

PERSPECTIVAS PARA O GERENCIAMENTO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS NATURAIS: UMA ANÁLISE DOS CONCEITOS DA IRREVERSIBILIDADE DA AÇÃO E DA FLEXIBILIDADE DA MUDANÇA

Glauca de Paula Falco *

Marley Maria B. R. Vellasco **

Juan Guilherme Lazo Lazo ***

Joyce Gonçalves Altaf ****

Irene Raguenet Troccoli *****

RESUMO: Na tentativa de atribuir valor monetário ao meio ambiente como instrumento auxiliar para a gestão socioambiental dos recursos naturais, diversos métodos têm sido propostos no campo de estudo das ciências econômicas, recorrentemente aparecendo na literatura especializada. Dentre estes destacam-se o método do custo da viagem, o método dos preços hedônicos e o método de valoração contingente. No entanto, associar valor econômico para os ativos ambientais não tem sido tarefa simples, pois envolve uma gama de conceitos multidisciplinares. Além disso, importantes aspectos envolvidos na valoração do ambiente, como a irreversibilidade da mudança e a flexibilidade na tomada de decisão, são simplesmente desconsiderados na maioria dos trabalhos que se

* Mestre em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica-PUCRJ; Especialista em Métodos Estatísticos Computacionais pela Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF; Docente no curso de Economia do Instituto Vianna Júnior na Fundação Getúlio Vargas – FGV; Docente nos cursos de Engenharia da Produção e Administração da Faculdade Machado Sobrinho; E-mail: glaupf@terra.com.br

** Mestre em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica PUCRJ; Doutor em Computer Science University College London - UCL; Pós-Doutor em Computer Science, pela University College London - UCL; Docente associado da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUCRJ; E-mail: marley@ele.puc-rio.br

*** Doutor em Engenharia Elétrica em Métodos de apoio a Decisão pela Pontifícia Universidade Católica – PUCRJ; Pesquisador e Docente na Pontifícia Universidade Católica – PUCRJ; Docente no curso de Pós-graduação em Lato Sensu Business Intelligence Master; E-mail: juan@ele.puc-rio.br

**** Instituto Vianna Júnior - MG; E-mail: jgaltaf@yahoo.com.br

***** Doutora. e Mestre. em Administração de Empresas pela Pontifícia Universidade Católica – PUCRJ; Docente no curso de Marketing no Mestrado em Administração de Empresas e Desenvolvimento Empresarial da Universidade Estácio de Sá - Unesa; E-mail: irene.troccoli@estacio.br

propõem a estabelecer valor econômico para o meio ambiente. Sendo assim, a totalidade do problema da valoração não é atacada. Este trabalho apresenta uma metodologia para levar em conta dois dos aspectos ignorados pelas atuais técnicas ao suprir algumas de suas deficiências, sendo uma das suas contribuições a apresentação de formato para assumir intrinsecamente o valor da irreversibilidade da ação no cálculo do valor dos recursos naturais.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão Socioambiental; Sustentabilidade; Valoração Ambiental.

**PERSPECTIVES FOR THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF
NATURAL RESOURCES: AN ANALYSIS OF CONCEPTS OF NON-
REVERSIBILITY OF ACTIVITY AND CHANGE FLEXIBILITY**

ABSTRACT: Several methods have been proposed within the study of economical sciences and published in the specialized literature on the attribution of monetary rate to the environment as an auxiliary instrument for the social and environmental management of natural resources. The costs of travel, hedonic prices and contingent valorization methods are enhanced. However, it is no small task associating economic rate to environments assets since a wide range of multi-disciplinary concepts is involved. Further, important aspects involved in the valorization of the environment, such as the non-reversibility of change and the flexibility of decision taking, are practically deemed negligible in most research that proposes to establish an economical value to the environment. However, the totality of the valorization issue is not tackled. Current research presents a methodology so that two of the neglected aspects by current techniques may be taken into account with the elimination of some of their deficiencies. One contribution consists of a format to intrinsically adopt the value of non-reversibility of the action within the calculation of the value of natural resources.

KEYWORDS: Environmental Valorization; Social and Environmental Management; Sustainability;

INTRODUÇÃO

De acordo com Faria e Silva (1999), a gestão eficiente dos recursos ambientais implica reconhecerem-se as oportunidades de investimentos oriundas da gestão ambiental. Ao se falar em gestão socioeconômica eficiente dos recursos naturais, indiretamente a necessidade de se conhecer o valor econômico do meio ambiente aparece. Para o investidor ou empresário, a análise de investimento, quando envolve o meio ambiente, passa pela tradicional análise custo-benefício, que é muito mais bem compreendida quando pode ser expressa em valores monetários. Isso permite comparar distintas opções.

A necessidade de conhecer o valor econômico dos bens ambientais e de incorporá-los ao processo econômico é uma preocupação antiga, mas se intensificou nos últimos 30 anos. Isso se deve à conscientização, nas últimas décadas, de que os recursos naturais, ou capital natural, antes considerados ilimitados e de domínio público, na realidade são escassos – muito embora tenham sido tratados pela humanidade, por muito tempo, como uma fonte inesgotável de suprimento de matéria-prima. (FREEMAN, 1979; PEARCE; TURNER, 1990; BENAKOUCHE; CRUZ, 1994; MOTA, 2006).

Atualmente, o meio ambiente é uma das maiores preocupações mundiais. De acordo com Benakouche e Cruz (1994) e com base em pesquisas feitas em diversos países, a questão ambiental ocupa a terceira posição no *ranking* das preocupações das sociedades. Entre outros motivos, isso se deve aos efeitos negativos do padrão de consumo, que tem afetado não apenas as condições físicas do ar, da terra e da água, mas também a saúde das pessoas e o ambiente social construído pelo homem para manter a sua existência na Terra (SOUZA, 2007; OLIVEIRA, 2005).

É compreensível que, à medida que os indivíduos se conscientizam dos danos da degradação ambiental e de suas consequências para o planeta e para a vida humana, aumente a mobilização nas sociedades pela proteção dos recursos naturais. Portanto, quanto mais as pessoas se tornam esclarecidas quanto às

preocupações ambientais – o buraco na camada de ozônio, o desmatamento de florestas, as chuvas ácidas, a poluição - tanto mais os aspectos ambientais farão parte das suas decisões de consumo, de produção e preservação (FALCO, 2010).

Contudo, identificar os problemas ambientais e a forma como estes interferem na qualidade de vida dos indivíduos é questão abstrata (EUSTÁCHIO; TÁVORA, 1999). Isso porque, como bem destaca Motta (1997), não existe uma formulação definida para inserir a gestão econômica na gestão ambiental e nas decisões de investimento. Uma tentativa de conciliar os interesses econômicos com os interesses da conservação ambiental é proposta através da valoração monetária dos recursos naturais, mas essa não tem sido uma tarefa fácil.

A decisão sobre o uso dos recursos naturais envolve ainda decidir sobre o quanto usar dos recursos e como usá-los. Neste sentido, é válido destacar que cabe à geração atual cuidar para que as futuras gerações tenham quantidades suficientes de bens ambientais para satisfazerem as suas necessidades. Além disso, como é preciso garantir a continuidade do desenvolvimento sustentável, isto significa também pensar em como esta geração e as próximas conduzirão o intercâmbio natureza-homem-atividade econômica (MOTA, 2006; BRAGA; OLIVEIRA, 2003).

Nesta linha de raciocínio, para a Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento, o conceito de desenvolvimento sustentável relaciona-se com a trajetória do progresso humano condicionado pelas limitações tecnológicas, pela organização social do planeta e pela capacidade de a biosfera assimilar os efeitos da atividade econômica e humana (MOTTA, 1997a; MOTA, 006).

Em estudo realizado em 1991, intitulado “Nosso Futuro Comum” (MOTA, 2006 p. 23), a Comissão coloca que desenvolvimento sustentável pode ser definido como “[...] aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”.

Há uma série de problemas na alocação eficiente e na administração da utilização dos recursos naturais. Um deles envolve a escolha da alocação dos recursos entre os vários usos competitivos, visando à maximização do bem-

estar e a satisfação da sociedade (AUSTRALIAN....., 1995). Por exemplo, um parque tanto pode ser usado para fins recreativos como para a venda da madeira proveniente do corte das árvores (CONRAD, 1999; INSLEY, 2002). Neste caso, conforme coloca Pindyck (1999), o debate sobre o melhor uso dos recursos naturais deverá levar em conta os benefícios e os custos tanto da preservação quanto das suas destruições e corte para a venda da madeira, avaliando-se ambos aqueles elementos ao se adotar política ambiental voltada para a redução das quantidades de CO₂ emitidas na atmosfera.

Outro problema na alocação eficiente dos ativos naturais se relaciona com os benefícios e os custos futuros associados à determinada alternativa de uso, levando-se em conta o aspecto intertemporal da utilização dos recursos - fator que se intensificou desde a década de 1970 - e a irreversibilidade da ação provocada (FALCO, 2010).

Desta forma, evidencia-se estreita relação entre o conceito de desenvolvimento sustentável, a gestão socioambiental e o uso racional dos recursos naturais com a proposta de avaliação monetária do meio ambiente - foco deste trabalho. Conforme destacado por Nogueira, Medeiros e Arruda (2000), quaisquer medidas ou ações gerenciais que busquem o desenvolvimento e o uso sustentável dos ativos naturais se beneficiarão da estimação de valores monetários para estes ativos.

Uma das vantagens dos métodos de valoração é permitir internalizar os custos ambientais decorrentes da atividade econômica. A partir de um valor monetário, é possível adotar políticas específicas para proteger o meio ambiente, que podem assumir diversas formas: taxação, aumento de impostos, imposição de multas ou de indenizações. Ou até mesmo o adiamento da decisão de degradar a natureza. Diante disto, verifica-se a necessidade de se incluírem os impactos da irreversibilidade da ação sofrida pelo ambiente como forma de apresentar uma estimativa de custos e de benefícios mais exata e verdadeira.

2 MEIO AMBIENTE

Por definição, meio ambiente é o local em que as pessoas vivem e expandem a vida, sendo, portanto, um direito econômico de todos (FACIN, 2002). Por isso, é importante preservá-lo e compatibilizar-lhe a conservação com o desenvolvimento econômico e social, respeitando o direito das futuras gerações dele usufruírem com qualidade. Esta é uma das razões pelas quais este assunto tem assumido papel de destaque nas Constituições de vários países (FACIN, 2002). Nesta pesquisa o termo meio ambiente refere-se aos recursos naturais disponíveis, que não são produzíveis pelo homem e que geram benefícios econômico-social-funcionais.

O tema ambiental é muito amplo e sua definição envolve uma gama de conceitos oriundos de diversas áreas de conhecimento, tais como Economia, Biologia, Filosofia, Geologia, Direito e Sociologia (FALCO, 2010). Cada uma destas disciplinas desenvolveu o seu conjunto de questões, de teorias e de métodos para abordá-lo segundo os seus objetivos.

Como bem pondera Freitas (2001 p. 7), o meio ambiente é, atualmente, um dos poucos assuntos que desperta o interesse de todas as nações, independentemente do regime político ou sistema econômico. É que as consequências dos danos ambientais não se confinam mais nos limites de determinados países ou regiões. Ultrapassam as fronteiras e, costumeiramente, vêm a atingir regiões distantes. Daí a preocupação geral no trato da matéria que, em última análise, significa zelar pela própria sobrevivência do homem.

Os benefícios funcionais do ambiente se referem à função ecossistêmica destes bens naturais no equilíbrio das condições de vida no planeta. Sabe-se que os ecossistemas estão em constante interação com o meio ambiente, com os processos químicos e com as leis ecológicas e econômicas (MOTA, 2006).

A função ecossistêmica do ambiente possibilita a manutenção das condições microclimáticas favoráveis à existência humana, existência da fauna e da flora, saúde física e mental da população que vive próxima das áreas verdes, além de minimizar os efeitos da poluição do ar (HILDERBRAND et al., 2002).

Isto permite o equilíbrio natural necessário à vida.

3 O VALOR ECONÔMICO DO MEIO AMBIENTE *VERSUS* A GESTÃO SOCIOAMBIENTAL SUSTENTÁVEL

Os bens ambientais estão sujeitos à escassez, mas são indispensáveis à existência humana e à continuidade do desenvolvimento econômico. Diante disto, é preciso conciliar o crescimento econômico – o que quase sempre implica degradar parte dos recursos naturais - com a conservação e a preservação dos ecossistemas. Desta forma, o meio ambiente tornou-se alvo do interesse econômico e as técnicas de valoração dos recursos naturais passaram a ser de grande valia na gestão socioambiental (BENAKOUCHE; CRUZ, 1994; AUSTRALIAN..., 1995; MOTTA, 1997; FACIN, 2002; MOTA, 2006).

Valorar o meio ambiente significa atribuir um valor econômico para os recursos naturais e para seu entorno. Este valor não deve ser entendido como o preço do recurso, pois o meio ambiente possui valor inestimável (BENAKOUCHE; CRUZ, 1994). O sentido do valor numérico é criar um indicativo do bem-estar proporcionado pelo bem ambiental. Este indicador servirá como denominador comum entre o meio ambiente e os demais bens e serviços, permitindo fazer comparações que poderão subsidiar as decisões a serem tomadas na gestão dos recursos naturais (HILDERBRAND et al., 2002). Afinal, nos mercados, os bens são racionados pelos preços (MANKIWI, 2008).

Apesar da importância reconhecida de se ter um valor numérico associado aos recursos naturais, identificar, qualificar e quantificar os danos ambientais decorrentes de uma ação que interfere no equilíbrio natural envolve muitos aspectos sobre os quais ainda não há um consenso, como, por exemplo, o valor da vida. Qual é o valor da vida? A resposta para esta pergunta abrange uma série de fatores difíceis de serem explicitados e quantificados. Isso acontece devido à inexistência de um mercado em que a vida possa ser comercializada.

Assim, o que valorar?

Para Motta (1997), essa pergunta deve ser respondida segundo uma prioridade previamente definida. Como ressaltado por Motta (1997) e por Benakouche e Cruz (1994), apesar de os mecanismos de mercado não capturarem os valores dos ativos ambientais, existe um valor econômico associado aos recursos naturais na medida em que o seu uso provoca impactos no processo de produção e de consumo dos demais bens e serviços.

Em termos de biodiversidade, a questão do valor é ainda mais complexa porque não existe conhecimento teórico pleno a respeito desse tema para um gerenciamento adequado destes recursos (PEARCE; TURNER, 1991; MOTTA, 1997; MOTA, 2006). Apesar disso, é preciso remediar as deficiências do mercado no que tange ao tratamento dos bens naturais por meio de instrumentos econômicos e de controle, tais como multas, taxas e indenizações (FACIN, 2002).

Atualmente, há algumas tentativas metodológicas para colocar em bases econômicas os recursos naturais. Estas técnicas têm o objetivo de tornar explícito o valor econômico do meio ambiente, gerando subsídios para a tomada de decisão. Entretanto, é válido salientar que existem desacordos a respeito destas metodologias no que concerne à sua eficiência para cumprir com a finalidade pretendida. Por isso, nenhuma técnica é universalmente aceita (MOTTA, 1997; NOGUEIRA; MEDEIROS; ARRUDA, 2000).

Conforme a literatura econômica, o valor do meio ambiente é composto por quatro parcelas distintas (PEARCE; TURNER, 1990; BENAKOUCHE; CRUZ, 1994):

1. Valor de uso direto: pode ser obtido diretamente pelos preços de mercados, pois relaciona o recurso ambiental com a atividade econômica. São exemplos: a receita obtida com a pesca, a caça, a venda de madeira, o lazer e o turismo.

2. Valor de uso indireto: diz respeito aos benefícios de um maior bem-estar decorrente do equilíbrio das condições naturais do ambiente.
3. Valor de opção: refere-se à decisão de preservar no presente para consumir no futuro. É o adiamento do consumo por esta geração em prol das próximas gerações.
4. Valor de existência: pode ser definido a partir do valor intrínseco do bem natural que traduz o desejo altruísta dos indivíduos em garantir o recurso, sendo influenciado por questões morais, éticas e culturais.

Existem três metodologias principais para avaliação dos recursos naturais, que aparecem recorrentemente nos trabalhos científicos e que se dedicam a quantificar o valor atribuído ao meio ambiente:

1. Método da Valoração Contingente (MVC): para aplicar o MVC é preciso simular o mercado hipoteticamente através de questionários, tentando extrair do entrevistado a sua DAP (disposição a pagar) para manter as atuais disponibilidades de recursos naturais. Através dos questionários também é possível extrair a DAR (disposição a receber) dos indivíduos para aceitar uma diminuição na quantidade de ativos ambientais (HANEMMAN, 1994; AUSTRALIAN... , 1995).

2. Método do Custo da Viagem (MCV): observa-se a demanda pela atividade recreacional de uma determinada região e os custos em que o visitante incorre para usufruir das amenidades deste recurso (MOTTA, 1997).

3. Método de Preços Hedônicos (MPH): comumente utiliza os preços dos imóveis como uma variável *proxy* do valor dos bens naturais de uma certa localidade. Quanto maior o valor do imóvel, *ceteris paribus*, maior o valor dos

atributos ambientais circundantes ao imóvel considerado (MOTTA, 1997; SOUZA; ÁVILA; SILVA, 2007).

Assim como o MCV, o MPH se utiliza dos mercados de bens complementares - respectivamente os gastos realizados com a viagem até o local em que o recurso se encontra e o valor dos imóveis - para definir o valor dos recursos.

Contudo, estas técnicas, apesar de partirem de suposições válidas para a avaliação do meio ambiente, são insuficientes para capturar todos os aspectos envolvidos no problema da valoração econômica do meio ambiente. Além disso, os métodos não permitem averiguar explicita e objetivamente todas as parcelas do valor, principalmente o valor de uso indireto e o valor de existência. Da mesma forma, os atuais métodos convencionalmente usados falham ao desconsiderarem as incertezas associadas tanto a um determinado uso do recurso como à preservação (MOTTA, 1997). Por último, a irreversibilidade da ação no ambiente também não é contabilizada pelos métodos tradicionais de avaliação.

O conceito de irreversibilidade é importante na avaliação do projeto que irá destruir o meio ambiente (HENRY, 1974; PINDYCK, 1999; DALY; FARLEY, 2003) já que, quanto mais reversível for uma ação, menores serão os custos ambientais. Por outro lado, quanto mais irreversível a mudança, maiores serão os danos ao meio. Neste último caso, é possível que aumente a propensão da sociedade em optar pela preservação, fato que deve ser computado na avaliação dos custos e dos benefícios da opção de degradação. De acordo com Henry (1974) e Basili (1997), ao se integrarem, no processo de decisão, as incertezas e a irreversibilidade das mudanças relacionada ao uso do bem ambiental, obtém-se um valor adicional decorrente da opção de adiar, denominado “valor de *quasi* opção”. E, ao se levar em conta a opção de adiamento da decisão na avaliação dos custos e benefícios do uso ou da preservação do meio ambiente, surge a ideia de flexibilidade nas escolhas.

4. A IRREVERSIBILIDADE DA AÇÃO

A noção da irreversibilidade da mudança aparece em Casimiro (1999), que a remete àqueles recursos cujo retorno às condições anteriores, após sua utilização e degradação, é lento, podendo ser até impossível. Apesar disto, este autor não apresenta um modo quantitativo de incorporar a irreversibilidade às análises do valor do recurso natural.

Visando a cobrir esta lacuna, este trabalho sugere um modo de se avaliar a irreversibilidade, utilizando-se de dois parâmetros, ambos referentes aos efeitos sofridos pelo ambiente (FALCO, 2010):

1) A taxa de acomodação (β), que representa quanto do impacto provocado no meio ambiente foi por ele absorvido, sendo que essa absorção pode ser considerada irreversível dentro de um determinado período de tempo avaliado. Trata-se de informação exógena ao modelo, fornecida por um especialista da área de meio ambiente (biólogo, ambientalista, entre outros), e que descreve o que é irrecuperável;

2) A taxa de dissipação (γ), que reflete quanto, do impacto sofrido, será reversível. Neste caso, o efeito da ação considerada é reversível durante o período de tempo investigado. Essa é uma informação exógena ao modelo proposto e deverá ser fornecida por um especialista da área de meio ambiente, indicando quanto do impacto será reversível e quanto da área irá se recuperar.

Onde:

Quando $\beta < 1$, tem-se um certo grau de reversibilidade (φ).

Quando $\gamma < 1$, tem-se um certo grau de irreversibilidade $(1 - \varphi)$.

Portanto, o grau de reversibilidade da mudança significa o quanto de uma ação é reversível, voltando para a sociedade na forma de uma opção de venda e possuindo valor monetário. É representado por φ , sendo função destes dois parâmetros - como colocado na equação (1) (FALCO, 2010). Vale notar que a irreversibilidade é fator de suma importância para justificar o sentido de se construir um método fundamentado na teoria das opções, lembrando-se que, conforme Kassar e Lasserre (2002), a irreversibilidade da mudança deve ser a principal componente do valor da opção.

$$\text{Grau de reversibilidade } (\varphi) = \varphi(\beta, \gamma) \quad (1)$$

Assim, o grau de irreversibilidade da mudança é dado pela equação (2) (FALCO, 2010):

$$\frac{dIR}{dt} = \beta F(t) - \gamma F(t) \quad (2)$$

Nessa equação, tem-se que:

- quando $\beta < 1$, tem-se fator de irreversibilidade.
- quando $\gamma < 1$, tem-se fator de reversibilidade.
- $F(t)$ é o valor econômico do meio ambiente.

Sabendo que a soma de ambas as taxas é igual a 100% da área em estudo, o que se representa pela unidade, tem-se a equação (3), que mostra que a totalidade dos efeitos da degradação em uma região são absorvidos ou dissipados. Observe que a irreversibilidade da mudança é um conceito que altera o valor do meio ambiente (FALCO, 2010):

$$B + \gamma = 1 \quad (3)$$

(representa 100% da área que sofreu a ação. Parte da ação é dissipada e parte é absorvida).

Nesta pesquisa, a irreversibilidade da ação será incorporada ao valor econômico do meio ambiente através de um fator associado à irreversibilidade (β), o qual permitirá calcular o custo monetário acoplado a uma decisão que não pode ser revertida. Esta parcela do valor econômico - é a soma de tudo que se perde após a ação realizada: todo o valor de existência e de usos direto e indireto e de opção (L) (FALCO, 2010).

Assim o valor monetário de uma decisão parcialmente irreversível será dado pela equação (4) (FALCO, 2010):

$$(1-\beta) * [\text{valor esperado de L no instante } (t+k)] \quad (4)$$

Onde:

$t \in [0, T]$, sendo T qualquer instante de tempo.

L = (valor de uso direto + valor de uso indireto + valor de existência).

k: Instantes de tempo futuro e $K = 1, 2, 3, \dots$

De acordo com (4), os efeitos da degradação ambiental que ainda estão sendo sentidos pelo ambiente reduzem tanto o valor de uso direto quanto a chamada amenidade, que é a adição dos valores de existência e de uso indireto da região.

À medida que os efeitos da degradação se dissipam, o valor de β diminui e o valor monetário da irreversibilidade se torna cada vez menor. Quando o ambiente está totalmente recuperado do impacto sofrido, o valor de β é nulo, com a irreversibilidade deixando de ser um aspecto relevante da análise (FALCO, 2010).

Os custos da irreversibilidade, obtidos pela equação (4), devem ser deduzidos a partir do projeto alternativo à preservação, pois, se a irreversibilidade da mudança diminui, também diminuem os benefícios financeiros do projeto que ocasionará a degradação (FALCO, 2010).

5 INCERTEZA E FLEXIBILIDADE NA AÇÃO

Todo investimento é ao menos parcialmente irreversível, dado que parte do seu custo inicial pode ser considerado como um custo afundado. Isto significa que, ao longo do período de desenvolvimento do projeto, se a alternativa mais viável for suspender a decisão de financiar o investimento, parte do que foi gasto não pode ser recuperado. Logo, a opção de esperar para investir é muito valiosa, já que a espera é reversível (DIXIT; PINDYCK, 1994).

A incerteza se caracteriza pela falta de controle sobre a forma como os eventos irão acontecer no futuro. Mesmo que se tenha uma previsão sobre o comportamento destes eventos, não se pode definir exatamente quando e em qual intensidade tais eventos acontecerão (SOUZA; CLEMENTE, 1995).

Mas, de qualquer forma, o agente precisa fazer uma escolha com as informações disponíveis no momento da decisão.

Vale lembrar que incerteza e risco são conceitos diferentes, embora sejam, algumas vezes, utilizados equivocadamente como sinônimos. Existe incerteza quando não se conhece o comportamento futuro do evento. Já é risco refere-se à chance de os resultados reais divergirem daqueles esperados (GITMAN, 2001). Pode-se inferir daí, que normalmente não existe uma situação de absoluta incerteza, na medida em que, em geral, se conhecem os limites de variação dos valores possíveis para o evento.

A incerteza afeta os fluxos de caixa do investimento e, portanto, o retorno do projeto. Sendo assim, os valores do projeto e da opção, assim como a decisão de investir, são afetados pela incerteza das variáveis que impactam o investimento (SOUZA; CLEMENTE, 1995).

Existem três tipos de incertezas a serem consideradas na avaliação de um projeto: econômica, técnica e estratégica (DIXIT; PINDYCK, 1994).

1) A incerteza econômica: refere-se aos fatores como crises internacionais, guerras, variações climáticas que afetam a produção agrícola, chegada de novas tecnologias, entre outras. Quanto a esse tipo de incerteza, aprende-se esperando e não investindo.

2) A incerteza técnica: é endógena ao processo de decisão. A opção de investir reduz esta incerteza, pois se aprende investindo.

3) A incerteza estratégica: relacionada com os movimentos macroeconômicos refere-se às decisões das demais empresas no mercado. Neste caso, investir ou esperar depende de como as outras firmas se comportam.

Conforme Dixit e Pindyck (1994), é muito raro um investimento ser do tipo “agora ou nunca”; em geral pode-se observar o mercado e aguardar por novas informações. Isso significa que se deve comparar o custo de adiar o início do projeto com os benefícios da espera.

Ao se ignorar quaisquer dos três fatores mencionados - irreversibilidade, incerteza e *timing* - a decisão fica comprometida, pois é desconsiderada a flexibilidade permitida ao agente nas suas escolhas. Ainda que a abordagem financeira tradicional não a considere e a quantifique, a flexibilidade nas decisões é uma realidade no mundo dos negócios, cujo ambiente é caracterizado por mudanças rápidas, por incertezas e por competição intensa. Com o passar do tempo, novas informações chegam e as empresas reavaliam suas estratégias de acordo com as novas condições de mercado. Portanto, o comportamento racional do investidor contradiz a hipótese de uma gestão passiva, como pressupõe a teoria financeira tradicional (SOUZA; CLEMENTE, 1995; GITMAN, 2001;).

A possibilidade de rever o curso ótimo das ações conforme novas condições se estabeleçam é chamada de flexibilidade gerencial. Em teoria, a flexibilidade deve expandir o valor da oportunidade do investimento, na medida em que aumenta o potencial de ganhos e limitam as perdas relacionadas a um gerenciamento passivo (MINARDI, 2004). Como a abordagem convencional ignora as flexibilidades, que fazem parte do comportamento real do agente, há uma subavaliação do projeto. Nesta brecha, empreendedores e estrategistas encontram espaço para sugerirem novas teorias, que complementam a teoria convencional estendendo-a para uma abordagem mais realista e prática.

Ao se reconhecer que existem incertezas no uso dos recursos naturais e no seu não uso (preservação), assim como irreversibilidades associadas ao uso dos recursos, é preciso assumir a flexibilidade na tomada de decisão. Esta flexibilidade ganha destaque principalmente em se tratando do meio ambiente, porque este pode levar tanto tempo para se recuperar de uma ação sofrida que a ação pode ser considerada como irreversível. Tal fato deve ser levado em conta

na análise dos custos e dos benefícios da ação, a fim de garantir a existência dos recursos para as gerações futuras denominada gestão socioambiental sustentável.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou ressaltar a importância de tornar intrínsecos, nas metodologias de valoração dos recursos naturais, dois conceitos-chave no uso do meio ambiente: a irreversibilidade da ação e a flexibilidade na tomada de decisão - atualmente desconsiderados pelas técnicas tradicionais que se prestam a calcular o valor total do meio ambiente.

Desta forma, a contribuição deste estudo foi a de apresentar uma metodologia para se computar a irreversibilidade da ação na determinação do valor total do meio ambiente. Neste sentido, apresentaram-se, na seção 4, as fórmulas e o raciocínio empregado nesta pesquisa para se mensurar intrinsecamente à metodologia de valoração a irreversibilidade da mudança. Neste sentido, quanto mais irreversível a ação, maior deverá ser o valor econômico do meio ambiente.

Além disso, esta pesquisa ressaltou a importância de se considerar a flexibilidade das escolhas na definição do referido valor. Quanto maior as incertezas associadas à ação, maior o valor de adiar uma decisão flexível, aumentando o valor do meio ambiente. As atuais técnicas de valoração, ao ignorarem estes dois aspectos na apuração do valor econômico dos recursos ambientais, vêm provocando sérias distorções no processo de tomada de decisão e de gerenciamento dos recursos ambientais.

O raciocínio desenvolvido por esta pesquisa apresentou um procedimento formal para complementar as atuais metodologias de valoração, suprimindo algumas de suas limitações. A inclusão de um valor associado à flexibilidade da ação e à irreversibilidade pode ajudar a esclarecer uma questão-chave em decisões de investimentos que degradam o meio ambiente: até quando a preservação seria a decisão ótima para a sociedade, em termos de manter o

processo de desenvolvimento econômico e a evolução da humanidade.

REFERÊNCIAS

AUSTRALIAN Government Publishing Service. **Techniques to Value Environmental Resources: an Introductory Handbook**. 1995 Disponível em: < <http://www.environment.gov.au/about/publications/economics/value/chapter2>>. Acesso em: [2009].

BASILI, M. Quasi-Option Value and Hard Uncertainty. **Quaderni del Dipartimento di Economia Política**, Siena, v. 216, out 1997.

BENAKOUCHE, R.; CRUZ, R. S. **Avaliação monetária do meio ambiente**. São Paulo, SP: Ed. Makron Books, 1994.

BRAGA, P. L. S.; OLIVEIRA, C. R. **Valoração econômica do Parque Nacional da Lagoa do Peixe**, RS. 2003. Disponível em: <http://www.ich.ufpel.edu.br/economia/professores/xavier/PNLP_DAP_SOBER2005.pdf> Acesso em: [2010?].

CASIMIRO, F. F. Valoração monetária de amenidades ambientais: algumas considerações. **Teoria e Evidência Econômica**, v. 7, n. 13, p. 55-68, maio 1999.

CONRAD, J. M. **Resource Economics**. New York: Cambridge University Press, 1999.

DARLY, H & FARLEY, J. **Ecological Economics Principles and Applications**. Washington: Island Press, 2003. 488 p.

DIXIT, A. & PINDYCK, R. **Investment Under Uncertainty**. Princeton: Princeton University Press, 1994.

EUTÁCHIO, J. A. V.; TÁVORA, J. L. T. Metodologias de avaliação de ativos ambientais: uma comparação entre as medidas. In: ENCONTRO NACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 3., 1999, Recife. **Anais...**, Recife: Ecoeco, 1999.

FACIN, M. A. **Meio Ambiente e Direitos Humanos**. 2002. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/Doutrina/texto.asp?id=3463>>. Acesso em: 2010.

FALCO, G. P. **Valoração do Meio Ambiente: uma abordagem pela teoria de opções reais**. 2010. Tese (Doutorado Engenharia Eletrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010

FARIA, H. M; SILVA, R. J. Oportunidades Econômicas com a Gestão Ambiental. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico**, Itajubá, v. 23, n. 3, p. 153-162, 1999.

FREEMAN, A. M. **The Benefits of Environmental Improvements: theory and practice**, Baltimore, USA: The John Hopkins University Press, 1979. 282 p.

FREITAS, V. P. **Direito Administrativo e Meio Ambiente**. 4. ed. Curitiba, PR: Juruá. 2001.

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2001.

HANEMMAN, W. M. Valuing the Environmental. Through Contingent Valuation. **The Journal of Economic Perspectives**, Pittsburgh, v. 8, n. 4, p. 19-43, 1994.

HENRY, C. Investment Decisions Under Uncertainty: The Irreversibility effect. **The American Economic Review**, Pittsburgh, v. 64, n. 6, p 1006-1012, 1974.

HILDEBRAND, E. et al. Valoração Contingente na avaliação econômica de áreas verdes urbanas. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 32, n. 1, p.121-132, jan./jun

2002.

INSLEY, M. A Real Options Approach to the Valuation of a Forestry Investment. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 44, p. 471-492, 2002.

KASSAR, I & LASSERRE, P. **Species Preservation and Biodiversity value: a real options approach**. Montréal: Scientifics, Set. 2002.

MANKIW, N. G. **Introdução à Economia**. Tradução 3. ed. Norte-Americana. São Paulo, SP: Pioneira Thomson Learning, 2008.

MINARDI, A. M. A. F. **Teoria de opções aplicada a projetos de investimento**. São Paulo, SP: Atlas, 2004.

MOTA, J. A. **O valor da Natureza: Economia e política dos recursos naturais**. Rio de Janeiro, RJ: Garamond, 2006.

MOTTA, R. S. **Manual para Valoração Econômica dos Recursos Naturais**. [S.l.]: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1997.

MOTTA, R. S. **Desafios ambientais da economia brasileira**. [S.l.]: IPEA, 1997a. (Texto para discussão, 509).

NOGUEIRA, J. M.; MEDEIROS, M. A. A.; ARRUDA, F. S. T. Valoração Econômica do meio ambiente: ciência ou empirismo? **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. Brasília, v. 17, n. 2, p 81-115, maio/ago. 2000.

OLIVEIRA, J. A. Estimativa do valor econômico do recurso ambiental do ar atmosférico: VERAar - da frota a diesel do sistema integrado de transporte de fortalece- SIT-FOR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO. 15., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ANTP, 2005.

PEARCE, D.; TURNER, R. **Economics of natural resources and the environment**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1990.

PINDYCK, R.S. **Irreversibilities and the timing of environmental policy**. [S.l.]: Massachusetts Institute of Technology Cambridge, 1999.

SOUZA, A.; ÁVILA, S. C. ; SILVA, W. V. Modelos de preços hedônicos para estimar a relação preço-satisfação na compra de veículos populares novos. **Revista Economia & Gestão**, Belo Horizonte, v. 7, n. 15, 2007.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos**: fundamentos, técnicas e aplicações. São Paulo, SP: Atlas, 1995.

SOUZA, R. F. P. Economia do meio ambiente e responsabilidade social: os métodos de valoração econômica e controle ambiental. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. 45., 2007, Londrina. **Anais....** Londrina: Sober, 2007.

SOUZA, R. F. P.; SOUZA. M. F. P. Políticas ambientais e a determinação da escala sustentável de utilização dos recursos naturais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. 46., 2008, Rio Branco. **Anais....** Rio Branco: Sober, 2008.

Recebido em: 27 Julho 2011

Aceito em: 22 Agosto 2011