In: Ulate, R., y Cisneros, J. 2007. *Valoración económica ecológica y ambiental. Análisis de casos em Iberoamérica*. 1ª Ed. Heredia, EUNA.

Farber, S., R. Costanza e M. Wilson. 2002. Economic and Ecological Concepts for Valuing Ecosystem Services, *Ecological Economics* Vol. 41: 375-392.

Farber, S., R. Costanza, D. Childrens, J. Erickson, K. Gross, M. Grove, C. Hopkinson, J. Kahn, S. Pincetti, A. Troy, P. Warren e M. Wilson. 2006. Linking Ecology and Economics for Ecosystem Management. *Bioscience* Vol. 56:117-129.

Gobbi, M., E. Riservato, N. Bragalanti e V. Lencioni. 2012. An expert-based approach to invertebrate conservation: Identification of priority áreas in Central-eastern Alpes. *Journal for Nature Conservation* Vol. 20, issue 5: 274-279.

Hercowitz, M., L. Mattos e R.P. Souza. 2009. Estudos de casos sobre serviços ambientais. In: Novion, H.; Valle, R. (Org.) *É pagando que se preserva? Subsídios para políticas de compensação por serviços ambientais*. São Paulo: Instituto Socioambiental.

International Institute for Environment and development. 2012a (25 Maio). *Citizens' Jury*. Consultado em



<http://www.peopleandparticipation.net/display/Methods/Citizens+Jury>.

International Institute for Environment and development. 2012b (25 Maio). Consensus Conference. Consultado em <http://www.peopleandparticipation.net/display/Methods/Consensus+Conference>.

Jacobs, M. 1997. Environmental valuation, deliberative democracy and public decision-making. In: Foster, J. (Ed.), *Valuing Nature: Economics, Ethics and Environment*. Rutledge, London, UK.

Johnston, R.J., K. Segerson, E.T. Schultz, E.Y. Besedin, e M. Ramachandran. 2011. Indices of Biotic Integrity in Stated Preference Valuation of Aquatic Ecosystem Services. *Ecological Economics* Vol. 70(12): 1946–1956.

Karr, J. R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* Vol.6: 21-27.

Karr, J.R. e D. R. Dudley. 1981. Ecological perspective on water quality goals. *Environmental Management* Vol.5: 55-68.

Karr, JR. 1998. Biological integrity: a long-neglected aspect of environmental program evaluation. Pages 148-175 in GJ Knaap, TJ Kim (eds), *Environmental Program Evaluation: A Primer*. University of Illinois Press, Urbana.

Kaskanitz, G. 2010 (20 Setembro). Método de Análise Multicritério. Consultado em <http://geo-kas.blogspot.com/2010/09/metodo-de-decisao-multicriterio.html>.

Launois, L., J. Veslot, P. Irz e C. Argillier. 2011. Development of a fish-based index (FBI) of biotic integrity for French lakes using the hindcasting approach. *Ecological Indicators* Vol. 11: 1572–1583.

Liu, S., R. Costanza, S. Farbere e A. Troy. 2010. Valuing ecosystem services: Theory, practice, and the need for a transdisciplinary synthesis. *Annals of the New York Academy of Sciences* Vol. 1185: 54–78.

Lo, A. Y. 2011. *Deliberative Monetary Valuation as a Political–Economic Methodology: Exploring the Prospect for Value Pluralism with a Case Study on Australian Climate Change Policy* unpublished PhD thesis, School of Politics and International Relations, Australian National University, Canberra.

Macmillan, D.C. e K. Marshall. 2005. The Delphi process – an expert-based approach to ecological modelling in data-poor environments. *Animal Conservation* Vol. 9: 11-19.

Marques, J. F. 2010 (08 Julho). Valoração Ambiental. Consultado em <http://www.redeambiente.org.br/Opinioao.asp?artigo=152>

Odum, H.T. 2001. Emergy Evaluation of Salmon Pen Culture. Proceedings of the International Institute of Fishery Economics (on line).

Mitchel, R.C. e R. T. Carson. 1989. *Using surveys to value public goods: the contingent valuation method*. Washington: Resources for the future.

Mogas, J., P. Riera e J. Bennet. 2006. A comparison of contingent valuation and choice modeling with second-order interactions. *Journal of Forest Economics* Vol. 12: 5–30.

Munda, G. 1995. *Multicriteria Evaluation in a Fuzzy Environment*. Physica-Verlag Heidelberg. Alemanha.

Odum, H.T. 1996. *Environmental Accounting. Emergy and Environmental Decision Making*. J.Wiley & Sons. Inc. New York.

Odum, H.T. 2001. Emergy Evaluation of Salmon Pen Culture. Proceedings of the International Institute of Fishery Economics (on line).

Oliver, I. 2002. An expert panel-based approach to the assessment of vegetation condition within the context of biodiversity conservation. Stage 1: The identification of condition indicators. *Ecological Indicators* Vol. 2: 223–237.

Orsi, F., D. Geneletti e A. C. Newton. 2011. Towards a common set of criteria and indicators to identify Forest restoration priorities: An expert panel-based approach. *Ecological Indicators* Vol. 11:337-347.

Ortega, E., M. Anami e G. Diniz. 2002. Certification of food products using emergy analysis. Proceedings of III International Workshop Advances in Emergy Studies, Porto Venere, Itália, 227-237.

Ortega, E., O. Cavalett, R. Bonifacio, M. Watanabe. 2005. Brazilian Soybean Production: Emergy Analysis With an Expanded Scope. *Bulletin of Science, Technology & Society* Vol. 25 (4): 323-334.

Ortega, E. 2008. Análise sistêmica e energética da aquíicultura. In: II Seminário de Aquíicultura Sustentável, CA – UNESP. Jaboticabal, São Paulo.

Ortega, E. 2010 (12 Setembro) Contabilidade e diagnóstico de sistemas usando os valores dos recursos expressos em emergia. Arquivos da FEA/UNICAMP. Consultado em: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/extensao/resumo.pdf>.

Pearce, D. W. e R.K. Turner. 1990. *Economics of natural resources and environment*. Harvester Wheasheaf, Londres.

Pearce, D. W. 1993. *Economic values and natural world*. Eastscan Publications, Londres.

Ressurreição, A., J. Gibbons, T.P. Dentinho, M. Kaiser, R. S. Santos e G. Edwards-Jones. 2011. Economic Valuation of species loss in the open sea. *Ecological Economics* Vol. 70, issue 4: 729-739.

Romeiro, A R. 2001. Economia ou economia política da sustentabilidade? Texto para Discussão. IE/UNICAMP, Campinas, n. 102.

Romeiro, A. R. 2012. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. *Estudos Avançados* Vol.26, n. 74: 65-92.



Romeiro, A.R. e A. G. Maia. 2011. Avaliação de custos e benefícios ambientais. ENAP, Brasília.

Rossano, E. M. 1996. Diagnosis of stream environments with index of biological integrity for Japanese streams. Sankaido, Tokyo, Japan.

Sagoff, M. 1998. Aggregation and Deliberation in Valuing Environmental Public Goods: A Look Beyond Contingent Valuation. *Ecological Economics* Vol.24: 213-230.

Sinisgalli, P. A. A. 2006. A eMergia como indicador de valor para a análise econômico-ecológica. *Megadiversidade*. Vol. 2: 18-23.

Sun, C. e X. Zhu. 2014. Evaluating the public perceptions of nuclear Power in China: evidence from a contingent valuation survey. *Energy Policy* Vol.69: 397-405.

Tambor, M. 2014. Willingness to pay for publicly financed. *Social Science Medicine* Vol.116: 193-201.

Teixeira, C. 1973. Introdução aos métodos para medir a produção primária do fitoplâncton marinho. *Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo* Vol. 22: 59-92.

Szabó, Z. 2011. Increasing the validity of valuing biodiversity: reducing protest responses by deliberative monetary valuation. Corvinus University of Budapest, Environmental Economics Department, Budapest, Hungary. Apresentado en el 12º International BIOECON .

Thivierge, M., D. Parent, V. Bélanger, D. Angers, G. Allard, D. Pellerin e A. Vanasse. 2014. Environmental sustainability indicators for cash-crop farms in Quebec, Canada: A participatory approach. *Ecological Indicators* Vol. 45: 677-686.

Turner, M.G., R. Costanza, T.M. Springer e E.P. Odum. 1988. Market and nonmarket values of the Georgia landscape. *Environ. Management* Vol. 12: 209-217.

Vatn, A., e D. W. Bromley. 1994. Choices without Apologies. *Journal of Environmental Economics Management* Vol. 26: 129-148.

Vega-Azamar, R.E., M. Glaus, R. Hausler, N.A. Oropeza-García e R. Romero-López. 2013. An emergy analysis for urban environmental sustainability assessment, the Island of Montreal, Canada. *Landscape and Urban Planning* Vol. 118: 18–28.

Wright, J. T. C. e R.A.D. Giovinazzo. 2000. Uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. *Caderno de Pesquisas em Administração* Vol 1: 54-65.