

METODOLOGIAS DE VALORAÇÃO DO DANO AMBIENTAL

Outubro/2022

SÍNTESE

O presente relatório volta-se a nortear a seleção de métodos de valoração econômica de danos ambientais relacionados à indústria de óleo e gás, cujos principais tipos de impactos associados são conhecidos. Não obstante, fatores, tais como: local da ocorrência; magnitude do evento; bioma atingido; população afetada; tempo estimado de recuperação; tempo decorrente desde a ocorrência; importância turística, cênica ou preservacionista; entre outros, podem ser determinantes para a escolha e avaliação da viabilidade de uso de algum dos métodos de cálculo de valoração.

Para este objetivo foi feito um levantamento bibliográfico das metodologias de valoração ambiental, com análise crítica de limitações, potenciais aplicações e dados necessários.

Depreende-se pela análise das diferentes metodologias que não existe uma metodologia de valoração econômica do dano ambiental que seja apropriada para todas as situações, cabendo o exame das características do caso concreto para determinação de qual ou quais metodologias seriam apropriadas para uso.

O valor econômico dos recursos ambientais é derivado de todos os seus atributos, podendo estar ou não associados a um dado uso. Entretanto, existem também atributos de consumo associados à própria existência do recurso ambiental. É comum, na literatura, desagregar o valor econômico total dos bens e serviços ambientais (VET) em valores de uso (VU) e valores de não uso (VNU).

Os métodos de valoração desenvolvidos pela economia ambiental têm como base os princípios microeconômicos de equilíbrio de mercado, teoria da oferta e demanda e teoria do bem-estar.

A experiência mostra que os métodos desenvolvidos sob demanda do Poder Público para serem aplicados em indenizações, em geral com poucos recursos ou tempo disponível, utilizam como base métodos de valoração econômica, mas, por abrangerem o valor de uso ou não uso, incluem fatores como pesos ou juros com caráter mais fiscalizador ou social.

O processo de avaliação de danos aos recursos naturais, tanto nos Estados Unidos, como na Comunidade Europeia, tem ênfase primária no uso de projetos de recomposição para compensar as perdas do serviço de recursos naturais (recuperação) e, não, na compensação monetária de danos.

A avaliação de danos tem três etapas principais, a saber: a pré-avaliação, que consiste no levantamento de informações prévias ao acidente, e identificação de *habitats* e espécies vulneráveis ao impacto; a avaliação do dano, a partir da condução de estudos científicos para identificar e quantificar os impactos da poluição, incluindo aqueles resultantes de ações durante a contingência; e a elaboração de um plano para restaurar recursos impactados, o qual se inicia ainda no processo de avaliação de dano, sendo a versão final aprovada após colaborações de todas as partes.

Nesse sentido, recomenda-se, como primeira etapa para a garantia de uma valoração de dano escoreta, a realização de um diagnóstico do dano ambiental robusto e validado pelas partes, de preferência realizado de modo participativo, proporcionando o rápido início das medidas de recuperação ambiental e restauração compensatória, seguindo as melhores práticas internacionais.

Sobre as aplicações das diversas metodologias de valoração, ressalta-se que não existe uma metodologia de valoração econômica que seja apropriada para todas as situações. Em geral, recomenda-se que se avalie mais de uma metodologia, posto que cada método possui limitações, aplicações usuais, dados necessários.

1. INTRODUÇÃO.

A indenização é a forma indireta de reparar o dano ambiental e deve ser aplicada na esfera civil nas situações em que não for possível a restauração, recuperação e/ou compensação ecológica. A mensuração de seu valor, entretanto, requer um prévio diagnóstico de impactos ambientais cuja qualidade é fundamental, contemplando os aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Depreende-se, pela análise das diferentes metodologias, que não existe uma metodologia de valoração econômica do dano ambiental que seja apropriada para todas as situações. A seleção de quais métodos devem ser utilizados deve considerar o caso concreto e os critérios mais adequados para a valoração do dano ambiental.

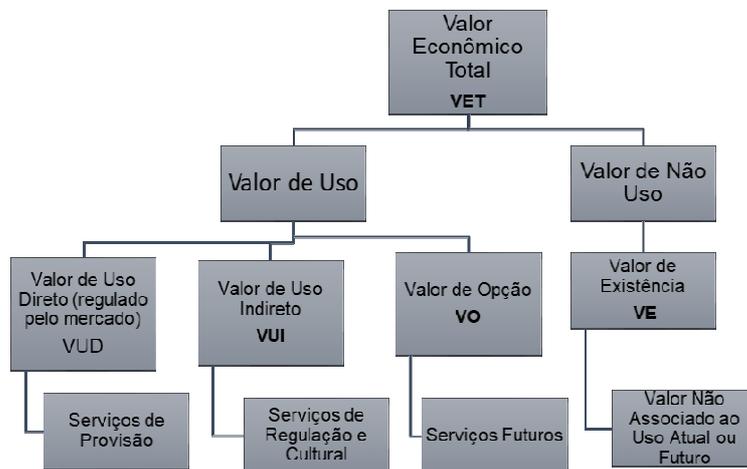
O presente relatório volta-se a nortear a seleção de métodos de valoração econômica de danos ambientais relacionados à indústria de óleo e gás, cujos principais tipos de impactos associados são conhecidos. Não obstante, fatores, tais como: local da ocorrência; magnitude do evento; bioma atingido; população afetada; tempo estimado de recuperação; tempo decorrente desde a ocorrência; importância turística, cênica ou preservacionista; entre outros, podem ser determinantes para a escolha e avaliação da viabilidade de uso de algum dos métodos de cálculo de valoração.

Para este objetivo foi feito um levantamento bibliográfico das metodologias de valoração ambiental, com análise crítica de limitações e potenciais aplicações.

O valor econômico dos recursos ambientais é derivado de todos os seus atributos, podendo estar ou não associados a um dado uso. Entretanto, existem também atributos de consumo associados à própria existência do recurso ambiental, independentemente do fluxo atual e futuro de bens e serviços apropriados na forma do seu uso (Seroa da Mota, 1997).

Normalmente, o serviço ambiental derivado de um recurso natural não apresenta preço de mercado definido, sendo necessária a utilização de técnicas específicas para estimá-lo. É comum, na literatura, desagregar o valor econômico total dos bens e

serviços ambientais (VET) em valores de uso (VU) e valores de não uso (VNU) conforme a fórmula abaixo (Seroa da Mota, 1997). A Figura 1 resume estes valores.



$$VET = (VUD + VUI + VO) + VE$$

VET: Valor Econômico Total do Recurso Ambiental
 VUD: Valor de Uso Direto
 VUI: Valor de Uso Indireto
 VO: Valor de Opção
 VE: Valor de Existência

VALOR DE USO DIRETO (VUD) - O valor de uso direto corresponde à utilização/consumo atual e direto do recurso ambiental, por exemplo: i) uso para consumo direto, para alimentação, biomassa-energia, plantas medicinais; ii) uso produtivo, como os recursos industriais (como os farmacêuticos), fonte de energia, materiais de construção; e iii) outros usos, como o uso recreativo e estético, o turismo, as ciências e educação. Dessa forma, há clara identificação dos beneficiados pelos serviços e bens ambientais.

VALOR DE USO INDIRETO (VUI): valor que os indivíduos atribuem a um bem e serviço ambiental quando o benefício do seu uso deriva de funções ecossistêmicas, como, por exemplo: i) a regulação local do clima; ii) a manutenção e fertilidade dos solos; iii) a depuração das águas e da atmosfera; iv) a fixação e estocagem de carbono; v) a contenção de erosão.

VALOR DE OPÇÃO (VO): valor que o indivíduo atribui em preservar recursos que podem estar ameaçados, para usos direto e indireto no futuro próximo. Por exemplo, o benefício advindo de terapias genéticas com base em propriedades de ativos ainda não descobertos de plantas tropicais.

VALOR DE EXISTÊNCIA (VE) ou Valor de não uso. Valor que está dissociado do uso (embora represente consumo ambiental) é atribuído à preservação independente de qualquer expectativa de benefício, direto ou indireto, no presente ou no futuro. Deriva de uma posição moral, cultural, ética ou altruística em relação a outras espécies ou de outras riquezas naturais, mesmo que estas não representem uso atual ou futuro para ninguém.

A divisão dos valores de uso e de não uso de um recurso natural é fundamental para aplicação das técnicas de valoração, pois permite a identificação e classificação dos diversos valores do recurso ambiental e de técnicas para captá-los, porém, não significa que seja possível determinar o valor real do recurso.

2. CENÁRIO INTERNACIONAL NA VALORAÇÃO DE DANOS AMBIENTAIS

Estados Unidos

A Avaliação De Danos Aos Recursos Naturais (NRDA) surgiu nos Estados Unidos como processo utilizado para determinar se recursos naturais públicos foram danificados, destruídos ou perdidos, como resultado da liberação de substâncias perigosas ou óleo, e ainda identificar ações e fundos necessários para restauração destes recursos.

A Avaliação De Danos Aos Recursos Naturais (NRDA) está prevista em leis federais como o “*Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA)*”, o “*Clean Water Act (CWA)*”, e o “*Oil Pollution Act (OPA)*”, onde prevalece o princípio compensatório em lugar do punitivo (Magliano, 2019).

Avaliação de Danos aos Recursos Naturais (NRDA) é composta por três etapas:

1. Pré-avaliação: busca por dados disponíveis, literatura sobre o potencial dano sob as circunstâncias do derrame, e identificar quais espécies e habitats podem ser impactados. Se os impactos forem significativos, uma avaliação completa do dano deve ser efetuada;
2. Avaliação do dano: condução de estudos científicos para identificar e quantificar os impactos da poluição, incluindo aqueles resultantes de ações durante a contingência. São também realizados estudos econômicos a fim de determinar como atividades recreativas (pesca esportiva, p.ex.) são afetadas;
3. Plano de Restauração: elaboração do plano para restaurar recursos impactados e se inicia ainda no processo de avaliação de dano, sendo a versão final aprovada após colaborações de todas as partes.

Nos Estados Unidos, com o passar do tempo, o processo de avaliação de danos aos recursos naturais mudou de uma ênfase primária na recuperação monetária de danos para uma que enfatiza o uso de projetos de recomposição para compensar as perdas do serviço de recursos naturais. (Magliano,2019)

Em casos de vazamentos de derivados de petróleo, os procedimentos de reparação serão conduzidos sob as regras da OPA pelo Departamento de Comércio – DOC, por intermédio da Administração Nacional de Oceano e Atmosfera – NOAA. A NOAA trabalha de maneira cooperativa com as partes responsáveis:

Avaliação de Danos aos Recursos Naturais (NRDA) requer por lei o convite à parte responsável pelo dano ambiental a participar na avaliação. Se há concordância, o processo é referido como “NRDA cooperativo”.

A avaliação cooperativa referenda as decisões tomadas e oferece às partes responsáveis um papel importante no processo de restauração, **geralmente resultando em redução no custo da avaliação de danos, risco reduzido de conflitos e menor tempo entre o dano e a restauração do ambiente.**

União Europeia - *Environmental Liability Directive (ELD)*

O Parlamento Europeu promulgou em 21/04/2004 a Diretiva de Responsabilidade Ambiental (*Environmental Liability Directive – ELD*) para implementar o princípio do “poluidor-pagador” e responsabilizar financeiramente os operadores pelos danos ambientais, a fim de induzi-los a adotar medidas e desenvolver práticas para minimizar os riscos de danos ambientais.

A ELD previu a utilização dos conceitos de remediação primária, remediação complementar, remediação compensatória, perdas intercorrentes e linha de base, é alcançado através da restauração do ambiente até a condição “baseline”. A ELD visa garantir que o ambiente seja fisicamente recuperado.

Se as medidas tomadas no local afetado não permitirem o retorno à condição inicial, medidas complementares podem ser tomadas em outro local (por exemplo, um local adjacente). Em qualquer caso, a escala das medidas corretivas deve ser determinada de forma a compensar as perdas que resultam do fato de os recursos naturais e/ou serviços danificados não serem capazes de desempenhar suas funções ecológicas e serviços ecossistêmicos até que o meio ambiente seja restaurado.

Tanto nos EUA como nos países da UE, o NRDAR é conduzido pelos “trustees”, na maioria agências ambientais, e os recursos financeiros necessários provêm diretamente do poluidor ou de fundos financeiros para compensação;

- Os órgãos ambientais no Brasil em geral não têm condições e recursos para a condução deste processo, cabendo ao poluidor a contratação destes diagnósticos;

- As perícias ambientais, que poderiam constituir um NRDAR, são feitas tardiamente, nem sempre com trabalhos completos e sem fundamentação técnica/científica.

3. MÉTODOS DE VALORAÇÃO – ABORDAGEM ECONÔMICA AMBIENTAL

Os métodos de valoração desenvolvidos pela economia ambiental têm como base os princípios microeconômicos de equilíbrio de mercado, teoria da oferta e demanda e teoria do bem-estar. A economia ambiental tem por objetivo inserir o estoque e fluxo dos bens e serviços ambientais no processo de decisão dos agentes (sociedade/consumidores, produtores, administração pública), de forma que estes considerem os bens e serviços ambientais como fatores de produção e utilidade, e as externalidades geradas sobre o equilíbrio do ecossistema, para assim determinar a alocação ótima dos recursos.

Existem diferentes classificações dos métodos de valoração econômica segundo Costa (2012):

- Mercado de bens substitutos
- Métodos de preferência revelada e métodos de preferência declarada
- Métodos diretos e indiretos
- Métodos da função de produção e métodos da função de demanda

A proposta de classificação deste trabalho está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Classificação dos métodos de valoração ambiental

Classificação	Método
Métodos indiretos (ou métodos de preferência revelada) por mercados	Custo de Controle
	Custo Evitado

substitutos	Custo de Oportunidade
	Custos de Reposição ou Custos de Recuperação
	Custo de viagem (MCV)
	Preços hedônicos (MPH) do Preço da Propriedade (MPP)
	Produtividade marginal / Produção sacrificada
Métodos diretos (ou métodos de preferência declarada) por mercados hipotéticos	Valoração contingente
	Análise conjunta
Outros métodos	Transferência de benefícios

Métodos da Transferência de Valores (ou de Benefícios) - Método TV. Aplicado nos casos em que não é possível fazer um estudo de valoração para um caso de interesse. O método utiliza as informações e resultados de estudos realizados para casos similares ao que se pretende analisar, a fim de estimar o dano para o contexto específico.

Método de Mercado de Bens Substitutos. Muitas vezes não se consegue obter diretamente o preço de um produto afetado por uma alteração ambiental, mas pode-se estimá-lo por meio de algum substituto existente no mercado. Entretanto, é muito difícil encontrar-se na natureza um recurso que substitua com perfeição os benefícios gerados por outro recurso natural. Os métodos considerados neste caso são custos de controle, custos evitados e custo de reposição.

Os métodos baseados em preferências reveladas são aqueles por meio dos quais o indivíduo revela suas preferências através da compra de certos bens de mercado associados ao uso ou consumo do recurso ambiental. No primeiro caso, os métodos indiretos (ou métodos de preferência revelada) são baseados na observação dos comportamentos dos agentes para se deduzir uma medida de bem-estar.

A avaliação de danos se baseia na medida das despesas que os agentes realizam em “mercados substitutos” para não terem perda de bem-estar como, por exemplo, os custos de deslocamento para ter acesso a determinado parque natural, ou despesas em técnicas de tratamento para manter a qualidade de determinado serviço ambiental.

Os métodos baseados em preferência declarada são aqueles por meio dos quais os indivíduos declaram as suas preferências em questionários simulando mercados hipotéticos com as preferências individuais declaradas e não reveladas indiretamente. Os métodos diretos consistem no questionamento aos indivíduos sobre sua disposição a pagar ou a receber pela variação na qualidade ambiental, por meio da aplicação de questionários que criam mercados hipotéticos para os bens e serviços ambientais e assim os preços são atribuídos pelos entrevistados.

3.1 Métodos Indiretos (ou Métodos de Preferência Revelada)

3.1.1. Método do Custo de Controle

Método que considera o custo incorrido pelos usuários *a priori* para evitar a perda de qualidade ambiental. Por exemplo, custo de investimento para manter em condições satisfatórias as instalações de visitação de determinados sítios ambientais.

O custo de controle/mitigação de emissão está baseado na hipótese que o valor do dano ambiental e do dano à saúde humana gerados pela poluição pode ser aproximado – ou uma aproximação – pelos custos de controle da poluição necessário para abatimento de determinado nível desejado.

Abordagens para custo de controle:

- i. Custo de mitigação relacionado, por exemplo, a custos com reflorestamento para compensar as emissões atmosféricas de determinada atividade;

ii. Custo de regulação, exigido por exemplo por leis federais e estaduais para regulação para instalar equipamentos específicos ou medidas de redução de poluição.

Limitações: Dificuldade de se encontrarem bens substitutos perfeitos, ao se tratar de bens naturais.

Aplicação: Dano causado pela poluição em bens como áreas de plantio, degradação de corpos hídricos por poluição.

Dados necessários: Custos de abatimento ou controle.

3.1.2. Método do Custo Evitado

O método analisa situações em que o custo incorrido para se evitar um dano ambiental é adotado como forma de estimar o valor desse dano. Ou seja, não se trata de uma valoração direta do dano ambiental em si mesmo, mas do quanto se deve gastar para, dado um distúrbio ambiental, que o bem e serviço ambiental se mantenha inalterado, tanto em qualidade quanto em quantidade.

Limitações: Suas estimativas não se baseiam no valor associado a mudanças na qualidade ou quantidade do atributo ambiental, mas sim ao custo de se evitar, repor, ou restaurar um serviço ambiental danificado, medido como benefício.

Aplicação: Poluição hídrica ou atmosférica, poluição sobre a saúde populacional.

Dados necessários: Estimativa de investimentos para a prevenção da ocorrência.

3.1.3. Método do Custo de Oportunidade

Custo do uso alternativo do ativo natural consistindo em quantificar as perdas de rendimentos devido às restrições ambientais à produção e ao consumo a partir do uso da área para outro fim.

Limitações: Considera apenas os valores relacionados à exploração econômica, desconsiderando outros aspectos ambientais.

Aplicação: O método custo de oportunidade é amplamente utilizado para estimar a renda sacrificada em termos de atividades econômicas restringidas pelas atividades de proteção ambiental.

Dados necessários: Área de vegetação, localização, fauna e flora, entre outras características que possam influenciar na estimativa de valoração econômica.

3.1.4. Método de Custo de Reposição e/ou Recuperação

Este método consiste em estimar o custo de restaurar ou repor um bem e serviço ambiental danificado, objetivando restabelecer a qualidade ou quantidade do recurso inicialmente existente, isto é, antes dele ser danificado. Esse método usa o custo de reposição como uma aproximação da variação da medida de bem-estar relacionada ao bem e ao serviço ambiental.

Limitações: Considera que os danos são plenamente reversíveis e o meio pode retornar ao seu estado original sem que nenhum dano irreversível tenha sido causado pelo impacto.

Aplicação: Pode ser utilizado para avaliação de qualquer perda de bens ou serviços ambientais.

Dados necessários: Custo de reposição de recursos e serviços ambientais.

3.1.5. Método do Custo de Viagem

Esse método estima a demanda por um determinado bem ou serviço ambiental, baseando-se para isso nas atividades recreacionais que estão associadas a sua utilização. Estes custos são representados tanto pelos gastos de deslocamento das

famílias, até despesas gerais como os preparativos da viagem. A ideia central desta técnica é estabelecer a relação entre o benefício proporcionado pela viagem, compensado pelos custos gerados.

Em sua operacionalização, calcula-se a curva de demanda por visitas a sítios naturais a partir da função de gastos com viagens, restringindo a valoração às características peculiares aos locais. Isso é feito através de questionário, identificando as características socioambientais que o indivíduo atribui ao local e a sua viagem.

Limitações: Uma das desvantagens do método relaciona-se à subjetividade das informações levantadas devido à variação das respostas. Para amenizar esse problema e obter informações mais confiáveis deve-se, portanto, adicionar todos os gastos possíveis que envolvam os serviços ambientais. O tamanho da amostra é também fundamental para uma maior confiabilidade das informações. A estimativa dos custos de viagem esbarra no problema de multipropósito: indivíduos podem ter diferentes propósitos para uma mesma viagem, sendo que a divisão dos gastos teria grandes chances de não refletir o real valor dos custos de deslocamento para os sítios naturais.

Aplicação: Turismo/Recreação, danos ambientais de locais recreacionais.

Dados necessários: Entrevistas com visitantes do local a ser analisado. Custos de viagem ao local.

3.1.6. Método de Preços Hedônicos ou Preços de Propriedade

Utiliza preços de mercados de bens (principalmente imóveis) para estimar o valor das diferenças no nível dos atributos ambientais que afetam os preços.

Limitações: Requer grande quantidade de dados. Os preços da habitação podem ser viesados por aspectos como os fiscais e a avaliação dos impactos ambientais pode não ser completa, devido a externalidades que muitas vezes não afetam significativamente as propriedades afetadas.

Aplicação: Qualidade do ar, beleza cênica, benefícios culturais.

Dados necessários: Preços e características dos bens.

3.1.7. Método de Produtividade Marginal ou Produção Sacrificada

O método tem como objetivo a estimativa do valor monetário da variação dos atributos ambientais através do cálculo da redução da atividade produtiva associada afetando a qualidade destes recursos ambientais.

Muitas vezes essas estimativas são obtidas através de funções dose-resposta, que estabelecem correlações entre estatísticas e a variação em um parâmetro ambiental, que reflete a mudança na qualidade do meio (dose) e o consequente efeito sobre a variável utilizada para medir o impacto sobre a produção ou bem-estar humano (resposta).

O método pode ser também empregado para estimar valores de opção, desde que se reconheça que o dano ambiental estudado acabou afetando uma eventual atividade produtiva futura, ainda não estabelecida, mas com probabilidade significativa de ocorrer.

Limitações: Possui limitações em função da complexa mensuração de alguns danos. A dificuldade provém do fato de que muitas vezes a dinâmica ecossistêmica não é totalmente conhecida: a relação dose-resposta, por exemplo, pode representar difícil entendimento e relativa complexidade devido ao uso de variáveis pouco conhecidas.

Aplicação: Utilizado quando o bem e serviço ambiental analisado é produzido ou insumo na produção de um bem ou serviço comercializado em mercado. Danos ou impactos sobre produção pesqueira ou a atividade turística.

Dados necessários: Conhecimento da relação dose-resposta para a redução da atividade produtiva; valor de mercado dos bens e serviços atingidos.

3.2 Métodos Diretos (ou Métodos de Preferência Declarada)

Os métodos diretos (ou de preferência declarada) são realizados via aplicação de questionários, nos quais os respondentes entrevistados atribuem valores diretamente, informando quanto estão dispostos a pagar ou receber por determinado bem e serviço ambiental, considerando a criação de um mercado hipotético deste bem e serviço ambiental.

3.2.1. Método de Valoração Contingente

O método de valoração contingente procura mensurar diretamente a variação do bem-estar dos indivíduos decorrente de uma variação quantitativa ou qualitativa dos bens ambientais. Para tal, identifica quanto os indivíduos estariam dispostos a pagar para obter uma melhoria de bem-estar.

Para estimar o impacto do nível de bem-estar dos indivíduos, este método realiza uma pesquisa na qual são perguntadas aos entrevistados suas preferências em mercados hipotéticos, permitindo aos analistas estimarem diretamente demandas (funções de utilidade) para bens e serviços não negociados nos mercados. Em geral, a pesquisa extrai os valores da DAP (Disposição a Pagar) ou DAA (Disposição a Aceitar) de uma amostra de indivíduos.

Limitações: a confiabilidade dos resultados pode ser comprometida pelos diferentes vieses existentes: estratégico, hipotético, de informação, do entrevistado e do entrevistador, entre outros. O fato de se tratar de mercados hipotéticos pode fazer com que os entrevistados deem respostas adversas à realidade, por acreditarem que não sofrerão com os custos, por não se tratar do mercado real.

Aplicação: Perdas de bens ou serviços ambientais. Utilizado para valor de existência.

Dados: Requer a aplicação de pesquisa à comunidade atingida para identificar os valores da DAP ou DAA. Considerando que a pesquisa é realizada após a ocorrência do impacto ambiental, os respondentes podem superestimar os valores do *habitat* afetado.

3.2.2. Método de Análise Conjunta

O Método de Análise Conjunta considera que a utilidade gerada por determinado bem ou serviço é igual à soma das utilidades geradas pelos diferentes atributos (ou características) daquele bem ou serviço. Por meio da aplicação de um questionário, os participantes são confrontados com descrições alternativas de projetos, construídas por meio de combinações de diferentes atributos.

Duas diferenças importantes para o MVC são a de que (i) referências específicas são dadas ao respondente, que deve optar por um dos cenários, e não pela resposta direta de um valor monetário, e (ii) utiliza-se um modelo de relação de equivalência entre distintas situações, a fim de verificar como o respondente julga a indiferença entre os possíveis cenários.

Limitações: A análise de dados é, em geral, complexa.

Aplicação: Perdas de bens ou serviços ambientais. Utilizado para valor de existência.

Dados necessários: Pesquisa com os participantes.

3.3. Método de Transferência de Valor

A maioria dos métodos, em especial os de preferência declarada, é custosa e demanda tempo para sua aplicação. Portanto, é necessário em certos casos encontrar meios para que estes valores sejam “padronizados” de forma a permitir que sejam utilizados em outras situações. A transferência de benefícios ou de valores ambientais é uma

técnica na qual os resultados da avaliação monetária dos ativos naturais são aplicados em um contexto diferente daquele onde foram elaborados inicialmente.

Em geral, existem dois tipos de métodos de transferência de valor:

- a) A transferência da disposição a pagar média consiste em aplicar em um sítio, que pode ser avaliado, o valor da disposição a pagar média estimada por um estudo anterior, sendo aplicado em um sítio análogo.
- b) A transferência de função de demanda consiste em utilizar a função de demanda estimada em um sítio vizinho, substituindo os valores independentes por aqueles relativos ao sítio que se aplicam na avaliação e população envolvida. Tal método fornece um resultado melhor que o da transferência de valores médios.

Contudo, para uso dos valores médios do benefício médio ou da função de demanda, é fundamental que sejam analisados anteriormente a qualidade do estudo e as técnicas utilizadas, bem como examinadas as diferenças entre o estudo utilizado como referência e o estudo de aplicação, para reduzir possíveis vieses.

Limitações: Necessidade de adaptações.

Aplicação: Qualquer desde que estudos de comparação adequados estejam disponíveis.

Dados necessários: Resultados da aplicação de métodos de valoração ambiental com mesmas características.

4. MÉTODOS DE VALORAÇÃO – ABORDAGEM VALORAÇÃO DE DANOS AMBIENTAIS (PERÍCIA)

O principal estímulo de desenvolvimento das metodologias de dano ambiental tem sido gerado por demanda do Poder Público (órgãos ambientais, Ministério Público,

Judiciário, entre outros). Embora o esforço crescente em debater o tema, ainda não foi consagrado um método específico de valoração de dano.

Do ponto de vista jurídico, não há, por enquanto, definições sobre a valoração econômica ambiental e seus métodos, ficando a critério do especialista ou perito a seleção do método mais apropriado para cada análise (Magliano, 2013).

Segundo Magliano (2013), na perícia ambiental, atualmente, tem-se favorecido a utilização de métodos como o Método Custo de Reposição, Método de Custos Evitados e Método do Custo de Oportunidade, por serem os métodos de valoração que estimam a partir da precificação dos insumos que podem substituir o bem ou serviço afetado pela degradação.

Os procedimentos majoritariamente empregados são os métodos para estimar o componente Valor de Uso Direto – VUD e o Método do Custo de Reposição (MCR) que, individual ou conjuntamente, embasaram 94% das valorações realizadas (Magliano, 2013).

Os métodos desenvolvidos para serem aplicados em indenizações utilizam avaliações de danos e incluem fatores como pesos ou juros com caráter mais fiscalizador ou social. Utilizam em muitos casos, como base de valoração econômica, métodos de valor de uso direto.

Os métodos levantados nesta categoria estão listados abaixo:

4.1. Método CATE - Custos Ambientais Totais Esperados

O método dos Custos Ambientais Totais Esperados (CATE), desenvolvido por Ribas (1996), é entendido como sendo a renda perpétua que a sociedade estaria disposta a receber em decorrência da indenização de determinado tipo de degradação ambiental. Basicamente, o método calcula o valor presente do custo ambiental esperado em função de um determinado tipo de dano ambiental intermitente e/ou contínuo, para então calcular o dano ambiental irreversível.

Limitações: Para simplificação e determinação das perdas de bens e serviços de uso indireto, utiliza-se um fator que relaciona os impactos indiretos e diretos, sendo que o fator eleva-se quanto maior for o impacto indireto em relação à perda de bens e serviços diretos. Observa-se, entretanto, que as fórmulas matemáticas para cálculo dos custos são inconsistentes, por isso, não é recomendado sua utilização.

Ademais, o método não estabelece nenhum critério de seleção e hierarquização dos bens e serviços ambientais a serem mensurados em caso de dano e, por isso, poderá causar distorções por parte do técnico avaliador.

4.2. Método CETESB

Elaborado em 1992 (Marcelino et al.; CETESB, 1992), em atendimento à solicitação do Ministério Público Federal em apresentar um método para valorar danos a ambientes marinhos causados por descargas de petróleo e derivados, considerando volume, toxicidade e persistência de um produto vazado para um corpo hídrico; a vulnerabilidade do sistema aquático; e a mortalidade de organismos e a frequência (k) de vazamentos provocados pelo agente poluidor.

Limitações: O fator de reincidência k, ainda, aumenta indefinidamente em uma progressão geométrica, sem representar a correlação entre a dimensão do dano e o custo social do dano.

Na classificação da sensibilidade das áreas, o fator ponderado associado não apresenta uma base analítica para apoiar os valores. A recomendação que a área mais sensível afetada pelo vazamento deveria ser selecionada quando da aplicação da fórmula, superestima o dano, pois não considera o tamanho da área mais sensível afetada em relação à área global de impacto.

Aplicações: Derrame de petróleo e derivados em ambiente marinho.

Dados necessários: Tipo de ambiente atingido (conforme tabela do método), ecotoxicidade aguda da fração hidrossolúvel do produto ou ensaio de ecotoxicidade em organismos teste, registros de mortalidade de fauna e grau de persistência do produto no ambiente.

4. 3. Método Cardoso (VERD - Valor de Referência Econômica do Dano Ambiental)

Metodologia proposta por Cardoso (2013). Na metodologia VERD, a quantificação econômica do dano ambiental é a soma das variáveis tangíveis (economicamente mensuráveis.) multiplicado pela soma dos pesos às variáveis intangíveis (danos em que não há como estabelecer ou associar um valor econômico). É atribuído um valor para cada variável intangível, de acordo com a intensidade e duração do impacto.

Para cada variável intangível é atribuído um peso, em função da intensidade e duração do impacto. As variáveis intangíveis são classificadas ambiente em classes principais (físico, biótico e antrópico) e respectivas subclasses.

Limitações: É uma metodologia acessível, com fórmula matemática simples, que consideram a ponderação de atributos, contudo sem um critério mais robusto e científico. Não é feita quantificação do dano à flora e fauna, pois utiliza-se unicamente parâmetros em função da duração do impacto.

Aplicação: Impactos ambientais terrestres.

Dados: Conhecimento dos impactos ambientais associados.

4.4. Método DEPRN - Valoração do Dano para Bens Naturais com Valor de Exploração

Metodologia elaborada pelo Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais de São Paulo (DEPRN SP), em 1992. Trata-se de uma proposta de critérios

para selecionar um “fator de multiplicação” a ser aplicado sobre custos de recuperação ou de exploração (ou de mercado).

Na metodologia são utilizadas duas tabelas e uma lista de ponderação, sendo que a primeira resume a lista de ponderação para vários agravos a seis aspectos ambientais (ar, água, solo e subsolo, flora, fauna e paisagem), a somatória dos índices da lista de agravos ao serem comparados com a segunda tabela gera um fator de multiplicação para cada aspecto ambiental.

Limitações: Não esclarece como determinar o valor de opção e o valor de não uso (existência), para se alcançar o VET. O método apresentado requer que o avaliador deva em primeiro lugar conhecer os danos ambientais, com a respectiva gravidade e extensão. A tabela dos agravos e aspectos ambientais induz o avaliador a contar um mesmo agravo repetidas vezes, já que um mesmo impacto é apresentado como fator em vários agravos.

Aplicações: Impactos ambientais terrestres em geral.

Dados necessários: Conhecimento dos impactos ambientais.

4.5. Método do Fator Ambiental FAMB - Valoração do Dano para Degradação de Fator Ecológico

Este método foi proposto por Romanó (1999). Para o cálculo do valor do dano ambiental, se propõe os custos para se reconstituir o ambiente na sua forma original, contudo apenas os valores para recuperação da área, sem considerar inicialmente a importância ecológica. Ao valor total de custos é adicionado um fator de valor igual 100% de todos os custos calculados.

Limitações: O valor econômico do dano é o dobro do custo de recuperação total, não levando em conta o componente do "valor de opção" e do "valor de existência".

Dados necessários: Estimativa ou levantamento dos custos totais de reparação ou mitigação ambientais.

4.6. HEA - Análise de Equivalência de *Habitat*

Análise de Equivalência de *Habitat*, método utilizado nos Estados Unidos da América, mensura o custo de restauração e o valor dos serviços ambientais prestados pelo ambiente quando não degradado.

Limitações: Aplicação da técnica requer um conhecimento prévio do ecossistema afetado.

Aplicações: Recursos florestais, contaminação do solo, poluição hídrica.

Dados necessários: Dados de contaminação, indicador biológico, área atingida, nível de serviços fornecidos anualmente pelo ambiente.

4.7. Método VCP - Valor da Compensação Ambiental

O método VCP foi desenvolvido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). É uma proposta para valoração econômica do impacto ambiental ocasionado pelas infraestruturas de telecomunicação em Unidades de Conservação.

Aplicações: Impactos negativos em áreas de conservação.

Dados necessários: Levantamento ou estimativa de custos totais para remediação e recuperação da área afetada na unidade de conservação, e definição de quais serviços ecossistêmicos serão considerados no uso das tabelas gerais de Costanza e Groot.

4.8. Método Almeida

Proposto por Almeida (2010), onde a avaliação do dano ambiental pode ser dividida em duas parcelas: uma parcela objetiva de observação direta e outra subjetiva com índices que procuram hierarquizar o ecossistema em função dos mais diversos parâmetros possíveis.

Limitações: O somatório final da parcela de variáveis intangíveis (sem preço de mercado) eleva de forma desproporcional o resultado.

Aplicações: Impactos ambientais terrestres.

Dados necessários: levantamento ou estimativa do custo total de reparação ou mitigação ambiental.

4.9 Método Taxa de Juros Compostos Decrescentes

O método foi proposto por Correa e Souza (2013), é uma adaptação do método de custo de recuperação, utilizando igualmente duas parcelas, a primeira sendo a do custo total de reparação e a segunda a de valoração econômica do impacto sobre os bens e serviços temporários ou permanentes do *habitat*, em que é aplicada uma taxa de juros compostos decrescentes para o período necessário à recuperação da área impactada.

Limitações: Possui limitações idênticas ao método do custo de reposição, não distinguindo para o cálculo se a área é de unidade de conservação integral, de uso sustentável, área de preservação permanente ou área antropizada etc. Aplica-se uma taxa de juros compostos decrescente que depende apenas do tempo para a recuperação. Não há ainda um consenso em relação ao uso de taxa de juros decrescentes. Ademais, pode haver divergência do valor adotado como referência para a taxa de juros inicial.

Aplicação: Pode ser utilizada para avaliação de qualquer perda de bens ou serviços ambientais.

Dados necessários: Custo de reposição de recursos e serviços ambientais. Extensão da perda de bens e serviços ambientais.

4.10. Método Compensação por Volume Derramado

Kontovas *et al.* (2010) realizaram uma análise de acidentes envolvendo descarga de óleo utilizando regressões lineares, a partir de dados da *International Oil Pollution Compensation Fund* (IOPFC, 2018), associando uma análise de regressão entre o logaritmo dos custos e o volume derramado nos acidentes.

Limitações: Os dados de entrada superestimam o custo de maiores descargas e subestimam o custo de descargas extremamente menores. Apesar de oferecem valores de referência para os custos vinculados a uma descarga, as fórmulas derivadas de regressões lineares não permitem desagregar os custos em diversos níveis.

Aplicações: Acidentes com derrames de óleos pesados.

Dados necessários: Volume derramado, densidade do produto.

5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

- A primeira etapa para a garantia de uma valoração de dano bem-feita é a realização de um diagnóstico do dano ambiental robusto e validado pelas partes, de preferência, realizado de modo participativo, proporcionando o rápido início das medidas de recuperação ambiental e restauração compensatória, seguindo as melhores práticas internacionais.
- Dentre as diversas metodologias de valoração do dano ambiental, ressalta-se que não existe uma que seja apropriada para todas as situações. Em geral, recomenda-se que se avalie mais de uma metodologia, posto que cada método possui limitações, aplicações usuais e dados necessários.

6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. In: TOCCHETTO, D. (Org). Perícia Ambiental Criminal. Campinas: Millennium, 2010, p. 211-238
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14653-6. Avaliação de Bens - Parte 6: Recursos naturais e ambientais. Rio de Janeiro. 2009. 16f.
- BURSZTEJN, S. 2017. Proposta de Revisão da NBR-9648: Estudos de Concepção de Sistemas de Esgotos Sanitário Com a Inclusão da Valoração Ambiental Congresso ABES/FENASAN. 2 a 6 de outubro. São Paulo.
- CARDOSO, A. R. A. A. 2003. Degradação Ambiental e seus Valores Econômicos Associados, Porto Alegre: Sérgio Antonio Fabris Editor, 96 p.
- CORDIOLI, M.L. A. 2013. Aplicação de Diferentes Métodos de Valoração Econômica do Dano Ambiental Em Um Estudo De Caso da Perícia Criminal do Estado de Santa Catarina. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, SC. 154 p.
- CORRÊA, R.S; SOUZA, A.N..2013. Valoração de Danos Indiretos Em Perícias Ambientais. Revista Brasileira de Criminalística, Vol. 2(1), 7-15 pp.
- COSTA, D. M B. .2012. A Valoração Econômica Como Ferramenta Para Compensação de Derramamentos de Petróleo. – Dissertação Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ/COPPE). Rio de Janeiro –RJ.
- COSTANZA, R., D'ARGE, R., DE GROOT, R. FARBERLL, S., GRASSOT, M., BRUCE HANNON, B., LIMBURG, K., NAEEM, S., O'NEILL, R.V., JOSE PARUELO, J., RASKIN, R.G., SUTTON, P., VAN DEN BELT, M..1997. The Value of The World's Ecosystem Services And Natural Capital. Nature 387, 253–260.
- COTRIM, J. 2012. Modelos de Valoração Econômica de Danos Ambientais a Partir de Um Estudo de Caso. Dissertação Universidade Federal do Paraná (SENAI-PR), Curitiba.

EU. Environmental liability directive (eld). 2005.

FGV 2014. Diretrizes Empresariais para a Valoração Econômica de Serviços

Ecosistêmicos. FGV.

GALLI, F. Valoração de Danos Ambientais: Subsídio para Ação Civil. Série Divulgação e Informação, 193, Companhia Energética de São Paulo, CESP, São Paulo, 1996.

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.

IOPCF - International Oil Pollution Compensation Funds. Guidelines for presenting claims for environmental damage. 2018.

KONTOVAS, C. A., PSARAFTIS, H. N., VENTIKOS, N. P. An empirical analysis of IOPCF oil spill cost data. *Marine Pollution Bulletin* 60 (2010) 1455- 1466.

MAIA A.G. 2002. Valoração de Recursos Ambientais. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP.

MAGLIANO, M. M. 2019. Valoração Econômica de Danos Ambientais. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília -UnB. Brasília-DF

MAGLIANO, M. M. . 2013 Valoração econômica em laudos periciais de crimes contra o meio ambiente. Dissertação de Mestrado. UFSC, Florianópolis, SC. 115 p

MARCELINO, A.; HADDAD, E.; AVENTURATO, H.; CAMPOS, M. V.; SERPA, R. R. Proposta de Critério para Valoração Monetária de Danos Causados por Derrames de Petróleo ou de Seus Derivados no Ambiente Marinho; São Paulo, CETESB; 1992. 22 p.

MPE-SP 2012. Relatório Final do Grupo de Trabalho de Valoração Ambiental

MOTTA, R. S. Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais. Rio de Janeiro: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1997. 254p

NETO, G. K. Desempenho De Modelos de Valoração Econômica de Danos Ambientais Decorrentes da Contaminação do Solo: CATES, VCP, HEA, DEPRN. MPMG Jurídico, Belo Horizonte, Edição especial, p.31-37, 2011

OLIVEIRA ,R. C.. 2018. Valoração Econômica de Danos Ambientais Em Áreas Contaminadas: Estudo de Caso da Contaminação Mercurial Em Descoberto – MG Trabalho Final de Curso TCC. Universidade Federal de Juiz De Fora-(UFJF), Juiz de Fora, MG.

RIBAS, L. C. Metodologia Valoração de Danos Ambientais: O Caso Florestal. 242p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 1996.

ROMANÓ, E. N. L. Avaliação Monetária do Meio Ambiente. Caderno do Ministério Público Paraná, Curitiba, v.2, n.5, p. 143-147, jun. 1999

UNEP. 2007. Guidelines for Conducting Economic Valuation of Coastal Ecosystem Goods and Services. UNEP/GEF/SCS Technical Publication No. 8.