

**MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANO AMBIENTAL**DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.5.22.IX-002>

Alexandra Fátima Saraiva Soares (\*), Rafaela Franco, Luís Fernando de Morais Silva

\* IEC - PUC Minas / Ministério Público de Minas Gerais. E-mail: asaraiva.soares@gmail.com

**RESUMO**

Em vista das externalidades ambientais negativas das atividades econômicas e ao uso excessivo dos recursos naturais, a economia do meio ambiente tem evidente relevância como estratégia de responsabilização do agente poluidor e para o ajustamento ou controle da referida conduta lesiva. Na seara da responsabilidade civil ambiental, a indenização em pecúnia dos danos ambientais irreversíveis é tida como última alternativa, devido à dificuldade na atribuição de valores monetários aos bens e serviços ecossistêmicos, de modo abrangente à toda complexidade ambiental. Diante disso, este estudo objetiva apresentar e discorrer acerca dos métodos para conduzir valoração econômica por danos ocasionados ao meio ambiente. Como procedimento metodológico, aplicou-se a pesquisa exploratória, desenvolvida por meio de revisão da literatura e legislação correlatas ao tema. Cabe destacar que a seleção coerente e adequada do método de valoração é realizada caso a caso, a depender da finalidade, do arcabouço de dados disponíveis e do grau de conhecimento da dinâmica ecológica envolvidos no procedimento em análise. O valor econômico do recurso ambiental (VERA) segrega-se em valor de uso (VU) – subdividido em valor de uso direto (VUD), valor de uso indireto (VUI) e valor de opção (VO) – e valor de não-uso (VNU), correspondente ao valor de existência do recurso. Esses componentes podem ser obtidos a partir de diversos métodos de valoração econômica, tais como: i) avaliação de contingente, preços hedônicos e custos de viagem, categorizados como métodos em função da demanda ou diretos, por relacionarem-se às preferências dos indivíduos via disposição a pagar por bens e serviços ambientais; ii) custos evitados, custos defensivos, custos de reposição, custos de oportunidade, custos de re-localização e produtividade marginal, classificados como métodos em função de produção ou indiretos e estimados por meio das alterações nos preços de produtos do mercado, resultantes das mudanças ambientais; e iii) metodologia eMergética, baseada na energia solar incorporada. Em conclusão, reconhece-se que os métodos de valoração existentes são limitados, contudo, o emprego da metodologia mais adequada ao caso em análise deve ser realizado, visando a contribuir no processo de conscientização do valor dos recursos naturais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bem-estar social, Precificação, Valor econômico, Serviço ecossistêmico, Disposição a pagar.**ABSTRACT**

The environmental economics has evident relevance as a strategy in order to liable the polluting agent or adjust/control the harmful conduct to natural resources. This is justified because of negative environmental externalities from economic activities and the excessive use of resources. In the context of environmental civil liability, indemnity in cash for irreversible environmental damages is considered the last alternative, due to the high difficulty in attributing monetary values to ecosystem goods and services, comprehensively to all environmental complexity. Therefore, this study aims at presenting the methods for economic valuation for damages to environment. The methodological procedure adopted was exploratory research, which was developed through literature and legislation related to the theme. It must be mention that the coherent and adequate selection of the valuation method is carried out on a case-by-case basis, which depends on the purpose, the available data framework and the degree of ecological dynamics knowledge involved in the procedure under analysis. The economic value of the environmental resource (VERA) is segregated into value in use (VU) – subdivided into direct use value (VUD), indirect use value (VUI) and option value (VO) – and non-resource value usage (VNU), which corresponds to resource's existence value. These components can be obtained from different methods of economic valuation, such as: i) contingent valuation, hedonic prices and travel costs, which are categorized as methods based on demand or direct, as they relate to individuals preferences by means of disposition to pay for environmental goods and services; ii) avoided costs, defensive costs, replacement costs, opportunity costs, relocation costs and marginal productivity, which are classified as production-based or indirect methods and estimated through changes in market product prices resulting from environmental changes; and iii) eMergetic methodology, based on incorporated solar energy. In conclusion, it is recognized that the existing valuation methods are limited. However, using the most appropriate methodology for the case under analysis must be carried out, aiming to contribute to the process of awareness of the value of natural resources.

**KEY WORDS:** Well-being, Pricing, economic value, Ecosystem service, Disposition to pay.



### INTRODUÇÃO

As atividades econômicas, embora necessárias, geram externalidades ambientais negativas no decorrer dos processos produtivos, tais como: poluição dos corpos hídricos e do ar, desmatamento e supressão de vegetação nativa e perda de habitats e funções ecológicas. Nesse contexto, a economia do meio ambiente tem evidente relevância como estratégia de responsabilização do agente poluidor e para o ajustamento ou controle da referida conduta lesiva aos recursos naturais (CUSTÓDIO e MACHADO, 2019).

A responsabilização jurídica por danos ao meio ambiente avulta-se diante da preocupação com o uso excessivo dos recursos naturais e consequente escassez para as futuras gerações, de modo que se tornou pauta central no contexto do desenvolvimento sustentável. Em primazia, sua abordagem está atrelada ao princípio 22 da Declaração da Conferência da ONU no Ambiente Humano, que teve palco em Estocolmo, no ano de 1972, na qual foi apontado que “Os Estados devem cooperar para continuar desenvolvendo o direito internacional no que se refere à responsabilidade e à indenização às vítimas da poluição e de outros danos ambientais que as atividades realizadas dentro da jurisdição ou sob o controle de tais Estados causem a zonas fora de sua jurisdição” (ESTOCOLMO, 1972). Em nível nacional, enfoque similar foi debatido na Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas (UNCED) que ocorreu em 1992 no Rio de Janeiro (MAIA *et al.*, 2004).

Na mesma linha, a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (CRFB/88) estabelece, no parágrafo terceiro do art. 225, a Tríplex Responsabilidade Ambiental, de modo que “condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados” (BRASIL, 1988).

Na seara da responsabilidade civil ambiental, de posse da constatação do dano ambiental, compele ao agente degradador/poluidor a reparação desse dano (restauração, compensação e/ou indenização). O ordenamento jurídico brasileiro elenca a restauração do bem lesado como fundamento e objetivo primordiais, mas, diante da inviabilidade do reestabelecimento do estado ecossistêmico original, procede-se a compensação ou a indenização em pecúnia dos danos ambientais irreversíveis (LEITE e ALMEIDA, 2005). Destaca-se que a indenização é tida como última alternativa, em especial devido ao difícil exercício de atribuição de valores econômicos aos bens e serviços ecossistêmicos, de modo que englobe toda a dinâmica e peculiaridade da área ambiental.

Apesar da alta complexidade, a valoração econômica ambiental consiste na principal questão envolta das relações entre economia e meio ambiente e tem notória relevância para o controle do uso excessivo dos recursos ambientais, contribuindo para a conscientização da sociedade e para subsidiar ações de gestão ambiental, com a determinação de prioridades. Em termos conceituais, a valoração econômica ambiental compreende a atribuição de valores monetários aos bens e serviços ecossistêmicos, os quais não detêm valores de mercado. Dessa forma, valorar um recurso ambiental equivale à identificação e posterior precificação do valor de um recurso ambiental, com base em sua contribuição social (influência no bem-estar dos indivíduos) e econômica, ou do custo de reparação de determinado dano ambiental (ABNT, 2009; CUSTÓDIO e MACHADO, 2019). Em acréscimo, destaca-se que a valoração permite demonstrar o quanto os recursos suportam o bem-estar humano e a interdependência humana com o bem-estar de toda a vida no planeta.

Existem diversos métodos de valoração que objetivam a mensuração dos bens e serviços ambientais, cada qual com suas particularidades. Não há, todavia, consensualidade quanto à eficiência de cada método, em vista do exíguo conhecimento quanto a total dimensão e singularidades das relações ecológicas, sua capacidade de regeneração e limite suporte. Nesse âmbito, a representação de toda a complexidade ambiental em um simples valor pecuniário é uma idealização não alcançável (MAIA *et al.*, 2004; SARAIVA SOARES, DINIZ e SILVA, 2020).

### OBJETIVO

Este estudo tem como objetivo apresentar e discorrer acerca dos métodos para conduzir valoração econômica por danos ocasionados ao meio ambiente.

### METODOLOGIA

Este trabalho foi elaborado a partir de pesquisa exploratória, desenvolvida por meio de revisão da literatura e legislação correlatas ao tema. Procedeu-se levantamento da literatura técnica pertinente, visando identificar e compilar métodos existentes para condução da valoração econômica de dano ambiental.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seleção coerente e adequada do método de valoração econômica ambiental é realizada caso a caso, a depender da finalidade da valoração, do arcabouço de dados disponíveis, do grau de conhecimento da dinâmica ecológica do local em estudo e dos serviços ambientais envolvidos no procedimento em análise (RIBEIRO, 2009; SARAIVA SOARES, DINIZ e SILVA, 2020). Embora essa escolha não se limite a uma regra jurídica específica, a norma técnica NBR 14653:2008, elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), deve ser, preferencialmente e sempre que aplicável, utilizada como base de referência nos cálculos.

O valor econômico do recurso ambiental (VERA), como reforçado por Motta (1997), deriva-se de todos os seus atributos, os quais podem estar ou não associadas a um uso. Nesse sentido, o consumo de um recurso ambiental realiza-se via uso e não-uso – valor de existência. Ainda conforme esse autor, um bem é considerado homogêneo quando seus atributos que geram satisfação de consumo são inalteráveis, enquanto que os demais bens são, de fato, parte de classes de bens ou serviços compostos. No último caso, cada membro da classe apresenta atributos diferenciados.

No tocante ao recurso ambiental, seus atributos são definidos pelos fluxos de bens e serviços ambientais – que são derivados do seu consumo – e/ou de atributos de consumo associados à própria existência do recurso ambiental. Nesse âmbito, é habitual a segregação do VERA em: valor de uso (VU) e valor de não-uso (VNU).

A Norma Brasileira – NBR 14.653-6:2008 (versão corrigida) da ABNT, trata da avaliação de bens – recursos naturais e ambientais. Esta norma técnica estabelece que o VERA é igual à somatória do valor de uso (VU) – subdividido em Valor de Uso Direto (VUD), Valor de Uso Indireto (VUI) e Valor de Opção (VO) – com o valor de existência (VE), sendo expresso, portanto, de acordo com a Equação 1:

$$\text{VERA} = \text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO} + \text{VE} \quad \text{Equação (1)}$$

Em linhas gerais, entende-se que (MOTTA, 1997, p. 11-12):

- i. **valor de Uso Direto (VUD):** refere-se ao caso em que o indivíduo utiliza atualmente um recurso, seja na forma de extração (extrativo), tal como a extração de madeiras, de consumo (consuntivo) ou desfrutado diretamente (estrutural), como a recreação (EMBRAPA, 2015). Nesse sentido, o VUD refere-se ao valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental em função do bem-estar proporcionado por ele, a partir de seu uso direto;
- ii. **valor de Uso Indireto (VUI):** associa-se ao benefício atual do recurso derivado das funções ecossistêmicas (não extrativo ou funcional), como, por exemplo, a conservação do solo e a preservação das florestas que atuam na armazenagem de carbono (EMBRAPA, 2015). Assim, o VUI relaciona-se ao valor atribuído a um recurso ambiental em virtude de suas funções ecossistêmicas;
- iii. **valor de Opção (VO):** corresponde aos valores de usos direto ou indireto atribuídos, pelo indivíduo, que poderão ser optados em futuro próximo, devido à expectativa de aumento de conhecimento, ou cuja preservação pode ser ameaçada (MOTTA, 1997; EMBRAPA, 2015) A título de exemplificação, cita-se o benefício advindo de fármacos desenvolvidos com base em propriedades medicinais ainda não descobertas de plantas em florestas tropicais;
- iv. **valor de não-uso (ou valor passivo):** representa o valor de existência (VE), o qual corresponde aos benefícios advindos do ambiente dissociados do uso (embora represente consumo ambiental). Ressalta-se que o VE deriva-se de uma posição moral, cultural, ética ou altruística em relação aos direitos de existência de espécies não-humanas ou preservação de outras riquezas naturais, mesmo que estas não representem uso atual ou futuro para o indivíduo (EMBRAPA, 2015).

Os componentes do VERA (VUD, VUI, VO e VE) podem ser obtidos a partir de diversos métodos de valoração econômica, os quais apresentam diversas classificações. Conforme Motta (1997), esses métodos se agrupam em: função de produção e função da demanda, sendo que ambos podem ser aplicados concomitantemente, em função do tipo de valoração requerida. Contudo, outros autores categorizam os métodos de valoração ambiental em: métodos diretos – associados aos métodos em função da demanda – e indiretos – associados aos métodos em função da produção (RIBEIRO, 2009; EMBRAPA, 2015). Faz-se importante destacar que a categorização dos métodos não é um tópico relevante em si, vez que aquele primordial consiste no entendimento da aplicação dos métodos e no acesso aos dados requeridos por cada um (bancos de dados).

Em linhas gerais, os métodos de valoração econômica ambiental existentes podem estar elencados na Figura 1.

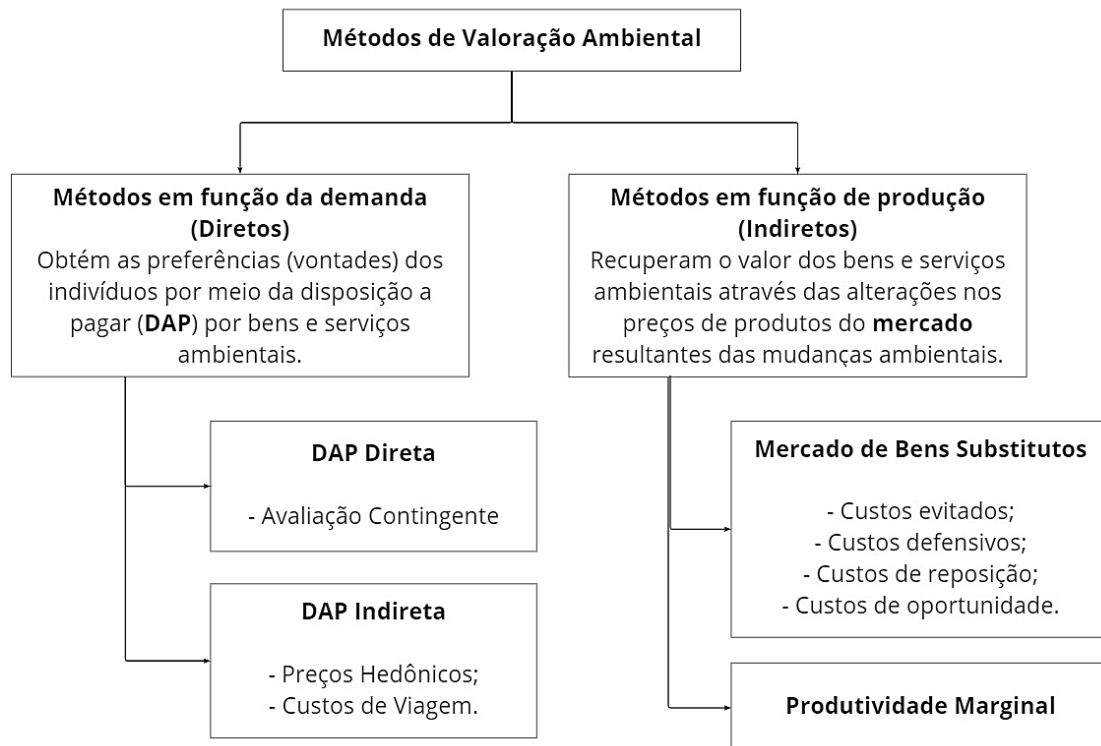


Figura 1 – Síntese dos métodos de valoração econômica ambiental. Fonte: Adaptado de MAIA *et al.*, 2004.

### Métodos da função da produção (indiretos)

Os métodos da função da produção fazem uso de técnicas simplificadas, a fim de se definir valores ambientais, e o valor do recurso é considerado como insumo ou fator de produção. Assim, esses métodos são utilizados “quando o recurso ambiental é um insumo ou um substituto de um bem ou serviço privado” (EMBRAPA, p. 251, 2015).

Por serem correlatos às alterações ambientais (nível de estoque ou qualidade), o valor do recurso ambiental é estimado pelo impacto na economia de uma mudança na oferta/provisão de bens e serviços (RIBEIRO, 2009; MOTTA, 2015; FARIA e DASSOW, 2020), mensurando, com isso, os efeitos benéficos ou maléficos dessa alteração (EMBRAPA, 2015). Destaca-se, portanto, que as estimativas baseadas nos métodos da função de produção correlacionam a causa da variação do bem (extração ou poluição) com seu consequente dano ambiental e, posteriormente, o impacto decorrente desse cenário na produção (MOTTA, 1997; EMBRAPA, 2015).

De acordo com Maia *et al.* (2004), os métodos indiretos, além da facilidade de aplicação, são menos onerosos. Entretanto, o valor final da valoração tende à subestimação, uma vez que é englobado apenas os valores de uso dos recursos ambientais.

Esses métodos se subdividem em: i) *métodos de produtividade marginal (função dose-resposta)* e ii) *de mercados de bens substitutos*. O primeiro fundamenta-se no uso do preço de mercado de determinado bem ou serviço para compor o valor econômico do recurso, vez que são valores reconhecidos pelo mercado (item comercializado). Nesse viés, a atribuição do recurso ambiental no processo produtivo é estimada por meio de funções dose-resposta, que correlacionam a variação do nível de provisão do recurso ambiental com o nível de produção do respectivo produto – impacto no sistema produtivo (MAIA *et al.*, 2004). Destarte, conforme Motta (1997), o preço (P) de mercado é então multiplicado pela função de produção, que representa a variação da oferta do recurso ambiental E (Valor econômico =  $P \times dF/dE$ ).

A título de exemplificação, podem-se citar a quantificação do valor do solo (recurso ambiental E) a partir da medição da perda de sua produtividade (queda do nível) após ser degradado (dano), ou a mensuração do grau de poluição da água (recurso ambiental E) a partir da produção pesqueira nessas águas degradadas (MOTTA, 1997; EMBRAPA, 2015).

No que concerne o segundo (método de mercado de bens substitutos), sua aplicação dá-se em decorrência da ausência de preços de mercado ou de sua difícil aferição para o recurso ambiental em questão, de modo que passam a serem empregados preços de mercado de bens substitutos (ABNT, 2009; EMBRAPA, 2015). Conforme Ribeiro (2009), esse



método tem como preceito a substituição de um bem ou serviço ambiental (E) que teve sua qualidade perdida/degrada ou encontra-se escassa por outro substituto (S), de forma a não se alterar o nível de bem-estar social, i.e., manter o produto final (Z). Assim, tem-se que “para manter o produto de Z constante, uma unidade a menos de E será compensada por uma unidade a mais de S” (MOTTA, p. 18, 1997). Nesse viés, a base de cálculo desse método compreende os gastos requeridos para repor esse bem ambiental, sendo subdividido em quatro tipos:

- i. **custo de reposição:** quando o usuário tem que arcar para substituir o bem ambiental “perdido” de forma a garantir o nível desejado, como: custos de construção de piscinas públicas para garantir as atividades de recreação balneária, em substituição às praias poluídas; custos de reflorestamento de áreas para manter o estado de produção madeireira anterior; recuperação da fertilidade de solos em prol de assegurar produtividade agrícola (MOTTA, 1997; ABNT, 2009; EMBRAPA, 2015);
- ii. **custos de realocização:** estimativa de gastos envolvidos para realocar uma atividade devido a um recurso ambiental degradado. Como exemplo, tem-se a realocização/reposicionamento de uma tomada de água de um sistema de abastecimento de água em decorrência da poluição do manancial atual de captação (MOTTA, 1997; ABNT, 2009; EMBRAPA, 2015);
- ii. **custos de proteção evitados/defensivos:** representa os “gatos evitados ou a serem evitados com atividades defensivas, substitutas ou complementares” (ABNT, 2009). Assim, refere-se aos gastos que o usuário arcou para substituir o bem original, garantindo sua satisfação, como, por exemplo, a aquisição de água tratada para substituir a água de reservatório de águas poluídas, gastos com tratamento de saúde que seriam evitados com a melhora da qualidade atmosférica e eventuais gastos de reconstrução de áreas urbanas em razão da ocorrência de cheias (MOTTA, 1997; ABNT, 2009; EMBRAPA, 2015);
- iii. **custos evitados:** estimativa dos gastos que forma evitados para que o bem ambiental não fosse degradado ou para que não reduza seu estoque, ou seja, custos de controle para a minimização das externalidades lesivas ao meio ambiente de atividades antrópicas, tais como: custos atrelados ao controle da poluição hídrica ou atmosférica (sistema de tratamento de esgoto; controle de emissão de poluentes atmosféricos) ou custos de projetos de mitigação que não foram desenvolvidos/implementados (ABNT, 2009; EMBRAPA, 2015);
- iv. **custo de oportunidade:** mensura as perdas de renda devido aos investimentos realizados nas linhas de produção e consumo de bens e serviços privados, por meio de adoção de medidas com objetivo de conservar ou preservar os recursos ambientais. Por outro lado, pode ser entendido como a estimativa das restrições da produção e consumo dos bens em favor da conservação e proteção ambiental. Assim, esse método corresponde ao custo econômico (renda sacrificada pelo usuário) para que o fluxo do recurso ambiental atual permaneça constante (MOTTA, 1997; ABNT, 2009). Como exemplo, tem-se a não implantação de uma barragem hidrelétrica em virtude da conservação de uma floresta natural, tendo, por conseguinte, um custo de oportunidade para a sociedade em termos de produção sacrificada de energia hidroelétrica (ABNT, 2009).

### Métodos da função da demanda (diretos)

Os métodos de função de demanda fundamentam-se nas preferências individuais (preferências reveladas) pelos bens ou serviços ambientais, expressas na vontade dos indivíduos em pagar para ter disponível um recurso ambiental ou aceitar compensação por sua perda (RIBEIRO, 2009). Nesse âmbito, segundo Custódio (2017), duas situações são pontuadas: i) a disposição a pagar (DAP), relacionada a quanto um indivíduo está disposto a arcar para a não danificação/degradação de um bem ambiental; e ii) disposição a aceitar uma compensação (DAC). Como se observa, esses métodos baseiam-se na disponibilidade do recurso natural (qualidade ou quantidade), fator que altera o patamar de bem-estar no qual as pessoas se inserem (RIBEIRO, 2009). Sendo assim, mede-se o impacto dessas variações por meio de curvas de demanda pessoal, estabelecidas pela Equação 2:

$$DAP = VM + EC \quad \text{Equação (2)}$$

Em que:

DAP = disposição a pagar;

VM = valor de mercado;

EC = excedente de consumo.

Há dois métodos enquadrados nessa categoria: o i) *método de mercado de bens complementares* e ii) *método de valoração contingente*. No que tange à primeira técnica de valoração, Vantine (2010) esclarece que é estimado o valor dos recursos naturais por meio do valor de outros bens e serviços com preços de mercado, de forma equivalente aos mercados de bens e serviços privados (método da função de produção). Esse método se diferencia, contudo, devido ao valor dos bens complementares, consumidos em proporções constantes entre si, sendo gerado informações sobre a demanda do bem ou



serviço ambiental relacionado com estes. De acordo com Motta (1997) e Custódio (2017), na ocasião desses bens serem complementares perfeitos, o valor de um bem será desprezível caso a demanda pelo outro bem também o for (MOTTA, 1997).

Faz-se mencionar que o método de mercado de bens complementares possui duas categorias: preços hedônicos e custo de viagem. O primeiro utiliza um bem privado cujos atributos são complementares a bens ou serviços ambientais. Conforme Motta (1997), a partir do reconhecimento dessa complementariedade, torna-se passível estimar o preço do atributo ambiental no mercado. Nesse âmbito, é importante esclarecer que nesse método é estimado a DAP dos indivíduos a partir das diferenças do preço de mercado do bem privado em decorrência dos atributos ambientais associados a ele e intrínsecos no estabelecimento desses preços ou custos (ABNT, 2009). Custódio (2017), Motta (1997) e a ABNT (2009) imputam a área imobiliária como exemplo mais banal, na qual imóveis em diferentes locais, com distintos níveis de atributos ambientais (ruído, proximidade da praia, vista panorâmica, proximidade de áreas degradadas etc.), possuem valores diferentes. A quantificação dessas diferenças de valores implica na DAP dos indivíduos e, por consonância, na valoração atribuída aos bens ambientais (VANTINE, 2010; CUSTÓDIO, 2017).

Já no método de custo de viagem (MCV) é precificado a demanda por um bem ambiental a partir da demanda de atividades recreacionais. Dessa forma, a valoração ocorre por meio de curvas de demanda pela atividade e na posterior estimativa da totalidade de gastos dos usuários para acessá-la, tais como: taxa de visitação, tempo e distância do trajeto, entre outros fatores. Salienta-se que esse método pode ser utilizado para valoração de áreas de lazer, parques e de proteção ambiental (ABNT, 2009; EMBRAPA, 2015).

Em relação ao método de valoração contingente ou de mercado hipotético, seu princípio considera não somente o valor de uso, como nos demais métodos, mas engloba também o valor de existência de um bem ambiental. Assim, é identificado o DAP dos indivíduos pelo uso, preservação ou restauração ou o DAC, ambos por meio da aplicação de questionários – entrevistas à população (ABNT, 2009). Por isso, sua adoção é restrita na prática, vez que, por ser mais ampla (assimila as particularidades objetivas e subjetivas dos fenômenos), demanda maior tempo de pesquisa. Cabe evidenciar que essa técnica de valoração demonstra o interesse da sociedade frente a um bem ambiental específico e, com isso, promove a participação social no processo decisório sobre o uso ou não uso do bem.

Esse método se desenvolve a partir das seguintes etapas (TOLMASQUIM *et al.*, 2000 *apud* CUSTÓDIO, 2017 p. 90):

1. definição do bem ambiental a ser valorado, determinar se o mecanismo será DAP ou DAC,
2. definição do instrumento de pagamento em pecúnia ou compensação
3. seleção da forma de resposta para valorar o DAP ou DAC,
4. elaboração dos itens do questionário,
5. definição da amostra de população a ser entrevistada,
6. caracterização da forma de aplicação do questionário, determinação do conteúdo das informações que devem ser prestadas no questionário,
7. análise dos questionários respondidos,
8. cálculo da medida monetária.

Em suma, as características dos métodos de valoração explanados nos tópicos anteriores estão apresentadas no Quadro 1.

**Quadro 1 – Características dos métodos de valoração. Fonte: VÉLEZ, 2015; CUSTÓDIO, 2017.**

Método	Tipo de valor	Características
Avaliação contingente	Uso direto e indireto Opção Existência	Realiza pesquisas com a população para captar disposição direta de pagamento por um bem ou serviço ambiental.
Preços hedônicos	Uso direto e indireto Opção	Estabelece relação entre os atributos de um produto e seu preço no mercado.
Custo de viagem	Uso direto e indireto Opção	Obtém a disposição adicional da população a pagar pelas visitas a um patrimônio natural a partir de uma função que relaciona a taxa de visitação ao custo de viagem (função demanda).



Método	Tipo de valor	Características
Dose resposta	Uso direto e indireto	Obtém o preço de um recurso a partir de uma função, relacionando o nível de provisão do recurso ambiental (dose) e o nível de provisão de um produto no mercado (resposta).
Custos evitados	Uso direto e indireto	Gastos para manter um produto constante após variação do bem ou serviço ambiental.
Custos de reposição	Uso direto e indireto	Gastos com substituto para repor perdas ambientais.
Custos de oportunidade	Uso direto e indireto	Renda sacrificada para manter bem ou serviço ambiental no seu estado atual.

### Valoração monetária dos serviços ecossistêmicos – Emergia

A metodologia **emergética** foi apresentada pelo pesquisador Howard T. Odum e presta-se a medir todas as contribuições (moeda, massa, energia) em termos equivalentes, i.e., em termos de energia incorporada ou **emergia** (*Embodied energy* ou memória energética). Destarte, entende-se que a emergia é a soma do valor intrínseco da matéria original e de todo trabalho realizado para produzir o recurso e, a partir disso, pressupõe-se que o trabalho da natureza é reconhecido e corretamente valorizado no mercado (ODUM, 1996). Salienta-se, nesse sentido, que esse método permite valorar as funções ecossistêmicas, ou seja, quantifica o VUI do recurso ambiental.

Em suma, ao passo que o dinheiro mede o que as pessoas estão dispostas a pagar por produtos e serviços, a emergia mensura a riqueza verdadeira do meio ambiente, fruto do trabalho realizado pelos ecossistemas (valor termodinâmico) e o trabalho humano. Assim, na visão emergética, o sistema econômico é visto como a composição de fluxos e estoques de energia, ao invés de fluxos monetários (SARAIVA SOARES, DINIZ e SILVA, 2020).

Como demonstrado na Figura 2, a energia primária corresponde ao sol, às marés e ao calor interno da Terra, os quais são incorporados pela atmosfera, oceanos e ecossistemas terrestres. Essa energia é então transformada e perpassa por diversos fluxos e direções que compreendem a dinâmica ambiental, sendo que o espaço econômico humano, onde há a circulação do dinheiro em si, corresponde à uma pequena parcela dessa ampla e complexa estrutura/sistema.

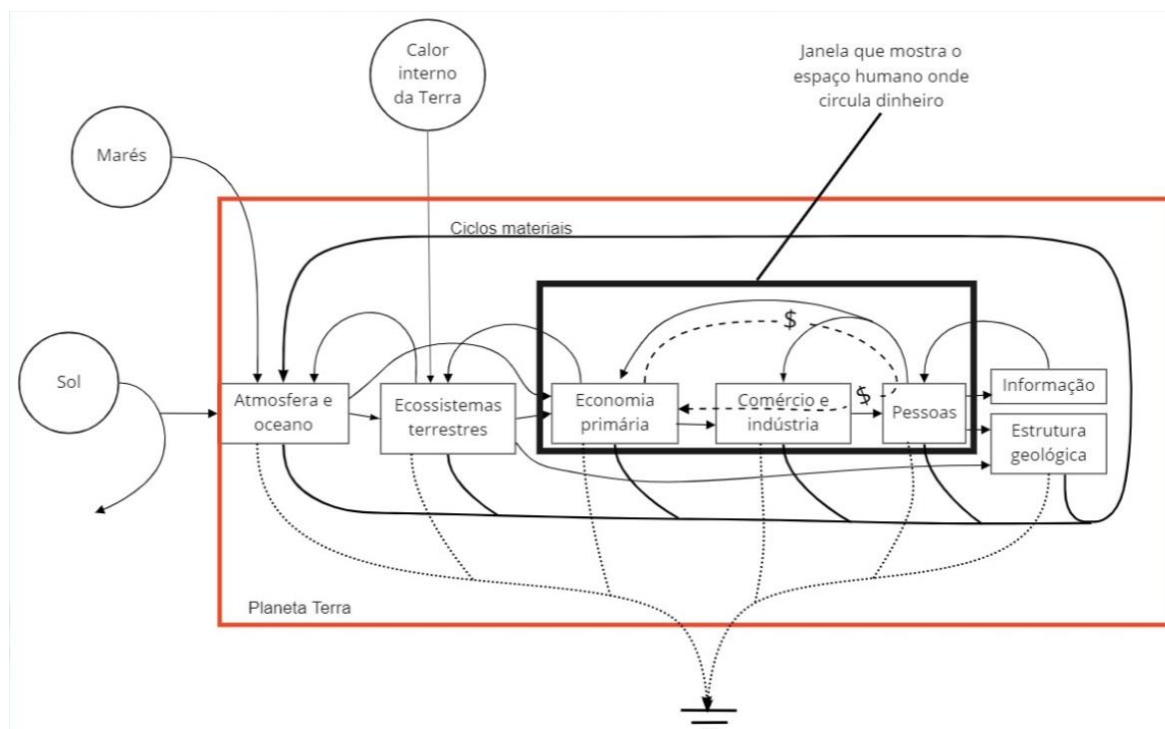


Figura 2 – Diagrama do subsistema econômico. Fonte: ODUM e ODUM, 2012.

Nos ecossistemas naturais, todos os processos de uso, transferência, transformação e armazenagem de energia, desde os produtores até os consumidores, podem ser visualizados como fluxos energéticos e quantificados em emergia (em Joules de emergia solar), convertendo cada fluxo e estoque em energia solar incorporada, na medida em que passa de um estado



a outro. Para isso, pesquisadores desenvolveram tabelas de transformidades, tendo como referencial a própria energia solar (ODUM, 1989; COMAR, 2017). Esses índices de transformidade são calculados por pesquisadores em todo o mundo (ODUM, 1996), sendo divulgados em periódicos científicos e endereços eletrônicos especializados.

Nessa concepção, evidencia-se que a análise emergética permite estudar a natureza dos elementos intervenientes nos sistemas humanos analisados e calcular o valor do trabalho da natureza, informando claramente onde o preço de mercado está distorcido. Seu emprego é fundamental ao planejamento e tomada de decisões, visto que considera tanto o trabalho realizado pela natureza quanto o trabalho realizado pelos seres humanos.

### CONCLUSÃO

Conforme exposto, os métodos de valoração existentes são limitados e abarcam a multidisciplinariedade das áreas de conhecimento para compreensão dos fenômenos, podendo ultrapassar as fronteiras da economia convencional. Contudo, o emprego da metodologia mais adequada ao caso em análise deve ser realizado, visando a contribuir no processo de conscientização do valor dos recursos naturais, indispensáveis à vida humana com dignidade.

### REFERÊNCIAS

1. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 14653-6**. Avaliação de bens. Parte 6: Recursos naturais e ambientais. Rio de Janeiro, 2009.
2. Brasil. **Constituição da República Federativa do Brasil (CRFB), de 5 de outubro de 1988**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 5 out. 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm). Acesso em: março, 2022.
3. Comar, Vito. **Valoração ambiental pela metodologia emergética: subsídios às políticas públicas no Brasil**. Dourados, MS: Ed. UFGD, 2017.
4. Custódio, Maria Maraluce. **A importância da valoração econômica na proteção jurídica do meio ambiente**. 1 ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2017. 232 p.
5. Custódio, M. M.; Machado, R. C. Valoração econômica da paisagem: economia e direito atuando interdisciplinarmente para a proteção. **Revista de Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável**. Goiânia, v. 5, n. 1, 2019. Disponível em: <<https://www.indexlaw.org/index.php/revistaddsus/article/view/5684/pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2022.
6. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Valoração de serviços ecossistêmicos: metodologias e estudos de caso**. Brasília, DF: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2015, ed. 1, 360 p.
7. Estocolmo. **Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (Declaração de Estocolmo)**. Junho, 1972.
8. Faria, A. M. M.; Dassow, C. Método da produtividade marginal na valoração ambiental: quando o capital natural não é substituível. **Revista DELOS**, v. 13, n. 37, 2020. Disponível em: <<https://www.eumed.net/es/revistas/delos/vol-13-no-37-diciembre-2020/valoracao-ambiental>>. Acesso em: 12 mar. 2022.
9. Leite, F. D. P.; Almeida, J. R. Valoração econômica do recurso e do dano ambiental aplicada à quantificação de débito imputado pelo Tribunal de Contas da União. **Revista do TCU**. Doutrina, n. 105, 2005. Disponível em: <<https://revista.tcu.gov.br/ojs/index.php/RTCU/article/view/521>>. Acesso em: 04 abr. 2022.
10. Maia, A. G.; Romeiro, A. R.; Reydon, B. P. **Valoração de recursos ambientais – metodologias e recomendações**. Texto para discussão. IE/UNICAMP. N. 116, 2004.
11. Motta, Ronald Seroa. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Rio de Janeiro: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, setembro. 1997. 242p. Disponível em: <http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/manual-para-valoracao-economica-de-re-cursos-ambientais.pdf>. Acesso em: out. 2018.
12. Odum, Howard T. **Environmental accounting, emergy and decision making**. New York: Wiley, 1996. 370 p.
13. Odum, Howard; Odum, Elisabeth T. A prosperous way down: principles and policies. Tradução E. Ortega. Petrópolis/RJ: Vozes, 2012.
14. Ribeiro, Gregório Dias. **Valoração ambiental: síntese dos principais métodos**. 2009. xi, 48 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/120755>>.
15. Saraiva Soares, Alexandra Fátima; Diniz, Paula Santana; Silva, Luís Fernando de Moraes. **Valoração dos danos aos recursos hídricos em Brumadinho**. Dom Helder Revista de Direito, v. 3, p. 191-217, 2020.
16. Tolmasquim, Mauricio Tiomno et al. **Metodologias de valoração de danos ambientais causados pelo setor elétrico**. Rio de Janeiro: UFRJ: COOPE. Programa de Planejamento Energético. 2000.
17. Vantine, Carlos Eduardo de Souza. **A valoração ambiental: Um estudo de caso para a valoração de bens em processos de indenização**. 65 p. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas) – Instituto Três Rios, Universidade





Federal Rural do Rio de Janeiro. Três Rios, 2010. Disponível em: < [itr.ufrj.br/portal/wp-content/uploads/2017/10/t51.pdf](http://itr.ufrj.br/portal/wp-content/uploads/2017/10/t51.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2013.

18. Vélez, Dainy Flores Vásquez de. Valoração econômica perante o derramamento de petróleo bruto no ambiente marinho. **In: Revista Eletrônica de Economia da Universidade Estadual de Goiás, Revista de Economia, Anápolis-GO**, vol. 11, n.º 01, p. 174-197 jan./ago. 2015.