Valoração Econômica em Perícias de Crimes Ambientais: Por Que, para Quem e os Desafios de Realizá-La

The Economic Valuation in Environmental Forensics: Why, to Whom and the Challenges to Perform It

Valoración Económica en el Peritaje de Delitos Ambientales: Por Qué, para Quién y los Desafíos de Llevarla a Cabo

Submetido em 06 de dezembro de 2020. Aceito em 09 de junho de 2021.

Mauro Mendonça Magliano

Polícia Federal, Brasília/DF, Brasil magliano.mmm@pf.gov.br

http://lattes.cnpq.br/3444810471029773

RESUMO

Este trabalho busca contextualizar as finalidades e os destinatários do comando surgido na legislação brasileira para a realização da valoração econômica de crimes ambientais. A importância dessa discussão assenta-se na necessidade de aplicação forense de métodos e procedimentos adequados para a maior eficácia jurídica e social da Lei de Crimes Ambientais. No entanto, como ensaio teórico, delimita os conceitos de dano ambiental e valor econômico, a fim de subsidiar a compreensão necessária à aplicação do princípio do poluidor-pagador em matéria ambiental. Os destinatários da valoração econômica podem ser encontrados nas instituições incumbidas da responsabilização cível, administrativa e penal por agressões ao meio ambiente. Os formuladores de políticas e empreendedores podem, também, valer-se da valoração econômica para balizar decisões que afetem os recursos naturais por meio de métrica objetiva e compreensível que, a despeito de suas limitações, pode oferecer robusta contribuição à sustentabilidade. As diferentes abordagens de valoração econômica são apresentadas, porém, a falta de métricas claras para o dimensionamento do dano e de suas repercussões segue como principal desafio ao acionamento da Justiça para exigir a responsabilização privada e estatal na reparação das perdas. A proposição de metodologias e sua discussão prévia com órgãos do Poder Judiciário e do Ministério Público são medidas que tendem a facilitar a implementação de instrumentos de valoração econômica de crimes ambientais no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: perícia; valoração econômica ambiental; crime ambiental; dano ambiental; economia ambiental.

ABSTRACT

This work aims to contextualize the purposes and the recipients of the command that emerged in Brazilian legislation to enforce the economic valuation of environmental crimes. The importance of this discussion relies on the need for forensic application of appropriate methods and procedures for greater legal and social effectiveness of the Environmental Crimes Law. However, as a theoretical essay, it bounds the concepts of environmental damage and economic value, in order to subsidize the necessary understanding for the application of the polluter pays principle in the environmental subject. The recipients of the economic valuation can be found among the institutions responsible for civil, administrative and criminal liability for environmental damages. Policy makers and entrepreneurs can also use economic valuation to guide decisions that affect natural resources, through objective and understandable metrics that, despite their limitations, can offer a robust contribution to sustainability. The different approaches to economic valuation are presented, but the lack of clear metrics for dimensioning the damage and its repercussions remains as the main challenge for the Justice system to demand private and state accountability in the repair of losses. The proposition of methodologies and their prior discussion with the Judiciary and the Prosecutor services are measures that tend to facilitate the implementation of instruments for the economic valuation of environmental crimes in Brazil.

KEYWORDS: forensics exams; environmental economic valuation; environmental crime; environmental damage; environmental economics.

RESUMEN

Este trabajo busca contextualizar los propósitos y destinatarios del comando surgido en la legislación brasileña para realizar la valoración económica de los delitos ambientales. La importancia de esta discusión se basa en la necesidad de la aplicación forense de métodos y procedimientos adecuados para una mayor efectividad legal y social de la Ley de Delitos Ambientales. Sin embargo, como ensayo teórico, delimita los conceptos de daño ambiental y valor económico, con el fin de subsidiar la comprensión necesaria para la aplicación del principio de quien contamina paga en materia ambiental. Los destinatarios de la valoración económica se pueden encontrar en las instituciones responsables de la responsabilidad civil, administrativa y penal por agresiones al medio ambiente. Los formuladores de políticas y los empresarios también pueden utilizar la valoración económica para orientar las decisiones que afectan los recursos naturales a través de métrica

objetiva y comprensible que, a pesar de sus limitaciones, puede ofrecer una contribución sólida a la sostenibilidad. Se presentan los diferentes enfoques de valoración económica, pero la falta de métricas claras para dimensionar el daño y sus repercusiones sigue siendo el principal desafío de la Justicia para exigir la rendición de cuentas privada y estatal en la reparación de pérdidas. La proposición de metodologías y su discusión previa con órganos del Poder Judicial y del Ministerio Público son medidas que tienden a facilitar la implementación de instrumentos para la valoración económica de los delitos ambientales en Brasil.

PALABRAS CLAVE: peritaje; valoración económica ambiental; crimen ambiental; daño ambiental; economía ambiental.

1. Introdução

A Constituição Federal Brasileira, no Artigo 225, estabeleceu a tríplice responsabilização para as infrações ambientais, acumulando as sanções cíveis, penais e administrativas, como medidas que visam defender e preservar o meio ambiente equilibrado. No campo cível, a Lei n.º 7.347, de 24 de julho de 1985, foi recepcionada pela Carta Magna de 1988 e disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências. Na esfera penal e administrativa, destaca-se a Lei de Crimes Ambientais e Infrações Administrativas Ambientais (Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998).

A principal norma penal ambiental (Lei Federal 9.605/98) veio, sob o mandamento constitucional de 1988, dispor sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, responsabilizando pessoas físicas ou jurídicas que se tornem infratoras de dispositivos legais. Dentre outras inovações, estabeleceu (Art. 19) que a perícia de constatação do dano ambiental, sempre que possível, fixará o montante do prejuízo causado para efeitos de prestação de fiança e cálculo de multa.

No entanto, a promulgação da Lei de Crimes Ambientais não disponibilizou ao Poder Judiciário instrumentos para dimensionar os prejuízos econômicos causados por lesões ao meio ambiente. O princípio do poluidor-pagador, que determina a obrigação de reparar os

danos causados (CF, Art. 225, § 3°), muitas vezes carece de parâmetros acerca do montante a ser reparado em termos monetários, especialmente nos casos de danos irreparáveis. Ainda que as ciências possam estimar o potencial *poluidor* dos danos ambientais e socioeconômicos, responsabilizar o *pagador* exige abordagens econômicas não triviais.

A Economia vem apresentando resultados na valoração de bens e serviços ambientais, porém sem ênfase específica para a valoração dos danos sobre esses ativos ambientais, que podem registrar-se no campo biofísico e no campo social (TORRES et al., 2010). Ademais, não se pode olvidar que nem todos os "danos ambientais", incluídos na esfera do Direito Civil, são considerados "crimes ambientais", para os quais a Lei Penal requer valoração econômica.

Diversos trabalhos científicos vêm apresentando métodos e procedimentos para a definição do Valor Econômico do Recurso Ambiental – VERA – ou Valor Econômico Total – VET (NOGUEIRA; MEDEIROS, 1997; MOTTA, 1998; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008). No entanto, persistem as dificuldades para a completa valoração ou precificação dos recursos e serviços ambientais (ALMEIDA, 2012).

Os desafios da escolha e aplicação de um entre os diversos métodos de valoração deve considerar as exigências, vieses, praticidade, tempo de execução, custos e plausibilidade da aceitação de cada método na esfera judicial. Como ciência aplicada, a Criminalística também há de considerar a influência do ambiente de apuração e persecução penal, junto às fontes de dados e informações em que se baseiam os métodos de valoração.

Este trabalho busca contextualizar as finalidades e os destinatários do comando surgido na legislação brasileira. A importância dessa discussão assenta-se na necessidade de aplicação forense de métodos e procedimentos adequados para o aprimoramento da valoração econômica de crimes ambientais. Tal aplicação poderá trazer maior eficácia jurídica para a Lei de Crimes Ambientais, melhor suporte a decisão para empreendimentos que possam causar infrações ambientais e, consequentemente, maior eficiência da política nacional de proteção ao meio ambiente.

2. O Porquê e a Importância da Valoração Econômica de Crimes Ambientais

A aplicação do princípio do poluidor-pagador, previsto na Constituição brasileira e em normas internacionais, requer estimar uma ordem de grandeza de pagamento em face da reparação da poluição perpetrada. Após a delimitação das medidas e dos custos de recuperação, a recomposição pode se dar de forma consensual (mediante acordo entre as partes, referendado pela Justiça) ou por determinação do Poder Judiciário. Sem as estimativas de custos, é impraticável a aplicação do princípio, uma vez que não há parâmetros de avaliação, tanto para o poluidor quanto para o Poder Judiciário, em relação a sua capacidade financeira de suportar os custos de recuperação.

Por outro lado, é necessário identificar o poluidor quando há danos difusos ou de autoria incerta, identificando-se a esfera de responsabilidade de cada agente. Nesse sentido, a responsabilização por danos ambientais depende da delimitação dos direitos de propriedade sobre bens e serviços ecossistêmicos. A valoração do dano ambiental mostra-se como medida indispensável para que a responsabilização ganhe mensuração econômica e possa ser aplicada de maneira mais objetiva, para dissuadir os detentores de direitos de propriedade de causar danos ambientais.

A mais ampla compreensão e aplicação da Lei de Crimes Ambientais é um fator relevante no campo jurídico por seu efeito punitivo e pedagógico em relação aos ilícitos contra o meio ambiente. A valoração econômica dos crimes ambientais, além de ser um impositivo legal, significa, portanto, uma efetiva contribuição para a proteção e manutenção de espécies, ecossistemas, processos ecológicos e serviços ambientais.

A polícia judiciária, a quem cabe a apuração de crimes em condutas e atividades lesivas aos bens e interesses ambientais, produz as análises e provas técnico-científicas descritas em laudos periciais criminais, para a instrução dos inquéritos policiais a serem encaminhados à Justiça. Nesses laudos, além da caracterização, dinâmica e quantificação do crime são apresentados os procedimentos utilizados para a valoração econômica de danos ambientais, conforme critérios julgados convenientes pelos peritos criminais, responsáveis pela elaboração dos laudos.

Tal previsão insere-se em um rol de inovações da Lei 9.605/98 e determina a responsabilidade da perícia criminal em realizar a valoração econômica do crime sob apuração (Art. 19). A Lei reconhece, assim, a importância da valoração econômica, na reparação dos danos causados, por meio da condenação dos responsáveis por tais danos ao meio ambiente (Art. 20) (BRASIL, 1998).

O laudo pericial criminal é o instrumento que, por meio das ciências aplicadas, descreve, quantifica, caracteriza e deve valorar economicamente o crime ambiental na persecução penal. O pouco conhecimento sobre métodos e procedimentos de valoração econômica no meio forense tem acarretado a não realização da valoração ou a falta de coerência entre os métodos e procedimentos utilizados nos laudos periciais, podendo gerar controvérsias e dúvidas que comprometem a persecução penal.

Por quantificar economicamente o crime ambiental, a valoração de danos nos laudos periciais é de fundamental importância para o melhor dimensionamento e compreensão pelo judiciário e pela sociedade sobre os diferentes crimes ambientais.

A compreensão da importância da valoração econômica de danos ambientais requer a delimitação dos conceitos de *dano* e *valor*, a fim de que a abordagem de mensuração alcance todas as lesões e atribua valor aos bens e serviços sacrificados.

3. Fundamentação Teórica da Perícia de Valoração Econômica de Danos Ambientais

O processo de valoração visa atribuir importância a bens e serviços oferecidos pelo ecossistema, medida a partir da preferência dos indivíduos (ou da coletividade) acerca da disponibilidade atual ou futura de tais ativos, tanto para o bem-estar humano como para as demais formas de vida. A expressão do valor é normalmente apresentada em bases monetárias, como sendo um parâmetro de ampla compreensão e de fácil comparação.

Turner, Bateman e Adger (2001) afirmam que o caminho para

avaliar uma mudança em uma função do ecossistema é estabelecer o vínculo entre essa função e algum fluxo de serviço valorizado pelas pessoas. Se essa correlação puder ser estabelecida, o conceito de demanda derivada pode ser aplicado. Assim, o valor de uma mudança em uma função do ecossistema pode ser derivado da mudança no valor do fluxo de serviço do ecossistema que ele suporta.

Turner et al. (2003) reforçam que o contexto apropriado da valoração econômica é condicionado, entre outros fatores, pela escala das alterações ambientais. A valoração monetária faz mais sentido quando se consideram alterações discretas ou marginais nas condições dos ativos ambientais, sendo, por exemplo, mais sensata a determinação de uma alteração biogeofísica de uma floresta em escala local do que a tentativa de determinar o valor global de todas as florestas.

A partir dessa abordagem teórica, Turner, Bateman e Adger (2001) apresentam algumas premissas da valoração econômica ambiental:

- Considera que o funcionamento dos ecossistemas fornece à sociedade um vasto número de bens e serviços ecossistêmicos que são de valor instrumental, na medida em que algum indivíduo está disposto a pagar pela satisfação de uma preferência.
- Pressupõe que os indivíduos quase sempre fazem escolhas (expressam suas preferências), sujeitos a uma restrição orçamentária de renda, que se beneficiam (direta ou indiretamente) ou melhoram seu bem-estar.
- Relaciona a disposição privada a pagar dos indivíduos (sua valoração) com os preços, a renda e o comportamento doméstico (incluindo atitudes ambientais), juntamente com variáveis condicionantes, como o tamanho do domicílio.
- Define o valor social de determinado recurso ambiental a partir da agregação de sua valoração privada pelos indivíduos. Destarte, os benefícios do ganho ambiental (ou os danos causados pela perda ambiental) são medidos pelo custo de oportunidade social (ou seja, custo das opções perdidas) ou a soma dos valores atribuídos ao recurso (valor econômico total);
- Indica que os benefícios da conservação da natureza devem ser avaliados e comparados com os custos associados. Medidas de

conservação só devem ser adotadas se for possível demonstrar que elas geram benefícios econômicos líquidos.

Esses princípios e correlações podem ser empregados de diversas formas, com base na importância que o capital natural representa sobre o bem-estar. Freeman, Herriges e Kling (2014) enumeram os benefícios em categorias relacionadas à i) longevidade e saúde humanas; ii) qualidade ambiental como insumo de produção; iii) demandas por recreação; iv) atribuição de valor à propriedade; v) diferenciais compensatórios (hedônicos) de salário e vi) a importância não utilitarista da natureza, medida a partir de preferências declaradas de conservação ambiental.

Turner et al. (2003) indicam que as principais dificuldades da valoração da biodiversidade são em relação aos aspectos da marginalidade (já discutida anteriormente); da dupla contagem (quando um mesmo recurso oferece de forma integrada benefícios complementares ou concorrentes que são mensurados individualmente); da tipologia da valoração (de estoque ou de fluxo de bens e serviços ecossistêmicos, conforme seja a valoração ex-ante – valor do capital natural ameaçado, ou ex-post – valor da recuperação de ambiente degradado); do aproveitamento de dados de diferentes épocas e locais para subsidiar a valoração (com as dificuldades de adaptação de estudos equivalentes de boa qualidade para se alcançar conclusões válidas) e da distribuição de benefícios e custos, como por exemplo na valoração da renda obtida e benefícios gerados por comunidades locais extrativistas e mecanismos de compensação devidos pelos demais usuários em decorrência do uso sustentável dessas comunidades.

Segundo Turner *et al.* (2003) a valoração pode ser considerada inviável por causa da complexidade e incerteza científica e consequente ignorância sobre as consequências ao bem-estar, em caso de grave degradação ou colapso dos ecossistemas. Limitações cognitivas humanas também podem restringir a adequação da valoração monetária (particularmente a estimação de não-uso) em contextos onde, apesar do avançado estado da arte dos questionários de pesquisa, entrevistados individuais são incapazes de dimensionar o problema. Condições-limite para a sobrevivência humana ou valores morais-espirituais de determinadas sociedades não comportam a previsão de substitutos ou de compensação monetária.

Freeman, Herriges e Kling (2014) esclarecem que em muitos casos, o serviço ecossistêmico não possui um preço de mercado que possa ser estimado diretamente pelas preferências reveladas ou declaradas (função demanda). Algumas vezes, a disponibilidade dos serviços afeta as escolhas que as pessoas fazem sobre outras coisas, como quantidades de bens de mercado. Nesses casos, o valor do serviço ambiental pode ser inferido por meio da aplicação de algum modelo de relacionamento (função produção) entre os bens de mercado e o serviço ambiental. A maioria desses modelos se baseia no pressuposto de algum tipo de relação substitutiva ou complementar entre o serviço ambiental e os bens e serviços comercializados.

Algumas fontes de incerteza foram identificadas por Boithias et al. (2016) ao realizar a avaliação monetária dos serviços ecossistêmicos: i) o número de serviços considerados; ii) o número de benefícios considerados para cada serviço; iii) as métricas de avaliação (ou seja, métodos de valoração) usados para avaliar os benefícios e iv) a incerteza dos parâmetros utilizados nas métodos de valoração. Esses autores concluíram que a maior incerteza foi causada pelo número de serviços considerados, bem como pelo número de benefícios considerados para cada serviço. Sugerem que, de acordo com o contexto, a escolha de metodologias mais simples (com menos parâmetros) leva a uma incerteza menor que aquela oriunda das variáveis utilizadas nos métodos de valoração estruturalmente mais complexos (BOITHIAS et al., 2016).

3.1 Conceitos Essenciais – Dano Ambiental

Crimes, impactos e danos ambientais são termos muitas vezes utilizados indiscriminadamente, mas que devem ser tratados de forma individualizada para melhor compreensão e emprego do conhecimento a eles associados.

Como o presente estudo restringe-se aos crimes ambientais, e não a todo e qualquer dano ambiental, imprescindível apartá-los com o rigor necessário. Danos ambientais ocorrem tanto em atividades autorizadas como nas não autorizadas, ou nas que extrapolam a autorização recebida. Não havendo anuência, estão sujeitos a sanções administrativas, cíveis e penais. Os crimes ambientais são, apenas, condutas ou danos ambientais tipificados na legislação penal, não exclusivamente contida na Lei de Crimes Ambientais ou normas extravagantes.

O impacto ambiental possui uma definição prevista em legislação, no Art. 1º da Resolução CONAMA 001 de 23 de janeiro de 1986¹. Essa definição normativa de impacto ambiental é bastante abrangente e não faz menção à magnitude da alteração das propriedades do meio ambiente. Portanto "qualquer" alteração que direta ou indiretamente afetem os ativos ambientais listados é considerada um impacto, sem especificar importância ou significância. Impactos podem ser positivos ou negativos; locais, regionais e/ou globais; imediatos, de médio ou longo prazo; temporários, cíclicos ou permanentes; reversíveis ou irreversíveis; de fonte difusa, ou pontual (quanto à descarga de poluentes). Por isso nem todo impacto pode ser considerado um dano ambiental.

French (2004) afirma que frequentemente é fácil confundir ou aplicar mal a terminologia ambiental. Se for feita uma seleção aleatória de termos, em que todos se refiram a fenômenos muito similares, tais como dano, lesão, poluição, prejuízo, contaminação, efeitos deletérios e interferência, fica claro que a interface entre o pensamento científico e jurídico é, muitas vezes, difícil de se conciliar. Segundo o autor, é possível distinguir, tanto científica quanto juridicamente, alguns desses termos, embora a análise comparada, de fato, sugira que a comunidade internacional em geral é menos preocupada com pequenas variações de significado. No entanto, muitos dos conceitos básicos no direito ambiental internacional são baseados mais nas interpretações funcionais que nas literais. Para além da incerteza conceitual inerente ao dano ambiental, a questão que emerge da discussão internacional, segundo French (2004), é quais são as vítimas do dano. O que alguns podem definir como dano ambiental e o que outros incluem no conceito de dano são questões difíceis de separar. Conceitos de dano, em geral, não se referem a danos ao meio ambiente em si, mas danos a pessoas, propriedades e interesses econômicos, decorrentes de alterações no meio ambiente.

¹ Artigo 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.

Na legislação norte-americana, o termo "dano" é abordado no The Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act - CERCLA (Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act, 1980)² e no Oil Pollution Act - OPA (Oil Pollut. Act, 1990)³. No âmbito da CERCLA [§101(6)] "dano" é definido como lesão, destruição ou perda de recursos naturais, incluindo os custos razoáveis de sua avaliação.

No contexto específico da poluição por petróleo contido na OPA, há detalhamentos na abordagem sobre o dano. Acrescenta aos termos da definição da CERCLA (*lesão*, *destruição*, *perda*), a *inutilização* de recursos naturais, mantendo os custos razoáveis de sua avaliação. A responsabilidade por reparação [§1002(b)(2)] recai sobre danos que afetem: os recursos naturais; a propriedade de bens móveis e imóveis (e seus agregados); o uso de subsistência; as receitas (impostos, *royalties*, aluguéis, taxas ou participação nos lucros líquidos); os lucros e capacidade de ganho; e os serviços públicos (custos líquidos de prestação de serviços públicos). Esta definição não restringe o alcance dos danos ao sítio efetivamente lesionado, mas considera a repercussão social e econômica direta e indireta decorrente dos danos aos recursos naturais. No entanto, não faz referência direta à saúde ou a vida de pessoas vítimas dos danos ambientais.

Em 1993, a Convenção de Lugano sobre Responsabilidade Civil por Danos Resultantes de Atividades Perigosas para o Meio Ambiente, do Conselho da Europa (Europe, 1993) conceituou "dano" da seguinte forma:" *a)* a morte ou lesões corporais; *b)* qualquer perda ou qualquer prejuízo causado a bens outros que a instalação ela mesma ou os bens que se achem no local da atividade perigosa e situados sob o controle de quem a explora; *c)* qualquer perda ou prejuízo resultante da alteração do meio ambiente, na medida em que não seja considerada como dano no sentido das alíneas *a* ou *b* acima mencionadas, desde que a reparação a título de alteração do meio ambiente, excetuada a perda de ganhos por esta alteração, seja limitada ao custo das medidas de recomposição que tenham sido efetivamente realizadas ou que serão

² US Code, Title 42, Chapter 103, Subchapter I, http://uscode.house.gov/browse/prelim@title42/chapter103/subchapter1&edition=prelim

³ US Code, Title 33, Chapter 40, Subchapter I, http://uscode.house.gov/browse/prelim@title33/chapter40/subchapter1&edition=prelim

realizadas; *d*) o custo das medidas preventivas, assim como qualquer perda ou qualquer prejuízo causado por essas medidas; na medida em que a perda ou o dano previsto nas alíneas *a* até *c* do presente parágrafo originem-se ou resultem das propriedades de substâncias perigosas, de organismos geneticamente modificados ou de microrganismos, ou originem-se ou resultem de rejeitos".

Após o advento da Diretiva 2004/35/CE (Relativa à Responsabilidade Ambiental Em Termos de Prevenção e Reparação de Danos Ambientais, 2004), o termo "danos" é conceituado na Comunidade Europeia como uma alteração adversa mensurável de um recurso natural ou uma redução mensurável de um serviço de recursos naturais que possa ocorrer direta ou indiretamente (Art. 2°, 2). O termo "danos ambientais" é detalhado separadamente em termos de lesões a espécies protegidas e hábitats naturais; danos à água (inclusive marinha) e danos ao solo (Art. 2°, 1, a, b, c). Esta definição não inclui a repercussão social e econômica direta e indireta decorrente dos danos aos recursos naturais.

No âmbito do Reino Unido, conforme a Lei de Proteção Ambiental (UK, 1990), "dano" significa lesão à saúde dos organismos vivos ou outra interferência nos sistemas ecológicos dos quais eles fazem parte e, no caso do homem, inclui ofensa causada a qualquer um dos seus sentidos ou dano à sua propriedade; e "inofensivo" tem um significado correspondente.

Para além dos conceitos no âmbito normativo, Bartz, Heink e Kowarik (2009) discutem abordagens integradas e propõem que danos ambientais podem ser definidos como um efeito adverso significativo sobre um recurso biótico de conservação (animal, fungos vegetais, microrganismos) ou um recurso de conservação abiótico (solo, água, clima) que tem impacto sobre i) o valor do recurso de conservação no todo ou parte, ii) sobre o recurso de conservação como um componente do ecossistema, ou iii) sobre o uso sustentável do recurso de conservação ou do ecossistema com o qual o recurso está associado. No trabalho de Smith *et al.* (2006), encontram-se outras abordagens sobre a definição de dano ambiental, baseada na tipologia das espécies ou ecossistemas receptores dos efeitos adversos.

O Brasil não possui legislação que defina dano ambiental. Os conceitos para aplicação técnico-científica são discutidos em âmbito jurídico.

Dentre diversas outras definições por autores da área jurídica, Milaré (2011) define dano ambiental como "(...) a lesão aos recursos ambientais, com consequente degradação – alteração adversa ou i [que piora] – do equilíbrio ecológico e da qualidade de vida". As dificuldades de delimitação do conceito no Brasil, amplamente discutidas por Silva (2006), agregaram ao termo "dano ambiental" um conteúdo ambivalente, servindo para designar tanto as lesões e alterações nocivas ao meio, como os efeitos que tais alterações podem provocar na saúde das pessoas, em seus bens e em seus interesses (STEIGLEDER, 2011).

As diversas interpretações de dano ambiental não distinguem, no âmbito da literatura especializada, os danos autorizados, ou licenciados, daqueles não autorizados. Embora os procedimentos de licenciamento ambiental busquem mensurar e estimulem a mitigação dos danos ambientais dos empreendimentos sob análise, a perda do patrimônio ambiental é assimilada em troca do potencial ganho socioeconômico do empreendimento, pressupondo-se a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. Não se adotam, nessa hipótese, os princípios da mensuração, responsabilização e reposição dos danos ambientais, tampouco se utilizam as métricas de valoração para a análise comparativa de perdas e ganhos socioambientais.

À luz das discussões ora apresentadas, o conceito de dano utilizado neste estudo é relacionado à piora do bem-estar das pessoas e demais seres vivos e à redução da quantidade ou qualidade de recursos e de serviços do meio ambiente. A mensuração da variação de bem-estar, da quantidade ou da qualidade dos recursos e serviços ecossistêmicos é o objeto da valoração econômica do meio ambiente.

3.2 Conceitos essenciais – Valor

A importância ou valor dos ecossistemas é vista e expressa de maneira distinta por diferentes disciplinas, concepções culturais, visões filosóficas e escolas de pensamento (MEA, 2005).

Segundo Freeman, Herriges e Kling (2014) economistas e ecologistas costumam usar o termo "valor" de duas maneiras distintas nas discussões sobre serviços ambientais e ecossistemas. Uma definição comum entre os ecologistas é "aquilo que é desejável ou digno de estima por si mesmo; coisa ou qualidade com mérito intrínseco". Em contraste, os economistas usam o termo com um sentido diferente para defini-lo como "um equivalente justo ou apropriado em dinheiro, commodities, etc.", em que "equivalente em dinheiro" representa a soma de dinheiro que teria um efeito equivalente sobre o bem-estar ou utilidades para os indivíduos. Segundo os autores, esses dois usos diferentes da palavra correspondem a uma distinção feita pelos filósofos entre valor intrínseco (se é valioso em si e para si – se seu valor não deriva de sua utilidade, mas é independente de qualquer uso ou função que possa ter em relação a alguma coisa ou a outra pessoa) e valor instrumental (se for valorizado como um meio para algum outro fim ou propósito).

O conceito econômico de valor, empregado por Freeman e colaboradores (2014), tem sua base na economia neoclássica do bem-estar. O valor econômico reside nas contribuições que a variedade de funções e serviços ecossistêmicos trazem para o bem-estar humano. No entanto, os autores referem-se a numerosos estudos que sugerem que as pessoas também valorizam significativamente o bem-estar de outras espécies e a preservação dos ecossistemas por si sós. Sob essa visão, o valor econômico de algo é uma medida de sua contribuição para o bem-estar humano. Assim, as mudanças nas alocações de recursos ambientais somente devem ser feitas se o que é ganho pela mudança valer mais, em termos de bem-estar dos indivíduos, do que o que é sacrificado pela destinação de recursos e insumos para outros usos (FREEMAN; HERRIGES; KLING, 2014).

Para avaliar o valor instrumental da natureza, é necessário definir um objetivo e identificar as contribuições que os componentes específicos da natureza fazem para o alcance desse objetivo. Embora o conceito de valor intrínseco aplicado ao meio ambiente seja atraente em muitos aspectos, ele não fornece uma base para lidar com os tipos de decisões de gestão ambiental que permeiam a importância da valoração econômica do meio ambiente. Em contraste, o conceito de valor instrumental, e em particular a forma econômica de valor instrumental, é bem adequado para ajudar a responder a essas questões (FREE-MAN; HERRIGES; KLING, 2014).

A reposição dos bens e serviços ecossistêmicos lesados por atividades danosas ao meio ambiente é um objetivo claro que reafirma a utilização do conceito de valor instrumental da natureza. Independentemente de discriminá-los de forma individual, o conjunto de serviços de provisão, regulação, de suporte e cultural fornece bem-estar e promove o desenvolvimento humano. Repor tais serviços em caso de danos, quantificando-os e estimando-lhes valor monetário em caso de impossibilidade de reposição imediata, é a aplicação prática da valoração econômica de danos ambientais.

No sentido de perda e diminuição patrimonial, a remoção de recursos naturais para finalidades privadas torna o ambiente explorado menos valioso após a exploração, sendo, portanto, um dano ambiental. No sentido de lesão e prejuízo ao bem de interesse coletivo (meio ambiente equilibrado), as consequências ou externalidades negativas da remoção do recurso natural são também um dano. Portanto, o dano é composto pela parcela apropriada do bem ambiental para a atividade privada mais a parcela correspondente à lesão causada ao meio ambiente, bem de uso coletivo, derivada dessa apropriação.

O alcance do "valor" em um procedimento de valoração econômica do meio ambiente deve buscar o valor econômico total dos recursos ambientais (VERA). Portanto o Valor Econômico do Recurso Ambiental – VERA, conceituado por Motta (1997), ou o Valor Econômico Total – VET, assim denominado por Nogueira *et al.* (2000), pode ser expresso da seguinte forma:

VERA ou VET = [valor de uso direto + valor de uso indireto] + valor de opção + valor de quase-opção + valor de existência.

A simplicidade da expressão matemática que reúne as parcelas de valor do recurso natural não é representativa dos desafios metodológicos para alcançar cada um desses componentes. Motta (1997) sustenta ainda que os métodos de valoração ambiental serão mais adequados à medida que forem capazes de captar estas distintas parcelas de valor econômico do recurso ambiental, embora cada método apresente limitações nesta cobertura de valores, a qual estará quase sempre associada ao grau de sofisticação (metodológica e de base de dados) exigido, às hipóteses sobre comportamento do indivíduo consumidor e aos efeitos do consumo ambiental em outros setores da economia.

Segundo levantamento realizado por Magliano (2013), os danos ambientais questionados por ocasião das perícias de crimes ambientais não têm considerado um dos principais componentes da valoração de danos, que é a redução do bem-estar das pessoas que convivem com o meio degradado.

É nesse contexto que as perícias criminais têm de avaliar os danos ambientais: sob o rigor da legislação penal, diante da imprecisão dos conceitos em danos ambientais e com os desafios de apresentar ao Poder Judiciário e à sociedade estimativas de valor econômico do seu objeto de estudo, como um importante padrão de comparação entre distintas consequências ambientais de ações humanas.

3.3 Abordagens para Valoração Econômica em Perícias

Procedimentos a serem utilizados em perícias de valoração econômica de danos ambientais devem lastrear-se em fundamentos da teoria econômica a fim de se obter resultados consistentes com o conhecimento científico disponível. A observação de princípios da valoração econômica, o reconhecimento do fluxo e a identificação das lesões aos serviços ecossistêmicos, sua quantificação e as incertezas associadas aos procedimentos.

Os fluxos de serviços ecossistêmicos podem ser medidos por diferentes abordagens, conforme a categoria a que pertençam (provisão, regulação, hábitat/suporte ou culturais). Muitas vezes o aproveitamento privado de determinado serviço pode afetar a disponibilidade de outro, requerendo a intervenção do gestor ambiental para a solução de conflitos. Nesse processo de arbitragem, a atribuição de valores aos serviços ecossistêmicos pode auxiliar na tomada de decisão e na compreensão das razões de decidir. Groot, Wilson e Boumans (2002) propõem uma estrutura para avaliação e valoração integradas de funções, bens e serviços ecossistêmicos, conforme apresentado na Figura 1. Os autores classificam e descrevem a importância (ou "valor") dos ecossistemas em três tipos: valor ecológico, sociocultural e econômico.

O valor ecológico reconhece a importância da disponibilidade contínua das funções do ecossistema, respeitando-se limites ecológicos de integridade e resiliência, com base na complexidade, diversidade e raridade de um dado ecossistema. O valor sociocultural reconhece que os sistemas naturais são uma fonte crucial de bem-estar não material e indispensável para uma sociedade sustentável, baseada em equidade, liberdade, diversidade identidade cultural, saúde física e mental, educação e valores espirituais.

Valores Ecológicos Baseados na Estrutura e sustentabilidade **Processos** ecológica **Ecossistêmicos Processo Valores** decisório Bens e Serviços **Socioculturais** Funções Valor para **Ecossistêmicos** Baseados na **Ecossistêmicas** escolha de Total equidade e 1. Provisão políticas e percepções culturais 2. Regulação medidas 3. Suporte de gestão 4. Culturais **Valores Econômicos** Baseados na eficiência e custoefetividade

Figura 1: Estrutura para avaliação e valoração integradas de funções, bens e serviços do ecossistema.

Fonte: adaptada de Groot, Wilson e Boumans, (2002)

Conforme Groot, Wilson e Boumans (2002) demonstram por meio da Figura 1, o primeiro passo para uma avaliação abrangente dos bens e serviços ecossistêmicos envolve a tradução da complexidade ecológica (estruturas e processos) para um número mais limitado de funções ecossistêmicas. Essas funções, por sua vez, fornecem os bens e serviços que são valorados pelos seres humanos. Assim como ocorre com o conceito de dano ambiental (FRENCH, 2004; STEIGLED-ER, 2011), na literatura ecológica, o termo "função ecossistêmica" está sujeito a várias interpretações, algumas contraditórias. Groot, Wilson

^{*} A agregação e ponderação dos valores é um ponto sensível nesta análise

e Boumans, (2002) relatam que algumas vezes, o conceito é usado para descrever o funcionamento interno do ecossistema (por exemplo, manutenção de fluxos de energia, reciclagem de nutrientes, interações da cadeia alimentar) e outras vezes se relaciona com os benefícios derivados das propriedades e processos dos ecossistemas (por exemplo, produção de alimentos e tratamento de resíduos).

Goulder e Kennedy (2011) defendem que os benefícios do controle de enchentes, os serviços de filtragem de água e os serviços de manutenção de espécies oferecidos pelos ecossistemas, geralmente são externalidades positivas de sua conservação (ou não uso) e, portanto, não são o objeto principal de análise das partes envolvidas na decisão de mercado quanto a se e a que preço um determinado habitat será substituído por outros usos. Consequentemente, por não terem sido estudados e avaliados, e pelas dificuldades de se medir tais externalidades positivas, os ecossistemas estão ameaçados em decorrência da alteração do uso do solo, nem sempre vantajosa do ponto de vista econômico e social.

A partir da escolha de um ou mais indicadores mensuráveis de serviços ecossistêmicos, pode-se avaliar a variação na disponibilidade de tais serviços, cujos decréscimos representam uma *proxy* do dano ambiental. É fundamental a mensuração da linha de base do fornecimento dos serviços ecossistêmicos para se conhecer qual o tamanho da depleção dos serviços por ocasião de um dano ambiental. A atribuição de valores econômicos a essa variação oferece um instrumento de política ambiental compreensível e mais objetivo à sociedade.

Em geral, duas abordagens são utilizadas para calcular o montante da reparação aos danos ambientais: determinar o valor monetário dos danos ou calcular a quantidade de recursos naturais necessária para a remediação ou recomposição dos danos. Quando uma abordagem de avaliação monetária é usada, o valor do dano é usado para definir a abrangência da correção necessária para compensar a degradação. Quando uma abordagem de equivalência de recursos é usada, os benefícios dos projetos de remediação são dimensionados para equivaler ao dano (CHAPMAN; LEJEUNE, 2007).

A complexidade de se identificar e medir serviços ecossistêmicos se intensifica na mensuração dos danos a esses ativos. Danos ambientais podem ser parciais, temporários, aparentes (não confirmados), ocultos, sinérgicos, com efeito retardado. Essas e outras fontes de incertezas podem dificultar seu real dimensionamento, comprometendo a precisão necessária para fins da devida reparação.

Um problema que ocorre na mensuração de danos ambientais, segundo Freeman, Herriges e Kling (2014), é que os valores para alguns parâmetros físicos, técnicos ou econômicos do modelo podem não ser precisamente conhecidos, e a capacidade de medição não está suficientemente avançada para produzir medidas exatas de valor para muitos tipos de mudanças ambientais. Segundo os autores, não se pode esperar que o estado da arte avance ao ponto de produzir valores exatos para todos os tipos de mudança ambiental, para só então se tomarem decisões de política ambiental.

Dentre as medidas de gestão ambiental apontadas na *Figura I*, como fonte e destinatária do processo de avaliação e valoração econômica integradas, o controle e redução de danos ambientais é um objeto da política ambiental no Brasil (BRASIL, 1981). A aplicação de sanções visando à recuperação de danos deve fundamentar-se em princípios de equivalência e justa valoração, visando à reposição com base no Valor Econômico Total do Recurso Ambiental – VERA, que considere a contribuição mais abrangente possível das externalidades negativas da atividade que causou os danos.

Em geral, nos procedimentos de avaliação de danos há um foco determinado conforme o principal componente sacrificado (recursos hídricos, solos, atmosfera, fauna, flora). A identificação dos compartimentos ambientais principais fica sujeita às incertezas da caracterização do dano e podem não se revelar prioritárias em caso de sinergia ou retardamento de efeitos em relação a outros compartimentos.

Por exemplo, pode haver subavaliação dos danos aos ecossistemas aquáticos em uma avaliação de danos causados por herbicidas à vegetação nativa em Área de Preservação Permanente – APP. Nesses casos, para estudos de avaliação de impacto ambiental ou risco ambiental de agrotóxicos, é necessário o desenvolvimento de experimen-

tos de campo ou mesmo em condições de laboratório para entender o comportamento e/ou o destino ambiental das moléculas, preferencialmente em condições locais (PLESE et al., 2009). Desvousges et al. (2018) ressaltam que é necessário estabelecer uma relação de causa e efeito conclusiva entre uma liberação ambiental e uma suspeita de perda nos serviços ecossistêmicos resultante desse lançamento.

Como os danos são estimados a partir da redução da qualidade ou da quantidade dos ativos ambientais, é necessário adotar-se métricas equivalentes às utilizadas na mensuração dos bens e serviços. Diversas são as abordagens para se mensurar os serviços ecossistêmicos, porém em qualquer delas se priorizará um ou alguns parâmetros em detrimento de outros. Logo, a priorização de determinado componente do ecossistema na avaliação de danos ambientais (solo, água, vegetação, fauna) combinada com a principal função ecossistêmica considerada (provisão, regulação, suporte, cultural) são vieses a serem analisados na mensuração de danos ambientais.

Por exemplo, ao se mensurar o valor do serviço de regulação prestado pela vegetação florestal na contenção de encostas, deixa-se de considerar a possibilidade de prestação do serviço de provisão de madeira e energia, que decorreriam da exploração florestal. Em outra circunstância, na medição do serviço de provisão de produtos não madeireiros (frutos, cipós, sementes, palmitos), revela-se o custo de oportunidade de outras finalidades agropecuárias também voltadas à provisão e subsistência humanas, porém dependentes de supressão florestal. A busca pela equivalência em bem-estar, em recursos e serviços ecossistêmicos ou em valor econômico pode nortear princípios distributivos intra e intergeracionais a serem seguidos na gestão ambiental.

Alguns métodos desenvolvidos para a valoração de serviços ecossistêmicos ou sítios naturais podem ser utilizados para a valoração dos danos a esses recursos, com base no decréscimo do seu valor. No entanto, tais adaptações nem sempre são apropriadas, pois os danos podem apresentar características de duração, reversibilidade e propagação que precisam ser consideradas, diante de características ecológicas de resiliência, assimilação, sensibilidade e suas interações.

A valoração econômica de danos ambientais se utiliza de di-

versos métodos para alcançar uma importância monetária para o Valor Econômico Total dos serviços ecossistêmicos, inclusive criando curvas de demanda hipotética, quando não há mercados regulares para formação de preço. Em geral, os métodos desenvolvidos a partir de curvas de demanda não são adequados para o contexto de instrução judicial, embora sejam os mais defendidos no meio acadêmico, por sua maior abrangência em relação aos valores considerados. Já os métodos que baseados em função de produção utilizam preços de mercado para bens substitutos e tendem a refletir - de modo mais compreensível e aceitável, embora incompleto - a redução da disponibilidade de serviços ecossistêmicos em decorrência de um dano ambiental.

Nenhum método é de espectro amplo para ser utilizado em qualquer circunstância de valoração, englobando, inclusive, os efeitos decorrentes dos danos à floresta. Dentre os métodos analisados por Magliano (2019), a Análise de Hábitat Equivalente destaca-se por contabilizar valores de uso e não-uso; ser de aplicação simples; dimensionar adequadamente a reparação, considerando as perdas intercorrentes; e já ser adotado na legislação dos Estados Unidos e Comunidade Europeia, sob o escrutínio científico crescente.

Tendo como referência o princípio do poluidor-pagador e da recomposição dos danos causados, a adoção de método de valoração deverá ter por objetivo alcançar a reparação integral das perdas de serviços ecossistêmicos. Os métodos até então propostos no contexto brasileiro não vislumbram, dentre outras questões, a perda intercorrente durante o período entre o dano e a recomposição.

Dessa forma, no contexto da apuração de danos na esfera judicial, o método de Análise de Hábitat Equivalente, pormenorizadamente descrito por Magliano (2019), apresenta características que auxiliam no atendimento do aparato legal de proteção ambiental. O cálculo das perdas intercorrentes de serviços ecossistêmicos e o alcance dos valores de uso direto e indireto são aspectos que se alinham às necessidades da reparação cível ambiental, *stricto sensu*. A versatilidade e simplicidade apontadas da HEA favorecem também seu uso no âmbito criminal, em que a valoração é utilizada como ordem de grandeza para estipulação de sanções penais. Por essas razões, a HEA foi pormenorizadamente estudada por Magliano (2019), a fim de avaliar sua adequação para a valoração econômica de danos ambientais.

4. Panorama da Valoração de Danos Ambientais no Brasil – A Quem se Destina?

A importância da valoração econômica para a responsabilização por danos ambientais contrasta com a baixa experiência, a falta de definição de competências legais e a ausência de uma estrutura de mensuração econômica de danos ambientais no Brasil. A literatura científica brasileira não reflete a existência de protagonismo institucional ou de debate sobre a melhor maneira de valorar, responsabilizar e compensar os danos ambientais.

No Brasil, ainda não há discussão institucional sobre qual abordagem de valoração ambiental (serviço-a-serviço, recurso-a-recurso ou valor-a-valor) deve ser implementada, e em que circunstâncias, provavelmente devido ao ineditismo de valoração econômica de danos em casos de relevância nacional. As instituições brasileiras que atuam no nível federal para a proteção do meio ambiente ainda não padronizaram procedimentos para avaliação econômica de danos. O uso dos métodos de valoração é ainda incipiente, experimental ou específico para alguns tipos de danos.

Tal cenário resulta em frágil responsabilização aos poluidores e às autoridades públicas encarregadas de garantir a integridade do patrimônio ambiental. Hupffer *et al.* (2012) argumentam que, em caso de responsabilidade do Estado por danos ambientais, por ação ou omissão em face de princípios de precaução e prevenção, a sociedade não deve ser duplamente penalizada com os efeitos dos danos ambientais e com um possível dispêndio de tributos gastos na reparação, cujos custos deveriam recair sobre o agente que lhes deu causa.

A inexperiência institucional brasileira na valoração econômica de danos ambientais é exemplificada no processo de responsabilização por danos decorrentes da ruptura da barragem de Fundão, em Mariana – MG, conforme descrito por Magliano (2020). Mesmo nesse caso de desastre ambiental sem precedentes, sequer há uma definição clara sobre qual instituição é responsável pela elaboração de diagnóstico detalhado que sustente um procedimento de valoração econômica e de recomposição dos danos ambientais.

O licenciamento ambiental prévio à implantação de empreendimentos busca confrontar impactos positivos e negativos de determinado projeto e verificar se a proposta de intervenção tem um balanço positivo para a sociedade, sob um ponto de vista antropocentrista, como ferramenta de garantia do desenvolvimento sustentável. Essa comparação é geralmente feita por meio de matrizes de impacto, que utilizam gradações próprias e com diferentes níveis de subjetividade para as diversas variáveis do meio físico, biótico e social e, ao final, ponderam se um determinado empreendimento, em determinado horizonte temporal, é benéfico ou prejudicial à sociedade.

A importância atribuída a cada uma das variáveis do meio físico, biótico e social, utilizadas como parâmetros de confronto nas matrizes de impacto, ainda não se utilizaram de mecanismos tal qual a valoração econômica de recursos ambientais como forma mais objetiva e compreensível de comparação entre os fatores. A carência de objetividade na atribuição de pesos aos componentes da matriz de impacto é uma crítica comum em estudos de impacto ambiental.

No entanto, acerca da falta de parâmetros objetivos para mensuração de impactos, Nogueira <u>et al.</u> (2000) defendem que essa "ausência" de preços para os recursos ambientais (e os serviços por eles prestados) traz um sério problema: uso excessivo dos recursos. Isso pode levar à uma criação "espontânea" desses mercados - muito tardiamente e quando eles estiverem degradados num nível irreversível - ou à situação de mercados não serem criados nunca - levando à extinção completa do recurso. Segundo os autores, considerando-se a possibilidade de inexistência de substitutos, providências precisam ser tomadas antes que essa possibilidade se materialize.

Os benefícios da aplicação de procedimentos de valoração econômica de recursos naturais, aí incluída a valoração dos *danos* ambientais, poderão ser percebidos por toda a sociedade, uma vez que não se prescinde de recursos naturais na sustentação da vida e das atividades humanas. A valoração econômica de danos ambientais destina-se, precipuamente, às instituições incumbidas da responsabilização cível, administrativa e penal por agressões ao meio ambiente. Adicionalmente, pode ser empregada em procedimentos prévios de licenciamento ambiental, com foco preventivo, bem como com formuladores de políticas e em-

preendedores, a fim de que as decisões que afetem os recursos naturais sejam balizadas por métrica objetiva e compreensível que, a despeito de suas limitações, pode oferecer robusta contribuição à sustentabilidade.

5. Os Desafios da Valoração Econômica do Dano Ambiental

A conversão de dano ambiental em montante financeiro é um desafio enfrentado pelas ciências econômicas e ambientais em todo o mundo, particularmente nas últimas três décadas após o acidente com o petroleiro Exxon Valdez, no Alasca em 1989. A mensuração de danos se enquadra nas aplicações da valoração econômica do meio ambiente, descritas por Pearce e Seccombe-Hett (2000), como ferramenta de apoio à tomada de decisões, juntamente com a análise de custo benefício de projetos e de políticas, precificação de serviços de recreação, definição de tributos ambientais, incorporação de danos nas contas nacionais, ferramenta de gestão na priorização de bens de maior valor e participação pública em decisões, a partir das técnicas de eleição de preferências.

Os recentes desastres da indústria da mineração nos municípios mineiros de Mariana, em 2015, e Brumadinho, em 2019, se juntam a outros problemas crônicos de causa antrópica, como desmatamento, incêndios florestais, escassez hídrica, poluição e redução de biodiversidade, sem que se alcance a responsabilização e a recomposição adequadas dos danos ao patrimônio ambiental brasileiro. A falta de métricas claras para dimensionamento do dano e de suas repercussões dificulta o acionamento da Justiça para exigir a responsabilização privada e estatal na reparação das perdas.

A valoração econômica de danos ambientais é uma ferramenta útil para mensurar as externalidades negativas de empreendimentos, bem como para aperfeiçoar os mecanismos de responsabilização e pagamento de custos de reparação de danos. Segundo Castro (2015), uma das principais razões para se pesquisar a valoração econômica do meio ambiente no Brasil é sua utilização como instrumento complementar às decisões judiciais sobre avaliação de danos dos recursos naturais. Mota e Bursztyn (2013) identificaram que a valoração de

recursos ambientais tem servido de suporte para estipular o valor do dano ambiental em decorrência de processos impetrados na justiça em outros países.

A ausência da valoração econômica no processo de responsabilização reforça a advertência de Motta (1997), que afirmou que quando os custos da degradação ecológica não são pagos por aqueles que a geram, esses custos são externalidades para o sistema econômico. Ou seja, custos que afetam terceiros sem a devida compensação. O resultado, segundo o autor, é um padrão de apropriação do capital natural em que os benefícios são providos para alguns usuários de recursos ambientais sem que estes compensem os custos incorridos por usuários excluídos. Além disso, ressalta que as gerações futuras serão deixadas com um estoque de capital natural resultante das decisões das gerações atuais, arcando com os custos que estas decisões podem implicar.

A Lei de Crimes Ambientais estabeleceu o desafio para que, "quando possível", a perícia de constatação apresentasse a valoração econômica dos danos ambientais. A experiência nacional com desastres ecológicos revela que o problema posto pela Lei de Crimes Ambientais ainda não foi equacionado, conforme descrito por Magliano (2020). A experiência internacional demonstra que já há métodos que possibilitam a valoração dos danos, embora não haja uma fórmula única para conversão de perdas ecossistêmicas em montantes financeiros.

Segundo Solow (1993), se sustentabilidade for mais que um slogan, deve determinar-se a preservar indefinidamente a capacidade produtiva para o futuro. Isso só é compatível com a utilização de recursos não-renováveis se a sociedade repuser tais recursos por algum outro equivalente. Portanto, os índices que medem sustentabilidade devem refletir as oscilações de estoque de capital natural e devem, ainda, orientar os ajustes de contas nacionais, considerando que as flutuações do capital natural são igualmente importantes para construir estratégias da almejada sustentabilidade.

Visando conservar o estoque de capital natural para as futuras gerações, a Constituição brasileira e a lei da Política Nacional do Meio Ambiente⁴ determinam expressamente a obrigação de recuperar e/ou

⁴ CF. Art. 225 §2°; Lei 6.938/1981, art. 14, § 1°.

indenizar os danos causados pelas externalidades da atividade econômica. Como regra geral, deve-se buscar prioritariamente a reparação integral do meio ambiente e, na sua impossibilidade, os danos deverão ser compensados. Portanto, para além das ações de reparação direta, há a necessidade de se avaliar quais danos não podem ser diretamente reparados e como adotar uma métrica biofísica ou econômica de compensação.

O uso de instrumentos econômicos possibilita a reavaliação do custo-benefício de determinados empreendimentos para a sociedade. Se as externalidades negativas causadas pela atividade econômica não forem devidamente compensadas ou reduzidas, os custos sociais serão maiores que os benefícios socioeconômicos da atividade desenvolvida. A importância da valoração econômica para comparar custos e benefícios ambientais, destacada por Goulder e Kennedy (2011), mostra que muitos dos serviços ecossistêmicos críticos gerados pelo capital natural, como serviços de polinização, controle de enchentes, filtração de água e provisão de habitat para a biodiversidade, são externalidades elas não recebem um preço nos mercados. Como resultado, mercados irrestritos podem levar ao comprometimento ou colapso dos ecossistemas, em detrimento do bem-estar humano. Muitas vezes a sociedade se beneficiaria mais da proteção dos ecossistemas e de seus serviços do que dos resultados econômicos de mercados não regulamentados.

O National Research Council dos Estados Unidos - NRC (2012) afirma que, do ponto de vista dos economistas, o valor de um ativo ambiental é medido pela sua contribuição para o bem-estar humano. Uma medida do valor de um bem ou serviço para um indivíduo pode ser obtida observando-se o que o indivíduo está disposto a desistir em troca de um aumento no bem ou serviço. Os economistas, tipicamente, tentam medir os benefícios em termos monetários, vendo o quanto um indivíduo estaria disposto a pagar para obter mais de um serviço ecossistêmico ou, alternativamente, o que um indivíduo estaria disposto a aceitar por um declínio em um serviço ecossistêmico. Métodos de valoração, baseados ou não em preços de mercados, podem ser usados para estimar a disposição a pagar por ganhos ou a disposição para aceitar perdas em seu bem-estar (NRC, 2012), em decorrência de externalidades negativas.

O problema prático com valoração econômica é obter estimati-

vas plausíveis a partir de situações reais onde não existem "mercados aparentes" ou que estes sejam "mercados muito imperfeitos". Sendo possível obter tais valores, eles estarão captando pelo menos parte do que deve ser chamado de valor intrínseco, considerando o ambiente como uma entidade em si mesma. (NOGUEIRA; MEDEIROS, 1999).

Os autores ressaltam ainda que nesse esforço de tentar estimar "preços" para os recursos ambientais e, dessa forma, fornecer subsídios técnicos para sua exploração racional, inserem-se os métodos (ou técnicas) de valoração econômica ambiental fundamentados na teoria neoclássica do bem-estar.

Sob a ótica econômica, os métodos de valoração ambiental são técnicas específicas para quantificar (em termos monetários) os impactos econômicos e sociais de projetos cujos resultados numéricos vão permitir uma avaliação mais abrangente para efeito de comparações. (NOGUEIRA *et al.*, 2000).

A busca de estimativas de valor para os bens e serviços ambientais, na responsabilização cível e criminal de danos ao meio ambiente, exige a definição de métodos cientificamente lastreados e juridicamente aceitáveis, em termos de custos, prazo e capacidade de persuasão no meio jurídico.

A avaliação econômica busca atribuir valor monetário aos ativos ambientais a partir de quatro tipos básicos de abordagens:

- avaliação direta de mercado especialmente aplicável aos bens;
- avaliação indireta de mercado técnicas de preferências reveladas que estimam Custos Evitados, Custo de Reposição, Fator de Renda, Custo de Viagem, que dão nome aos métodos;
- avaliação contingente técnicas de preferências declaradas que estimam a Disposição a Pagar (DAP) ou a Disposição para Aceitar a Compensação (DAC) pela disponibilidade ou perda desses serviços e;
- avaliação de grupo baseada em novos princípios de democracia deliberativa em que a tomada de decisão se daria a partir do debate público aberto e não da agregação de preferências individuais medidas separadamente.

Há diversas variações na categorização dos métodos, bem como em suas nomenclaturas, de acordo com os pilares teóricos em que se apoiam (excedente do consumidor, curvas de demanda, fatores de produção, etc.). Maiores detalhes sobre os métodos estão disponíveis em Turner, Pearce e Bateman (1993); Sinden (1994), Motta (1997) Groot, Wilson e Boumans (2002) ou Freeman; Herriges e Kling (2014). A aplicabilidade dos métodos de valoração econômica de crimes ambientais é analisada por Magliano (2013, 2019).

A eficácia de cada método em termos de gerar estimativas confiáveis depende do rigor conceitual, dos cuidados em sua aplicação, da disponibilidade de dados e informações, ou das hipóteses sobre o comportamento dos indivíduos e da sociedade (ARAÚJO, 2003).

Do ponto de vista da política, uma das fraquezas das últimas décadas de estudos de valoração econômica é que eles se concentraram fortemente em avaliações de benefícios ou de danos isoladamente, em vez de comparações dessas medidas com os custos de melhoria ambiental, ou com os benefícios da atividade prejudicial (PEARCE, 2007). Reflexões nesse sentido são importantes para se avaliar, de forma mais abrangente, as externalidades e a viabilidade econômica, a longo prazo, de atividades poluidoras.

Enquanto a percepção social sobre o meio ambiente não incorporar a noção de dano, como uma perda do capital natural que assegura o bem-estar e prosperidade para a presente ou futuras gerações, dificilmente o interesse para discussão de valoração de danos crescerá. Nesse sentido, este e outros estudos recentes oferecem definições sobre valor, responsabilidade e danos relativos aos serviços naturais, a fim de auxiliar a formação de tal percepção social.

Portanto, os desafios da valoração econômica do meio ambiente residem no campo da percepção da sociedade quanto ao valor dos recursos naturais de que depende e dispõe, na falta de metodologias consolidadas para sua mensuração, com os respectivos reflexos nas instituições que devem decidir e julgar sobre a sustentabilidade dos danos que a atividade humana impõe ao meio ambiente.

6. Conclusões

O desenvolvimento da legislação ambiental fortalece a discussão sobre a imprescindibilidade dos recursos e serviços ambientais para a sociedade. Ao determinar que a perícia de constatação realize a valoração econômica de danos ambientais, traz-se ao debate o desafio de atribuir valor monetário a tais danos, podendo-se contrapor aos benefícios econômicos esperados das atividades e empreendimentos, sejam licenciados ou não.

O presente ensaio teórico sobre a valoração econômica de danos ambientais busca realçar a importância, as finalidades e os destinatários dos procedimentos de atribuição de parâmetros monetários para a avaliação de danos ao meio ambiente.

A aplicação da lei penal ambiental, com o subsídio da valoração econômica dos crimes ambientais, poderá trazer não só a maior eficácia jurídica para a persecução, como melhores subsídios à decisão sobre empreendimentos que possam causar infrações ambientais e, consequentemente, maior eficiência da política nacional de proteção ao meio ambiente.

A proposição de metodologias e sua discussão prévia com órgãos do Poder Judiciário e do Ministério Público são medidas que tendem a facilitar a implementação de instrumentos de valoração econômica do meio ambiente no Brasil.

BIOGRAFIA DO AUTOR:

Mauro Mendonça Magliano

Perito Criminal Federal da Polícia Federal -Instituto Nacional de Criminalística

Professor da Academia Nacional de Polícia - DPF.

Doutor em Ciências Florestais pela Universidade de Brasília

Mestre em Perícias Criminais Ambientais pela Universidade Federal de Santa Catarina. Especialista em Geoprocessamento pela Universidade de Brasília e Engenheiro Florestal graduado pela Universidade DE BRASÍLIA, COM ATUAÇÃO EM VALORAÇÃO ECONÔMICA
DE DANOS AMBIENTAIS, GEOPROCESSAMENTO, ANÁLISE E
CARACTERIZAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS POTENCIALMENTE
POLUIDORES, LEGISLAÇÃO E CRIMES AMBIENTAIS.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. Avaliação de danos causados ao meio ambiente. In: Domingos Tocchetto. (Org.). Perícia Ambiental Criminal. 2 ed. - Campinas: Millennium, 2012. 352p.

ARAÚJO, Romana Coêlho. *Procedimentos prévios para valoração econômica do dano ambiental em inquérito civil público*. 2003, 116 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente) - Departamento de Economia. Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14653-6:* Avaliação de bens – Parte 6: Recursos Naturais e Ambientais. Rio de Janeiro: ABNT, 2008. 16 p.

BARTZ, R., HEINK, U.; KOWARIK, I. Proposed Definition of Environmental Damage Illustrated by the Cases of Genetically Modified Crops and Invasive Species. *Conservation Biology*, v. 24 n. 3, p. 675–681, 2009. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01385.x.

BATEMAN, L.; TURNER, K. Valuation of the environment, methods and techniques: the contingent valuation method. In: TURNER, R. K. (ed.). *Sustainable environmental economics and management*. Principles and practice. London and New York: Belhaven, 1992.

BOITHIAS, L., TERRADO, M., COROMINAS, L., ZIV, G., KUMAR, V., MARQUÉS, M., SCHUHMACHER, M.; ACUÑA, V. Science of the Total Environment Analysis of the uncertainty in the monetary valuation of ecosystem services — A case study at the river basin scale. *Science of the Total Environment*, v. 543, p. 683–690, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.11.066.

BRASIL. [Constituição (1988)]. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 15 nov. 2020.

BRASIL. *Decreto-Lei n.º 2.848, de 07 de dezembro de 1940*. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: www.planalto. gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm. Acesso em: 15 nov. 2020.

BRASIL. *Decreto-Lei n.º 3.689*, *de 03 de outubro de 1941*. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689compilado.htm. Acesso em: 15 nov. 2020.

BRASIL. *Lei Federal n.º* 6.938, de 31 de agosto de 1981. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: www.planalto.gov. br/ccivil_03/leis/L6938.htm. Acesso em: 15 nov. 2020.

BRASIL. *Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012*. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l12651.htm. Acesso em: 15 nov. 2020.

BRASIL. *Lei n.º* 9.605, *de 12 de fevereiro de 1998*. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 15 nov. 2020.

CARVALHO, R.C.T. A justiça ambiental 3: especializar ou não?. *Revista Consultor Jurídico*, 2 de novembro de 2019. Disponível em: https://www.conjur.com.br/2019-nov-02/ambiente-juridico-justica-ambiental-especializar-ou-nao#:~:text=O%20 primeiro%20processa%20as%20a%C3%A7%C3%B5es,terceiro%20 especializa%20apenas%20o%20segundo. Acesso em: 15 nov. 2020.

CASTRO, J. D. B.. *Usos e abusos da valoração econômica do meio ambiente:* ensaios sobre aplicações de métodos de função demanda no Brasil. Universidade de Brasília, v. 1, 2015. DOI: https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004.

CHAPMAN, D.; LEJEUNE, K. Review Report on Resource Equivalence Methods and Applications. 38. 2007. Disponível em: http://www.envliability.eu/docs/REReviewUS_D6A_Stratus_FINAL.pdf. Acesso em: 15 nov. 2020.

CERCLA - Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act, 106,1980. (testimony of USA). Disponível em: https://nrt.org/sites/2/files/cercla.pdf. Acesso em: 15 nov. 2020. DESVOUSGES, W. H., GARD, N., MICHAEL, H. J.; CHANCE, A. D. Habitat and Resource Equivalency Analysis: A Critical Assessment. *Ecological Economics*, v. 143, p. 74–89. 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.07.003.

DIRECTIVA 2004/35/CE. Responsabilidade ambiental em termos de prevenção e reparação de danos ambientais, Directiva 2004/35/CE do Parlamento Europeu e do Conselho. 2004. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:143:0056:0075:pt:PDF. Acesso em: 15 nov. 2020.

EUROPE, C. OF.. Convention on Civil Liability for Damage Resulting from Activities Dangerous to the Environment (*). *European Treaty Series*, v. 150, n. 1, 16, 1993. DOI: https://doi.org/10.1093/ulr/os-21.1.273.

FREEMAN III, A. M., HERRIGES, J. A.; KLING, C. L. (2014). The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods. *In Land Economics*. 3. ed., v. 1, n. 2. DOI: https://doi.org/10.2307/3146972.

FREITAS, V. P. Perícia como requisito para a execução da Justiça ambiental. *Consultor Jurídico*, outubro, 1–9, 2006.

FREITAS, V.P. Ainda faltam varas ambientais nos tribunais. Disponível em: http://www.conjur.com.br/2009-abr-12/ainda-faltam-varas-ambientais-principais-tribunais-pais. Acesso em: 8 set. 2013.

FRENCH, D. A. Environmental Damage in International and Comparative Law: Problems of Definition and Valuation - Review. *Journal of Environmental Law.* v. 15, n. 2, p. 266–268, 2004. DOI: https://doi.org/10.1093/jel/15.2.266.

GOULDER, L.; KENNEDY, D. Interpreting and estimating the value of ecosystem services. *In*: P. KAREIVA, H. TALLIS, T. RICKETTS, G. DAYLY; S. POLASKY (ed.), *Natural Capital*: Theory and Practice of Mapping Ecosystem Services. p. 15–32, 2011. Oxford University Press. DOI: https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199588992.003.0002.

GROOT, R. S. DE, WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of

ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, v. 41, p. 393–408, 2002.

MAGLIANO, M. M. Valoração econômica em laudos periciais de crimes contra o meio ambiente. Dissertação (Mestrado Profissional) - Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais, Universidade Federal de Santa Catarina, 2013, 115 p.

MAGLIANO, M. M. Valoração econômica de danos ambientais. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2019, 183 p.

MAGLIANO, Mauro Mendonça; ANGELO, Humberto. The Lack Of Economic Environmental Damage Valuation - A Critical Review Of Fundão Disaster. *CERNE*, Lavras, v. 26, n. 1, p. 75-87, mar. 2020.

MILARÉ, É. (2011). *Direito do ambiente:* a gestão ambiental em foco. Revista dos Tribunais. 7. ed. São Paulo. 228 p.

MOTA, J. A.; BURSZTYN, M. O valor da natureza como apoio à decisão pública. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, v. 34 n. 125, p. 39–56, 2013. Disponível em: http://www.ipardes.pr.gov.br/ojs/index.php/revistaparanaense/article/view/629. Acesso em: 15 de nov. 2020.

MOTTA, R. S. (1997). Manual para valoração econômica de recursos ambientais (1a). IPEA/MMA/PNUD/CNPq. Disponível em: http://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/manual-para-valoracao-economica-de-recursos-ambientais.pdf. Acesso em: 15 out. 2020.

MOTTA, R. S. Manual para valoração econômica de recursos ambientais. Brasília: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1997. 254 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Approaches for Ecosystem Services Valuation for the Gulf of Mexico After the Deepwater Horizon Oil Spill. National Academies Press, 2012. DOI: https://doi.org/10.17226/13141.

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

NOGUEIRA, J.M.; MEDEIROS, M. A. Quanto vale aquilo que não

- tem valor? Valor de existência, economia e meio ambiente. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 16, n. 3, p. 59-83, set./dez. 1999.
- PAVANELLI, D. D.; VOULVOULIS, N. Habitat Equivalency Analysis, a framework for forensic cost evaluation of environmental damage. *Ecosystem Services*, v. 38, p. 100953, fev. 2019.
- PEARCE, D. W. *Environmental Valuation in Developed Countries:* case studies. Edward Elgar. 2007. Disponível em: https://www.dawsonera.com:443/abstract/9781847201768.
- PEARCE, D. W.; SECCOMBE-HETT, T. Economic valuation and environmental decision-making in Europe. *Environmental Science and Technology*, v. 34 n. 8, p. 1419–1425, 2000. DOI: https://doi.org/10.1021/es9906711.
- PLESE, L. P. M., SILVA, C. L.; FOLONI, L. L. Distribution of Environmental Compartments of Herbicides Used in the Cotton, Coffee and Citrus Cultures. *Planta Daninha*, v. 27 n. 1, 123–132. 2009. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-83582009000100016.
- SILVA, D. M. DA. O dano ambiental e sua reparação. Curitiba: Juruá, 2006.
- SINDEN, J. A. A review of environmental valuation in Australia 916. *Review of Marketing and Agricultural Economics*, v. 62, n. 3, p. 337–368, 1994.
- SMITH, R., POLLARD, S. J. T., WEEKS, J. M. & NATHNAIL, C. P. Assessing significant harm to terrestrial ecosystems from contaminated land. *Soil Use and Management*, v. 21, p. 527–540, 2006. DOI: https://doi.org/10.1079/SUM2005345.
- SOLOW, R. An almost practical step toward sustainability. *Resources Policy*, v. 19 n. 3, p. 162–172, 1993. DOI: https://doi.org/10.1016/0301-4207(93)90001-4.
- STEIGLEDER, A. M. *Responsabilidade civil ambiental:* as dimensões do dano ambiental no direito brasileiro. 2. ed. Livraria do Advogado, 2011.
- TORRES, Antonio Villaca; TORRES, Max Marcel Koerbel; GUELBERT, Tanatiana Ferreira. Comentários sobre o uso de metodologias de valoração para danos ambientais e proposição de

ações pró-ativas. *In*: *Âmbito Jurídico*, Rio Grande, XIII, n. 75, abr. 2010. Disponível em: http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=7356. Acesso em: jan. 2014.

TURNER, Kerry; GEORGIOU, Stavrous; CLARK, Rebecca, BROWER, Roy; BURKE, Jacob. Economic valuation of water resources in agriculture: From the sectoral to a functional perspective of natural resource management. *FAO Water Reports*, n. 27. FAO, Rome, 2004. Disponível em: http://www.fao.org/docrep/007/y5582e/y5582e00.htm#Contents. Acesso em: nov. 2020.

TURNER, R. K., BATEMAN, I. J.; ADGER, W. N. (ed.). *Economics of coastal and water resources: valuing environmental functions.* 2001. Springer-Science+Business Media. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-015-9755-5.

TURNER, R. KERRY, PAAVOLA, J., COOPER, P., FARBER, S., JESSAMY, V.; GEORGIOU, S. Valuing nature: Lessons learned and future research directions. *Ecological Economics*, v. 46, n. 3, p. 493–510, 2003. DOI: https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00189-7.

TURNER, R. KERRY, PEARCE, D. W.; BATEMAN, I. J. *Environmental Economics - An Elementary Introduction*. John Hopkins University Press, 1993. 324p.

Informações adicionais e declarações dos autores

(integridade científica)

Declaração de conflito de interesse: O autor confirma não haver conflitos de interesse na condução desta pesquisa e na redação deste artigo.

Declaração de autoria: Todos e apenas os pesquisadores que atendem os requisitos de autoria deste artigo são listados como autores; todos os coautores são integralmente responsáveis por este trabalho em sua totalidade.

Declaração de originalidade: O autor assegura que o texto aqui publicado não foi previamente divulgado em qualquer outro local e que a futura republicação apenas será feita com expressa referência desta publicação original; também atesta(m) que não há plágio de material de terceiros ou autoplágio.

COMO CITAR (ABNT BRASIL)

MAGLIANO, Mauro Mendonça. Valoração econômica em perícias de crimes ambientais: por que, para quem e os desafios de realizá-la. *Revista Brasileira de Ciências Policiais*, Brasília, vol. 13, n. 7, p. 351-386, jan./abr. 2022.

https://doi.org.br/10.31412/rbcp.v13i7.814



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional.