



CONSELHO
NACIONAL DO
MINISTÉRIO PÚBLICO

DIRETRIZES PARA
VALORAÇÃO
DE DANOS
AMBIENTAIS



Comissão do Meio Ambiente
Conselho Nacional do Ministério Público (CNMP)

DIRETRIZES PARA
VALORAÇÃO
DE DANOS
AMBIENTAIS

COORDENAÇÃO GERAL

Luciano Nunes Maia Freire

APRESENTAÇÃO

Luciano Nunes Maia Freire

COORDENAÇÃO ACADÊMICA

Luciano Furtado Loubet
Annelise Monteiro Steigleder
Aline Valéria Salvador
Gerson N. Barbosa
Meri Cristina Amaral Gonçalves
Silvia Cappelli
Sandra Akemi Shimada Kishi
Tarcila Santos Britto Gomes
Vanessa Goulart Barbosa

PREFÁCIO

Min. Mauro Luiz Campbell Marques

Brasília – 2021

EXPEDIENTE

CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO – CNMP

PRESIDENTE

Antônio Augusto Brandão de Aras

PRESIDENTE DA COMISSÃO DO MEIO AMBIENTE

Luciano Nunes Maia Freire

COMISSÃO DO MEIO AMBIENTE

Luciano Nunes Maia Freire – Coordenador
Conselheiro Nacional do Ministério Público
Presidente da Comissão do Meio Ambiente

Tarcila Santos Britto Gomes
Promotora de Justiça do Ministério Público do Estado de Goiás
Membro Auxiliar da Comissão do Meio Ambiente

Vanessa Goulart Barbosa
Promotora de Justiça do Ministério Público do Estado de Goiás
Membro Auxiliar da Comissão do Meio Ambiente

Equipe de Apoio da Comissão do Meio Ambiente

Mariana Bruxel de Vasconcelos
Karina Fleury Curado Simas Cavalcanti
Isabella Thalia Lourenço Correa

Brasil. Conselho Nacional do Ministério Público.

Diretrizes para valoração de danos ambientais / Conselho Nacional do Ministério Público. - Brasília: CNMP, 2021.

509 p.

ISBN 978-65-89260-08-0

1. Ministério Público – atuação. 2. Meio ambiente. 3. Poluição. 4. Danos ambientais. I. Título. II. Comissão do Meio Ambiente. III. Conselho Nacional do Ministério Público.

CDD – 341.413

SUMÁRIO

AUTORES	11
APRESENTAÇÃO	16
PREFÁCIO	18
CAPÍTULO I: DIRETRIZES GERAIS PARA A VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANOS AMBIEN- TAIS	29
1. Introdução	30
2. O dano ambiental e sua reparação	31
2.1. Conceito de Dano Ambiental	32
2.2. Formas de reparação do dano ambiental	36
2.3. A reparação do dano ambiental no âmbito criminal	38
3. Procedimentos para a valoração de danos ambientais	42
3.1. A importância do diagnóstico da degradação	42
3.2. A Transferência de Valores	44
3.3. Análise de Equivalência entre Habitats e Recursos	46
4. Síntese dos métodos para valoração de danos ambientais materiais	49
4.1. Abordagens teóricas a respeito da Valoração Econômica dos Recursos Ambientais (VERA)...	49
4.2. Os métodos da NBR 14653-6 da ABNT.....	59
4.2.1. Métodos diretos	60
4.2.2. Métodos indiretos	62
4.2.3. Outras abordagens metodológicas para valoração de danos ambientais.....	65
5. Considerações Finais	69
Referências Bibliográficas	70
CAPÍTULO II: VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANOS AMBIENTAIS DECORRENTES DE PO- LUIÇÃO	76
1. Introdução	77
2. Procedimentos prévios para qualificação da poluição	79
3. Métodos aplicados para a valoração do dano decorrente de poluição	84
3.1. Poluição da água	84
3.1.1. Emergia	84
3.1.2. Custo de reposição.....	88
3.1.3. Mercado de Bens Substitutos.....	90
3.2. Poluição sonora	92
3.3. Poluição atmosférica.....	94
3.3.1. Compensação das emissões de dióxido de carbono por meio de plantio de vegetação ..	94
3.3.2. Avaliação das emissões de gases pela poluição decorrente de queimada no Pantanal ..	96

3.3.3. Emergia	96
3.3.4. Custo de Controle Evitado.....	99
3.4. Poluição do solo e da água subterrânea.....	100
3.4.1. Custo de Remediação da Área Degradada.....	100
3.4.2. Análise de Equivalência de Habitat.....	105
3.5. Valoração não monetária de poluição ambiental.....	107
4. Conclusões	110
Referências Bibliográficas	111
Anexo 1 - Quesitos para investigação de poluição	115
Poluição sonora.....	115
Poluição por efluentes	115
Poluição industrial.....	115
Emissões atmosféricas.....	116
CAPÍTULO III: VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANOS AO PATRIMÔNIO CULTURAL	117
1. Introdução.....	118
2. Conceito, valores, tipologia, dimensões e particularidades do dano ao patrimônio cultural	120
2.1. Conceito.....	120
2.2. Valores recepcionados pelo patrimônio cultural e as tipologias de danos	121
2.2.1. Valores recepcionados.....	121
2.2.2. Tipologia e dimensões de danos ao patrimônio cultural.....	122
3. Elementos preliminares a serem coletados na investigação extrajudicial	124
3.1. Quesitos para apurar a responsabilidade civil.....	125
3.2. Quesitos para apurar a responsabilidade penal (crimes contra o ordenamento urbano e o patrimônio cultural)	126
4. Protocolo inicial da investigação extrajudicial e check list para a formação da prova	128
4.1. Dados necessários para a aplicação do método Custo de Reposição	129
4.2. Dados necessários para a aplicação do método CONDEPHAAT.....	130
5. Métodos aplicados para a valoração do dano ao patrimônio cultural	130
5.1. Método Custo de Reposição	131
5.1.1. Tabela de aplicação do método custo de reposição	133
5.2. Método CONDEPHAAT	133
5.2.1. Tabela de aplicação do critério CONDEPHAAT.....	137
5.3. Critério utilizando como parâmetro o Decreto Federal nº 6.514/2008 (que regulamenta a Lei nº 9.605/98 – Lei de Crimes Ambientais).....	138
5.3.1. Tabelas de referência do critério utilizando como parâmetro o Decreto Federal nº 6.514/2008	139
5.4. Outras possibilidades.....	139
6. Conclusão.....	140
7. Glossário	142
Referências bibliográficas	149
Apêndice	152

Apenso.....	152
CAPITULO IV: VALORAÇÃO DE DANOS AMBIENTAIS À FLORA	153
1. Introdução.....	155
2. O dano ambiental	156
2.1. Conceito jurídico	156
2.2. O dano ambiental à vegetação nativa	158
3. Serviços Ecossistêmicos e premissas da valoração do dano ambiental	158
4. Os Biomas brasileiros	160
4.1. Bioma Cerrado	161
4.1.1. Informações gerais	161
4.1.2. A vegetação.....	162
4.1.3. Ameaças ao bioma	162
4.1.4. O desmatamento no cerrado, emissões e compromissos internacionais no combate a mudanças climáticas	163
4.1.5. Experiência de valoração monetária dos danos ambientais no Cerrado	163
4.2. Bioma Mata Atlântica	164
4.3. Bioma Pampa.....	175
4.3.1. Corte de vegetação nativa arbórea e queimada da área.....	177
4.3.1.1. Estimativa econômica associada à degradação ambiental.....	178
4.3.1.1.1. Corte de Vegetação Nativa.....	178
4.3.1.1.2. Serviços Ecossistêmicos da Vegetação Nativa.....	178
4.3.1.1.3. Queimada.....	178
4.3.1.1.4. Total.....	179
4.3.1.2. Medidas reparatórias e compensatórias.....	179
4.3.2. Supressão de vegetação nativa campestre para conversão de uso do solo (lavouras e silvicultura).....	179
4.3.2.1. Estimativa econômica associada à degradação ambiental.....	180
4.3.2.1.1. Serviços Ecossistêmicos da Vegetação Nativa.....	180
4.3.2.1.2. Produção Agrícola em Área Irregular (Mais Valia).....	180
4.3.2.1.3. Total.....	180
4.3.2.2. Medidas reparatórias e compensatórias.....	180
4.3.3. Queimada de campos nativos como manejo para criação de gado.....	181
4.4. Bioma Pantanal	183
4.4.1. Experiência de valoração monetária dos danos ambientais no Pantanal	185
4.5. Bioma Caatinga	186
4.5.1. Práticas de conservação, recuperação e manejo adequado - sugestão para reparação de danos ambientais na Caatinga	188
4.5.1.1. Práticas conservacionistas de caráter mecânico	188
4.5.1.2. Práticas conservacionistas de caráter vegetativo	189
4.5.1.3. Práticas conservacionistas de caráter hidroambiental	189
4.5.1.4. Técnicas associadas ao manejo e a conservação do solo e água	189

4.6. Bioma Amazônico.....	190
4.6.1. Extensão territorial e cobertura	190
4.6.2. Biodiversidade amazônica	191
4.6.3. Desmatamento.....	191
4.6.4. Efeitos de Incêndios no Bioma Amazônico	193
4.6.5. Acordos internacionais de proteção da biodiversidade amazônica	194
4.6.6. Experiência de valoração monetária dos danos ambientais na Amazônia	194
5. Restauração e recuperação do dano ambiental à flora (reparação in situ).....	195
5.1. Considerações importantes acerca da degradação/alteração e restauração/recuperação ambiental	195
5.1.1. Finalidade da restauração/recuperação.....	201
5.2. Processos sucessionais e regeneração da vegetação nativa.....	202
5.3. Métodos de restauração/recuperação: passiva, assistida ou ativa	203
6. Cenários ambientais de referência – definições e conceituações.....	204
7. Elementos preliminares para investigação extrajudicial - checklist pós-evento.....	207
8. A importância da Quesitação – Danos contra a Flora.....	212
8.1. Quesitos Periciais – Responsabilidade Civil – Danos contra a Flora	212
8.1.1. Sugestão de quesitação.....	212
8.2. Quesitos Periciais – Responsabilidade Penal – Danos contra a Flora - Lei nº 9.605/98	227
8.2.1. Sugestão de quesitação	228
9. Métodos da Valoração Econômica e subsídios da Economia à Valoração de Danos	239
9.1. Noções gerais	239
9.1.1. Dos métodos utilizados.....	240
9.1.2. Da equivalência de nomenclatura dos métodos.....	244
9.1.3. Considerações adicionais	245
9.2. Componentes e Premissas da Valoração do Dano à Flora.....	246
9.2.1. Valoração do Dano à Flora: Primeiro componente	246
9.2.2. Valoração do Dano à Flora: Segundo Componente	247
9.2.3. Valoração do Dano à Flora: Terceiro Componente	250
9.2.4. Considerações finais	250
9.3. Taxa de Desconto, sob a ótica ambiental	250
10. Conclusão.....	251
Referências Bibliográficas	252
CAPÍTULO V: A VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANOS À FAUNA SILVESTRE	274
1. Introdução.....	275
2. Da valoração de danos.....	276
3. Dos métodos utilizados para valoração	277
4. Da equivalência de nomenclatura dos métodos	281
5. Nota Técnica do Ministério Público do Mato Grosso do Sul: valoração de dano ambiental, sobre fauna silvestre	283
5.1. Custos de reabilitação e destinação da fauna silvestre.....	284

5.2. Custos de reposição da fauna silvestre	285
6. Valoração econômica de danos ambientais, coletânea da Central de Apoio Técnico - CEAT do Ministério Público de Minas Gerais	285
7. Valoração de danos à avifauna: a contribuição do Ministério Público de São Paulo.....	286
8. A aplicação da Emergia em valoração de danos à fauna silvestre.....	287
9. Valoração de danos decorrentes da pesca clandestina.....	289
10. Valoração de danos em matéria de meio ambiente e patrimônio cultural roteiros para vistoria expedita e perícia multidisciplinar em procedimentos do Ministério Público Federal.....	291
11. Considerações Finais	292
Referência bibliográfica.....	293
CAPÍTULO VI: VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANOS AMBIENTAIS DECORRENTES DE LOTEAMENTOS IRREGULARES	295
1. Introdução.....	296
2. Conceito e efeitos da implantação de loteamentos irregulares	299
3. Reparação integral dos danos ambientais em loteamentos irregulares	300
4. Avaliação dos danos ambientais em loteamentos irregulares: aplicação prática.....	303
4.1. Método da produtividade marginal.....	311
4.2. Método do custo de reposição.....	312
4.3. Método do custo de controle/evitado.....	313
4.4. Método do custo de oportunidade.....	313
4.5. Método do preço hedônico	314
4.6. Método da avaliação contingente	315
4.7. Método do custo ambiental total esperado	315
4.8. Tabelas de preço de funções ecossistêmicas	316
5. Sugestões de quesitos para apurar a responsabilidade civil.....	317
6. Considerações finais	319
Referências	320
CAPÍTULO VII: VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANOS AMBIENTAIS DECORRENTES DE MINERAÇÃO	325
1. Apresentação	327
1.1. Objetivo, justificativa e procedimento do trabalho.....	327
1.2. Experiência do Ministério Público em valoração do dano ambiental.....	328
2. O dano Ambiental em Mineração.....	329
2.1. Conceito Jurídico	330
2.2. Importância do conceito para se valorar.....	331
3. Valoração econômica ambiental	335
3.1. Fundamentos da valoração econômica ambiental	336
3.2. Métodos da valoração econômica: classificação e equivalências	341
3.3. Etapas e Procedimentos na Valoração Econômica	344

3.3.1. Procedimentos condutores de valoração financeira ou econômica	346
3.3.1.1. Transferência de valor (de benefício e/ou de custo)	346
3.3.1.2. Análise de Habitat Equivalência	347
3.4. Valoração de danos ambientais: métodos e experiência internacional	350
3.4.1. O valor do meio ambiente	352
3.4.2. Análise de Equivalência de Valor (AEV)	353
3.4.3. Transferência de valores	355
3.4.4. Análise de Equivalência de Habitat (AEH) ou Recurso (AER)	356
3.4.5. Taxa de desconto social	360
3.4.6. Comentários finais	361
4. O que valorar?	363
4.1. Impactos da mineração	364
4.2. A mineração e os serviços ecossistêmicos	364
4.3. Indicação de métodos da valoração por impactos da mineração	370
5. Protocolos de medidas diante de um dano ambiental na mineração	375
5.1. Coleta de dados e informações (ou check list inicial)	376
5.2. Quesitos do que se deve solicitar a quem vai valorar	377
5.3. Valoração realizada interna ou externamente ao MP brasileiro	378
5.4. Experiência de valoração de dano ambiental: Resumo Analítico do Estudo de Perdas e Danos de Juruti Velho (PA)	382
6. Controle de riscos para se evitar danos na mineração	393
6.1. Definição do risco	393
6.2. Teorias do risco: cultural e analítica	395
6.3. Gestão de riscos: políticas, diretrizes e normas conforme CGU e TCU	398
6.4. Controle de risco: o risco evitado	403
Referências	412
Apêndices	420
Anexos	477

CAPÍTULO I

DIRETRIZES GERAIS PARA A VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANOS AMBIENTAIS

Annelise Monteiro Steigleder¹

Sandra Kishi²

Luciano Furtado Loubet³

Romana Coêlho de Arajo⁴

José Guilherme Roquette⁵

1. Introdução

- 1.1. O dano ambiental e sua reparação
- 1.2. Conceito de Dano Ambiental
- 1.3. Formas de reparação do dano ambiental

2. A reparação do dano ambiental no âmbito criminal

- 2.1. Procedimentos para a valoração de danos ambientais
- 2.2. A importância do diagnóstico da degradação
- 2.3. A Transferência de Valores

3. Análise de Equivalência entre Habitats e Recursos

- 3.1. Síntese dos métodos para valoração econômica de danos ambientais materiais
- 3.2. Abordagens teóricas a respeito da Valoração Econômica dos Recursos Ambientais (VERA)
 - 3.2.1. Os métodos da NBR 14653-6 da ABNT
 - 3.2.2. Métodos diretos. A) Método da produtividade marginal. B) Método de mercado de bens substitutos. C) Método dos preços hedônicos. D) Método do Custo de Viagem. E) Avaliação contingente
 - 3.2.3. Métodos indiretos. A) Custo de reposição/ recuperação do bem. B) Custos de Relocalização. C) Custos de controle evitados. D) Custo de Oportunidade da conservação

4. Outras abordagens metodológicas para valoração de danos ambientais. A) Método Função Dose-Resposta. B) Método CONDEPHAAT. C) Método do custo ambiental total esperado (CATE). D) Método do Valor da Compensação Pecuniária (VCP). E) Tabelas de preço de funções ecossistêmicas. F) Método Emergético

5. Considerações Finais

Referências bibliográficas

- 1 Promotora de Justiça do Estado do Rio Grande do Sul. Mestre em Direito pela Universidade Federal do Paraná. Doutora em Planejamento Urbano e Regional PROPUR/UFRGS.
- 2 Procuradora da República. Procuradora Regional da República, Mestra em Direito na UNIMEP (Univ. Metodista de Piracicaba) e Vice-presidente da ABRAMPA
- 3 Promotor de Justiça do Estado do Mato Grosso do Sul. Mestre e Doutorando pela Universidade de Alicante – Espanha.
- 4 Assessora econômica 6ª CCR/MPF. Servidora do MPU. Economista. Mestre em Gestão Econômica do Meio Ambiente (UnB). Bacharel em Direito (CEUB).
- 5 Engenheiro Florestal e Analista do Ministério Público do Mato Grosso. Especialista em Economia e Meio Ambiente pelo Departamento de Economia e Extensão, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

1. INTRODUÇÃO

As diretrizes apresentadas neste trabalho decorrem dos esforços da Comissão de Meio Ambiente do Conselho Nacional do Ministério Público⁶ e tem por finalidade apresentar uma síntese do estágio atual dos métodos adotados pelo Ministério Público brasileiro e outros órgãos públicos para a valoração dos danos ambientais materiais, com vistas ao estabelecimento de medidas compensatórias e de indenizações por danos irreversíveis, na sua totalidade ou no que se refere a específicos elementos e serviços ecossistêmicos que existiam antes da ocorrência do dano⁷.

A temática da valoração econômica do dano ambiental é um grande desafio, uma vez que traz discussões filosóficas, acadêmicas e práticas sobre a precificação dos componentes do meio ambiente e dos atributos da qualidade de vida que são, na maioria das vezes, inestimáveis por não estarem inseridos em um mercado. No entanto, apesar das dificuldades, o assunto precisa ser enfrentado porque a efetividade do direito fundamental ao ambiente ecologicamente equilibrado exige uma solução para a reparação de danos materiais que não possam ser objeto de uma restauração ou recuperação específica.

Assim, justifica-se o presente trabalho pela percepção da necessidade de aproximação entre as áreas técnica e jurídica, permitindo, com isso, uma melhor compreensão dos métodos disponíveis no âmbito da Economia do Ambiente e da Economia Ecológica para valoração econômica dos danos, no contexto da exigência de reparação do dano, presente tanto no âmbito da responsabilidade civil ambiental, prevista no art. 14 da Lei Federal nº 6938/81 (Lei da Política Nacional do Meio Ambiente), como no âmbito do direito penal ambiental, por conta do disposto nos arts. 19 e 20 da Lei nº 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais e Infrações Administrativas).

Não se pretende com este documento normatizar os métodos de valoração econômica dos danos ambientais, mas, apresentar diretrizes gerais para a atuação em casos práticos que exijam a valoração de danos aos componentes do meio ambiente e do patrimônio cultural e, em especial, para a orientação das equipes técnicas a respeito dos métodos de valoração e de suas possibilidades de aplicação.

Reconhece-se que, à falta de uma legislação que incorpore métodos específicos de valoração econômica de recursos ambientais, o arbitramento do valor do dano ambiental material seguirá representando uma possibilidade pragmática, adotada tanto pelos membros do Ministério Público, quando da assinatura de Termos de Ajustamento de Conduta, como pelos juízes, no momento da prolação da sentença, com amparo em princípios jurídicos da proporcionalidade e da razoabilidade. Além disso, o arbitramento é a solução para a definição de indenização por dano moral coletivo, em decorrência do conteúdo jurídico deste dano, que expressa um juízo de reprovação social pela lesão a valores imateriais associados aos bens ambientais e à qualidade de vida.

Porém, a Economia do Ambiente e a Economia Ecológica oferecem alternativas consistentes ao arbitramento, que têm a vantagem de reduzir a subjetividade das

6 A respeito, ver: <https://www.cnmp.mp.br/portal/todas-as-noticias/13333-comissao-do-meio-ambiente-do-cnmp-discute-valoracao-do-dano-ambiental>, acesso em 04 mai. 2021.

7 Neste sentido, colacionam-se Ministério Público do Mato Grosso do Sul. *Nota Técnica: Orientações para Valoração de Dano Ambiental em procedimentos do Ministério Público de Mato Grosso do Sul*, março de 2018; Ministério Público do Mato Grosso. *Valoração do Dano Ambiental*. Disponível em <https://pjeaou.mpmt.mp.br/valoracao-do-dano-ambiental/>, acesso em 16 fev. 2021; Ministério Público Federal. 4^a. Câmara de Coordenação e Revisão. *Valoração de Danos em matéria de meio ambiente e de patrimônio cultural. Roteiros para vistoria expedita e perícia multidisciplinar em procedimentos do Ministério Público Federal*. Disponível em http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/publicacoes/roteiros-da-4a-cr/copy2_of_14_006_dia_mundial_do_meio_ambiente_2_Livreto_ONLINE_CCR4_101.pdf, acesso em 16 fev. 2021; Ministério Público de São Paulo. *Relatório final do Grupo de Trabalho de Valoração do Dano Ambiental*. ATO PGJ 45/2012) 27/09/2012 a 14/09/2014. Parte do texto destas Diretrizes foi retirada destes documentos mencionados, com a devida autorização dos autores.

decisões individuais e de permitir a generalização de critérios para casos semelhantes, o que contribui para a função de desestímulo que deve ser concretizada pela tríplice responsabilização ambiental.

2. O DANO AMBIENTAL E SUA REPARAÇÃO

A valoração econômica de danos materiais insere-se no amplo contexto da reparação de danos ambientais, principal objetivo da responsabilidade civil a que se refere o art. 225, caput, e §3º, da Constituição Federal de 1988, e o art. 14, §1º, da Lei Federal nº 6938/81 (Política Nacional do Meio Ambiente). Não obstante, por força dos arts. 19⁸ e 20⁹ da Lei nº 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais e Infrações Administrativas), que, respectivamente, exigem a valoração do dano para cálculo de multa e de fiança e para que o juiz, na sentença penal condenatória, estabeleça o valor mínimo devido pela vítima ou pelo meio ambiente, a valoração do dano ambiental também é necessária no âmbito da responsabilidade penal.

Este trabalho parte do pressuposto, assente na jurisprudência do Superior Tribunal de Justiça e na doutrina, de que a responsabilidade civil ambiental é regida pelo **princípio da reparação integral do dano**, demandando que sejam efetuados esforços para a restauração/recuperação da área degradada como a primeira opção que se apresenta no sistema jurídico (STEIGLEDER, 2017; SENDIM, 1998; MELO, 2008; LEITE, 2000), cumulativamente com a compensação ecológica pelos danos não suscetíveis de reparação *in situ* e com a indenização pelas parcelas irreversíveis do dano (danos residuais e interinos¹⁰). Nesse sentido, colaciona-se o seguinte precedente, de relatoria do Min. Herman Benjamin:

PROCESSUAL CIVIL. AÇÃO CIVIL PÚBLICA. DANO AMBIENTAL. POSSIBILIDADE DE CUMULAÇÃO DE OBRIGAÇÃO DE FAZER (REPARAÇÃO DA ÁREA DEGRADADA) E DE PAGAR QUANTIA CERTA (INDENIZAÇÃO).

1. A jurisprudência do STJ está firmada no sentido de que a necessidade de reparação integral da lesão causada ao meio ambiente permite a cumulação de obrigações de fazer e indenizar;
2. Com efeito, a cumulação de obrigação de fazer, não fazer e pagar não configura *bis in idem*, porquanto a indenização não é para o dano especificamente já reparado, mas para os seus efeitos remanescentes, reflexos ou transitórios, com destaque para a privação temporária da fruição do bem de uso comum do povo, até sua efetiva e completa recomposição, assim como o retorno ao patrimônio público dos benefícios econômicos ilegalmente auferidos;
3. Agravo Interno não provido¹¹.

Assim, confirmada a responsabilidade pela prática de um dano ambiental, impõe-se a sua reparação integral, que deve ser a mais abrangente possível de acordo com o grau de desenvolvimento da ciência e da técnica, levando-se em conta os fatores da singularidade dos bens ambientais atingidos, da impossibilidade de se quantificar o preço da vida, e, sobretudo, que a responsabilidade ambiental deve ter um sentido

8 Art. 19. 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.

Parágrafo único. A perícia produzida no inquérito civil ou no juízo cível poderá ser aproveitada no processo penal, instaurando-se o contraditório.

9 Art. 20. A sentença penal condenatória, sempre que possível, fixará o valor mínimo para reparação dos danos causados pela infração, considerando os prejuízos sofridos pelo ofendido ou pelo meio ambiente.

Parágrafo único. Transitada em julgado a sentença condenatória, a execução poderá efetuar-se pelo valor fixado nos termos do *caput*, sem prejuízo da liquidação para apuração do dano efetivamente sofrido.

10 Sobre o cabimento de danos ambientais interinos, ver: Superior Tribunal de Justiça, AREsp 1677537/RS, Rel. Min. Francisco Falcão, 2ª. Turma, j. em 27 out. 2020.

11 Superior Tribunal de Justiça, AgInt no REsp 1770219/MG, Rel. Min. Herman Benjamin, 2ª. Turma, j. em 23 mai. 2019.

pedagógico e dissuasório tanto para o poluidor como para a própria sociedade, de forma que todos possam aprender a respeitar o meio ambiente (STEIGLEDER, 2011).

Nestas Diretrizes, o enfoque é a valoração econômica para a finalidade de se definirem compensações ecológicas proporcionais ao dano causado e para cálculo da indenização pecuniária, que se apresenta como uma alternativa sempre subsidiária à restauração e à recuperação. Para melhor compreensão destes aspectos, passa-se a apresentar o conceito de dano ambiental e as formas de reparação contempladas no sistema jurídico brasileiro.

2.1. Conceito de Dano Ambiental

Para a melhor compreensão das abordagens metodológicas propostas nos capítulos subsequentes, cumpre, inicialmente, especificar o que se entende por dano ambiental, que é definido por Leite (2000, p. 100):

“como toda degradação do meio ambiente, incluindo os aspectos naturais, culturais e artificiais que permitem e condicionam a vida, visto como bem unitário imaterial coletivo e indivisível, e dos bens ambientais e seus elementos corpóreos e incorpóreos específicos que o compõem, caracterizadora da violação do direito difuso e fundamental de todos à sadia qualidade de vida em um ambiente são e ecologicamente equilibrado.”

O dano ambiental é multidimensional e ostenta um caráter evolutivo, que absorve as demandas oriundas da realidade fática. Desde o advento da Lei Federal nº 6938/81 (Lei da Política Nacional do Meio Ambiente), cujo art. 3º, incisos II e III, apresentaram, respectivamente, os conceitos de **degradação** e de **poluição**, novas facetas da lesividade ambiental foram explicitadas pela legislação, pela doutrina e pela jurisprudência, a partir do reconhecimento de que há valores associados aos bens ambientais e culturais, que são atingidos quando da ocorrência de impactos negativos intoleráveis.

Nesse sentido, merece referência o Decreto Federal nº 4339/2002, que regulamenta a Política Nacional da Biodiversidade e que prevê, em seu Anexo, que:

“2. A Política Nacional da Biodiversidade reger-se-á pelos seguintes princípios: (...)

XIV – o valor de uso da biodiversidade é determinado pelos valores culturais e inclui valor de uso direto e indireto, de opção de uso futuro e, ainda, valor intrínseco, incluindo os valores ecológicos, genético, social, econômico, científico, educacional, cultural, recreativo e estético”.

Esta norma confere suporte jurídico para a valoração econômica dos danos e para suas múltiplas facetas, porquanto o esforço da valoração consiste em expressar, em termos pecuniários, a lesão aos valores de uso direto e indireto, de opção de uso futuro e, ainda, o valor intrínseco. Estas dimensões constam da fórmula VERA (Valor Econômico do Recurso Ambiental), adotada pela NBR 14.653-6, da ABNT, que consiste no “somatório de valores de uso e de existência (não uso) de um recurso ambiental”.

Os **serviços ecossistêmicos** são uma expressão do valor ecológico do meio ambiente e podem ser atingidos pelas diversas formas de poluição e de degradação. São definidos pelo art. 2º, inciso II, da Lei Federal nº 14.119/2021, que instituiu a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, como “os benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais”.

O dano ambiental pode atingir diversos benefícios que eram prestados pelo ecossistema lesado e que demandam identificação com vistas à subsequente

reparação na forma específica e/ou mediante compensação e indenização. Os serviços ecossistêmicos reconhecidos pela Lei nº 14.119/2021, em seu art. 2º, inciso II, são os seguintes:

- a) **serviços de provisão:** os que fornecem bens ou produtos ambientais utilizados pelo ser humano para consumo ou comercialização, tais como água, alimentos, madeira, fibras e extratos, entre outros;
- b) **serviços de suporte:** os que mantêm a perenidade da vida na Terra, tais como a ciclagem de nutrientes, a decomposição de resíduos, a produção, a manutenção ou a renovação da fertilidade do solo, a polinização, a dispersão de sementes, o controle de populações de potenciais pragas e de vetores potenciais de doenças humanas, a proteção contra a radiação solar ultravioleta e a manutenção da biodiversidade e do patrimônio genético;
- c) **serviços de regulação:** os que concorrem para a manutenção da estabilidade dos processos ecossistêmicos, tais como o sequestro de carbono, a purificação do ar, a moderação de eventos climáticos extremos, a manutenção do equilíbrio do ciclo hidrológico, a minimização de enchentes e secas e o controle dos processos críticos de erosão e de deslizamento de encostas;
- d) **serviços culturais:** os que constituem benefícios não materiais providos pelos ecossistemas, por meio da recreação, do turismo, da identidade cultural, de experiências espirituais e estéticas e do desenvolvimento intelectual, entre outros;

Um desmatamento, por exemplo, pode implicar a perda ou a diminuição dos benefícios ecossistêmicos associados à prestação de serviços de provisão (redução dos níveis de produtos e subprodutos florestais), de suporte (prejuízos à ciclagem de nutrientes, redução de abrigo para fauna, eliminação da dispersão de frutos e sementes etc.) e de regulação (redução de sumidouros de gases do efeito estufa, alteração do balanço de energia na Terra, causando um **dano climático**, entre e outros), sem prejuízo de também configurar, a depender do caso concreto, lesão a serviços culturais (como no caso de desmatamentos em locais sagrados para populações indígenas).

A categoria do dano climático apresenta-se como uma nova faceta do dano ambiental, tornada explícita com o advento da Lei Federal nº 12.187/2009 (Política Nacional Sobre Mudança do Clima), a partir do reconhecimento do clima estável como bem jurídico, nos termos como este conceito foi elaborado por Benjamin (2020). Por sua vez, Sarlet (2020) e Wedy *et al.*, (2020) apontam para um direito fundamental ao clima estável, o que representa uma abordagem evolutiva em relação ao direito fundamental ao ambiente ecologicamente equilibrado, expresso no art. 225, caput, da CF/88, no sentido de que se tutela não apenas o conjunto de elementos bióticos e abióticos do meio ambiente, mas as bases estruturais que possibilitam a vida no Planeta Terra.

Kokke (2019) afirma que o dano climático pode ser reconhecido juridicamente diante dos seguintes requisitos: a) ocorrência de atividades que se configurem como fontes causais de emissão de gases efeito estufa; b) enquadramento das emissões como poluição ambiental, por gerarem a “emissão ilícita de energia ou material que contribua negativamente para com o equilíbrio climático”; c) ilegalidade nas emissões ou intervenções. Vislumbra-se a ocorrência de danos climáticos associados a hipóteses de poluição do ar, de queimadas e de desmatamentos.

A perda ou a diminuição da qualidade ambiental e a afetação negativa dos serviços ecossistêmicos integram a **dimensão material** do dano reparável e explicitam a importância de o conteúdo do dano ambiental ser dissecado, observando-se os impactos negativos impostos aos seus diversos componentes, a curto, médio e longo prazos. Estes danos materiais ainda compreendem os **danos interinos**,

também denominados de **lucros cessantes ambientais, e os danos residuais**. Estas categorias de danos materiais coexistem com a **dimensão moral coletiva**, ou extrapatrimonial, e com a **dimensão social**, que também devem ser indenizadas quando caracterizados os seus pressupostos.

Os **danos interinos** são danos que correspondem ao período durante o qual o ecossistema e a população ficaram e ainda permanecerão privados de fruir plenamente dos serviços ecossistêmicos que eram prestados antes da produção do dano. E os **danos residuais** são os danos que remanescem mesmo após as intervenções efetuadas para restauração da área. Um exemplo de dano residual ocorre com a contaminação do solo por hidrocarbonetos: ainda que sejam efetuadas medidas para remediação, conforme o uso pretendido e o atendimento dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 420/09, remanescerá uma determinada concentração de poluentes que não existia antes da contaminação.

Além disto, é reconhecida também a exigência da “**mais-valia ambiental**” qual seja, tudo aquilo que quem causou o dano ganhou ilicitamente com sua ocorrência, para evitar-se enriquecimento ilícito, na esteira do entendimento do Superior Tribunal de Justiça abaixo mencionada.

A jurisprudência do Superior Tribunal de Justiça é firme no sentido de reconhecer estas múltiplas dimensões do dano ambiental, cumulando-se¹² os pedidos de reparação *in situ* com compensação pelo “período em que foram desrespeitadas as normas ambientais”¹³ e com a indenização pelo lucro obtido ilicitamente. Dentre os precedentes paradigmáticos, merece referência um caso julgado em 2012, relatado pelo Ministro Herman Benjamin, cuja ementa é transcrita abaixo:

“(....) 8. A responsabilidade civil ambiental deve ser compreendida o mais amplamente possível, de modo que a condenação a recuperar a área prejudicada não exclua o dever de indenizar - juízos retrospectivo e prospectivo.

9. A cumulação de obrigação de fazer, não fazer e pagar não configura *bis in idem*, porquanto a indenização, em vez de considerar lesão específica já ecologicamente restaurada ou a ser restaurada, põe o foco em parcela do dano que, embora causada pelo mesmo comportamento pretérito do agente, apresenta efeitos deletérios de cunho futuro, irreparável ou intangível.

10. Essa degradação transitória, remanescente ou reflexa do meio ambiente inclui: a) o prejuízo ecológico que medeia, temporalmente, o instante da ação ou omissão danosa e o pleno restabelecimento ou recomposição da biota, vale dizer, o hiato passadiço de deterioração, total ou parcial, na fruição do bem de uso comum do povo (= dano interino ou intermediário), algo frequente na hipótese, por exemplo, em que o comando judicial, restritivamente, se satisfaz com a exclusiva regeneração natural e a perder de vista da flora ilegalmente suprimida, b) a ruína ambiental que subsista ou perdure, não obstante todos os esforços de restauração (= dano residual ou permanente), e c) o dano moral coletivo. Também deve ser reembolsado ao patrimônio público e à coletividade o proveito econômico do agente com a atividade ou empreendimento degradador, a mais-valia ecológica ilícita que auferiu (por exemplo, madeira ou minério retirados irregularmente da área degradada ou benefício com seu uso espúrio para fim agrossilvopastoril, turístico, comercial)¹⁴.

12 A possibilidade expressa de cumulação de pedidos de imposição de obrigações de fazer, não fazer e de indenização por danos irreversíveis, em ação civil pública, foi afirmada pelo Ministro Teori Zavaski (REsp 605.323/MG, Rel. Ministro José Delgado, Rel. p/ Acórdão Ministro Teori Albino Zavascki, Primeira Turma, DJ 17.10.2005).

13 STF, AREsp 1677537/RS, Rel. Ministro Francisco Falcão, 2ª. Turma, julgado em 27/10/2020, DJe 17/11/2020. O acórdão ainda colaciona com o mesmo entendimento os seguintes precedentes: STJ, AgInt no REsp 1.196.027/RS, Rel. Min. Gurgel de Faria, 1ª Turma, DJe de 27/03/2017; REsp 1.255.127/MG, Rel. Herman Benjamin, 2ª. Turma, DJe de 12/09/2016.

14 STJ, REsp 1198727/MG, Rel. Min. Herman Benjamin, 2ª. Turma, julgado em 14/08/2012, DJe 09/05/2013.

Este acordão explicita os elementos que devem ser objeto da valoração econômica, considerando as dimensões do dano e a relevância do tempo necessário à restauração. Os elementos do dano são os seguintes:

- o prejuízo ecológico que medeia, temporalmente, o instante da ação ou omissão danosa e o pleno restabelecimento ou recomposição da biota, vale dizer, o hiato passadiço de deterioração, total ou parcial, na fruição do bem de uso comum do povo (= *dano interino ou intermediário*);
- a ruína ambiental que subsista ou perdure, não obstante todos os esforços de restauração (= *dano residual ou permanente*);
- *dano moral coletivo ou dano extrapatrimonial*;
- o *proveito econômico* do agente com a atividade ou empreendimento degradador, denominada *mais-valia ecológica ilícita*, que deve ser reembolsado ao patrimônio público e à coletividade.

Os **danos morais coletivos, ou extrapatrimoniais**, atingem os bens imateriais, carregados de valores identitários e simbólicos comungados pelo imaginário social. Conforme esclarece o Ministro Humberto Martins, do STJ, “o sentimento profundo de repulsa social ao ato de dano ambiental é a força motriz do dano moral coletivo”. Trata-se de um dano *in re ipsa*, que “prescinde da comprovação de dor, de sofrimento e de abalo psicológico, suscetíveis de apreciação na esfera do indivíduo, mas inaplicável aos interesses difusos e coletivos”¹⁵. Esse dano é, via de regra, objeto de arbitramento, pois trata-se de um dano jurídico, que expressa a lesão a interesses imateriais, identificados com a proteção da dignidade da pessoa humana e do valor de existência dos bens ambientais. (STEIGLEDER *et al.*, 2008).

Os **danos sociais**, embora não explicitados no acordão acima mencionado, também devem ser reparados, a partir do reconhecimento de que os bens ambientais são o suporte material para a fruição de direitos fundamentais titularizados por grupos sociais e para a concretização, em âmbito coletivo, do princípio da dignidade da pessoa humana¹⁶. Consistem em danos materiais que atingem a oportunidade de a coletividade utilizar os bens ambientais e culturais para fins econômicos, recreativos, turísticos, científicos etc. Repercutem sobre o valor de uso, direto ou indireto e coletivo, dos bens ambientais.

Um exemplo de dano social seria a hipótese de contaminação de um rio, de que também decorresse a mortandade de peixes. Além de prejuízos econômicos impostos aos pescadores, se o rio ainda fosse utilizado para fins turísticos e recreativos, os respectivos grupos atingidos sofreriam perdas financeiras pela impossibilidade de utilização dos bens e serviços ambientais lesados (STEIGLEDER, 2017).

Outros exemplos de danos sociais são os danos relacionados ao deslocamento forçado em virtude da implantação de projetos de desenvolvimento, tais como a instalação de projetos minerários e de hidrelétricas e, mais recentemente, os casos ocorridos no Estado de Minas Gerais de rompimento das barragens da Samarco¹⁷ e da Vale do Rio Doce, localizadas, respectivamente, em Mariana e em Brumadinho.

O conceito de dano ambiental também ostenta uma dimensão futura para o efeito de permitir a imposição de medidas inibitórias e voltadas ao impedimento da repetição de ilícitos, assim como para exigir o permanente controle dos riscos e o *compliance*

15 STJ, REsp 1.410.698/MG, Rel. Ministro Humberto Martins, 2ª. Turma, DJe 30/6/2015.

16 Conforme Friede e Aragão, “o dano social pode ser definido como aquele que é ocasionado por uma conduta (comissiva ou omissiva) socialmente reprovável, antijurídica ou não, praticada pelo Estado ou por particular (pessoa física ou jurídica), cuja consequência é a diminuição da qualidade de vida da sociedade ou de determinado grupo social. Cabe destacar, nesta definição, que a causa de o dano poder ser uma conduta socialmente reprovável, antijurídica ou não” (FRIEDE, Reis; ARAGÃO, Luciano. Dos danos sociais. *Revista da ESMEC*, v. 23, n. 29, p. 13-44, 2016. Disponível em: http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/documentacao_e_divulgacao/doc_biblioteca/bibli_servicos_produtos/bibli_informativo/bibli_inf_2006/Rev-ESMESC_29.01.pdf, acesso em 27 de abr. 2021.

17 A respeito, ver a ação civil pública ajuizada pelo Ministério Público Federal, que postula indenização por danos sociais ambientais, sem prejuízo da reparação de danos materiais e danos morais coletivos. Disponível em <http://www.mpf.mp.br/mg/sala-de-imprensa/docs/acp-samarco>, acesso em 16 fev. 2021.

(CARVALHO, 2008). Esta faceta preventiva da responsabilidade civil ambiental considera os riscos evitáveis e intoleráveis, reputados riscos abusivos (SILVEIRA, 2014), em consonância com os princípios da precaução, da prevenção e do controle do risco, consagrados no artigo 225, §1º, V e VII, da Constituição Federal de 1988, para a finalidade de exigir o máximo de internalização dos custos com a prevenção do dano pelo usuário dos recursos naturais, seguindo a própria lógica do pagamento por serviços ambientais e dos ajustes para a captura necessária das externalidades. Ainda, justifica a opção pelo método dos custos de controle evitados, presente na NBR 14.653-6 da ABNT, nas hipóteses de danos ambientais que tenham resultado da omissão quanto à adoção de providências que teriam impedido a ocorrência do dano, como se verifica nos casos de poluição sonora, atmosférica e hídrica.

A assimilação do futuro pela responsabilidade civil ambiental implica a adoção de uma série de medidas jurídicas preventivas do dano, que incluem a definição de metas de não-uso ou o de banimento de técnicas, métodos ou substâncias proibidas, não recomendadas, ou que estejam relacionadas a riscos ambientais ou socioambientais inaceitáveis no âmbito do Ministério Público do Trabalho e do Ministério Público Federal, a exigibilidade de seguros-caução ou seguros-garantia¹⁸ e a obrigatoriedade de implantação de programas de *compliance* e de automonitoramento¹⁹, independentemente do que é exigido no âmbito do licenciamento ambiental. Alguns exemplos práticos destacados são as ações civis públicas ajuizadas pelo Ministério Público Federal diante da ruptura da barragem de rejeitos da empresa Samarco, na cidade de Mariana, e pelo Ministério Público do Estado de Minas Gerais, em relação à ruptura da barragem de rejeitos da empresa Vale do Rio Doce, localizada em Brumadinho, em que foram formulados pedidos diretamente relacionados a falhas no controle de riscos ambientais e geotécnicos estruturais no monitoramento e controle de riscos de segurança das barragens²⁰.

No tocante aos diagnósticos de riscos e de não *compliance* empresarial, o Tribunal de Contas da União afirmou, em acórdãos e recomendações sobre as diretrizes e medidas de integridade, que uma sustentável governança corporativa deve adotar: diagnóstico e avaliação dos riscos; políticas de natureza preventiva; avaliação quanto à adequação e à economicidade dos sistemas de controle interno que possam influenciar sobre o controle dos riscos (item 1.8.2, TC-019.582/2014-5, Acórdão nº 4.856/2015-1^a Câmara TCU, DOU de 4.9.2015, p. 69).

2.2. Formas de reparação do dano ambiental

As escolhas a respeito da forma mais adequada para a reparação do dano ambiental (restauração, recuperação, compensação e/ou indenização) são informadas por critérios técnicos e jurídicos e dependem das peculiaridades de cada tipo de dano ambiental. Virtualmente, as tipologias dos danos são amplíssimas, pois o dano representa a lesão a interesses juridicamente protegidos e, à medida em que novos bens jurídicos e novos interesses são reconhecidos pelo Direito, novas categorias de danos ambientais podem ser afirmadas (DE CUPIS, 1975).

18 O assunto remete ao necessário controle de riscos e necessários modelos de seguros ambientais, na linha de seguros-caução, seguros de lucros cessantes, seguros para riscos *non-owned disposal site coverage* (para danos de outrem, como por exemplo, assunção de passivos ambientais de áreas contaminadas), dentre outros. O aprofundamento do tema consta de POLIDO, Walter Antonio. *Contrato de seguro: a efetividade do seguro ambiental na composição de danos que afetam direitos difusos*. Disponível em: <https://www.ibds.com.br/artigos/contrato-de-seguro-ambiental-publicacao.pdf>. Acesso em 27 fev. 2021.

19 No contexto da Sociedade de riscos, assume especial relevância o controle de riscos e a frente pioneira inaugurada pelo Ministério Público, em juízo, na busca da responsabilidade objetiva anticorrupção ou por não *compliance*, na seara administrativa inclusive por inação da autoridade competente. Assim foi feito nas principais ações ajuizadas diante do desastre de Brumadinho.

20 No caso de Brumadinho, o Ministério Público optou por ajuizar a ação, buscando a aplicação das sanções previstas no art. 6º da Lei 12.846/2013 (Lei Anticorrupção), por omissões no controle do risco, ou seja, por não prevenirem os riscos perceptíveis no monitoramento de segurança de barragens.

Ademais, o conceito de meio ambiente, adotado pelo art. 3º, inciso I, da Lei Federal nº 6938/81, é amplo e abarca o ambiente natural, urbano, cultural e do trabalho, de tal forma a permitir sejam os danos urbanísticos e os danos ao patrimônio cultural qualificados como danos ambientais *lato sensu* (PRADO *et al.*, 1992).

Nos termos do art. 2º, incisos XIII e XIV, da Lei Federal nº 9985/2000 (Sistema Nacional das Unidades de Conservação), tem-se os seguintes conceitos de **recuperação** e de **restauração**, que se apresentam como objetivos fundamentais da responsabilidade civil, voltada que é, idealmente, ao retorno ao *status quo ante*:

Art. 2º (...)

XIII – recuperação: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada; que pode ser diferente de sua condição original;

XIV – restauração: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível de sua condição original.

No entanto, quando a restauração *in situ* se apresentar tecnicamente inviável ou desproporcional, é preciso encontrar outras alternativas em termos de recuperação, de compensação e de indenização dos danos materiais irreversíveis, observando-se que a indenização é a última alternativa, justamente pelas dificuldades envolvidas em atribuir um valor econômico a bens dotados de um valor ético, insuscetível de captura pelo sistema de preços (STEIGLEDER, 2017).

A compensação ecológica, conforme Sendim (1998, p. 187), consiste na substituição da recuperação ou restauração natural de uma área degradada por outra medida funcionalmente equivalente, “de modo que o patrimônio natural no seu todo permaneça quantitativa e qualitativamente inalterado”. Para Freitas (2009, p. 136), a compensação ecológica é uma forma de assegurar a tutela específica do dano ambiental. Assevera que a expressão “resultado prático equivalente”, presente no art. 84 do Código de Defesa do Consumidor, enquadra-se na noção de tutela específica, contrapondo-se à tutela genérica que é a conversão em perdas e danos. A compensação ecológica teria, portanto, precedência em relação à opção pela indenização pecuniária. Nessa perspectiva, a Orientação Técnico- Jurídica nº 001/2008, do Ministério Público de Goiás assevera que:

“Quando houver a impossibilidade de restauração natural do dano, poderá haver a compensação ambiental por equivalente ecológico, em que o objetivo seja a recuperação da capacidade funcional do ecossistema lesado (art. 3º, Lei Federal nº 7347/85). Na aplicação das medidas compensatórias, há de se observar a seguinte ordem de prioridade:

I – Substituição por equivalente *in situ*;

II – Substituição por equivalente em outro local; e

III – Medida compensatória patrimonial/indenização pecuniária”.

Por fim, a indenização consiste no pagamento em pecúnia pelos danos materiais considerados irreversíveis (total ou parcialmente) e insuscetíveis de serem compensados na forma específica (FREITAS, 2009). O quadro abaixo, oriundo do Relatório do Grupo de Trabalho de Valoração de Danos Ambientais do Ministério Público de São Paulo (MPSP, 2012), sintetiza os conceitos adotados nestas Diretrizes e explicita o lugar da indenização pecuniária dentre as alternativas para a reparação dos danos ambientais:

Quadro 1 – Formas de reparação do dano ambiental

Tecnicamente recuperáveis e/ou restauráveis Total ou parcialmente	Restauração
	Recuperação
	Compensação (prioritariamente, se possível, por equivalência, ou por meio de compensação ecológica alternativa: danos intercorrentes)
	Na impossibilidade das opções anteriores de compensação: precificação (valor monetário) dos danos intercorrentes
Tecnicamente irrecuperáveis e/ou irrestauráveis	Compensação (prioritariamente, se possível, por equivalência, ou por meio de compensação ecológica alternativa)
	Na impossibilidade das opções anteriores de compensação: precificação (valor monetário)

Fonte: Ministério Público de São Paulo

Ressalta-se que a forma de reparação dos danos ambientais pode ser cumulativa, sendo que a adoção de uma das modalidades, não exclui a possibilidade da adoção de outras, até que se alcance a reparação integral dos danos ambientais. O valor da indenização pecuniária pode ser destinado para medidas compensatórias de conteúdo socioambiental (PINHO, 2010), ou para o Fundo de Recuperação de Bens Lesados a que se refere o art. 13 da Lei Federal nº 7347/85 (Lei da Ação Civil Pública).

A reparação dos danos ambientais demanda uma série de procedimentos técnicos prévios, que sejam capazes de levantar os diversos impactos negativos impostos sobre os componentes do meio ambiente, sobre seus serviços ecossistêmicos e sobre o patrimônio cultural, dentre os quais se assinalam as perícias técnicas, as vistorias e as coletas de amostras. A partir deste conjunto de informações técnicas, será possível definir a possibilidade de restauração ou recuperação de determinados elementos atingidos, as alternativas para a compensação ecológica e os critérios para a indenização pecuniária, diferenciando-se as parcelas do dano que serão objeto de restauração daquelas que serão objeto de compensação ou de indenização.

2.3. A reparação do dano ambiental no âmbito criminal

O sistema de proteção ambiental implementado no Brasil, especialmente após a Constituição Federal de 1988, implica na incidência que pode chegar a uma tríplice responsabilidade: Civil, Penal e Administrativa.

Tal situação está evidenciada no artigo 225, § 3º, quando determina que as condutas e atividades lesivas sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, às sanções penais, administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

Desta forma, além da aplicação de penalidades – seja no âmbito administrativo, seja no âmbito penal – sempre deverá se buscar a reparação dos danos ambientais causados.

Alinhando-se com esta diretriz, reconhece-se ao Direito Penal Ambiental algumas características próprias que possui ou deveria possuir para uma maior proteção a este bem jurídico.

É de reconhecimento na doutrina que o Direito Penal é a *ultima ratio* e que deve buscar tutelar especialmente aqueles bens jurídicos mais relevantes do tecido social e, no caso do meio ambiente, foi a própria Constituição Federal que elevou tal bem à necessidade da proteção pela via mais repressiva do nosso sistema jurídico, conforme o artigo acima já mencionado.

Não se pode desconsiderar, também, as várias críticas da doutrina a respeito da função meramente simbólica do Direito Penal Ambiental, uma vez que as penas são, em sua maioria, muito baixas o que o torna muitas vezes ineficientes (GOMES *et al.*, 2011).

Por outro lado, para que o Direito Penal Ambiental atinja sua finalidade, não restam dúvidas que deverá levar em conta os princípios e especificidade desta matéria, sendo que, conforme já apontado em outros pontos deste trabalho, uma delas é a questão da prevenção.

Portanto, em tese e em uma situação ideal, os tipos penais ambientais devem buscar uma configuração preventiva, prévia à ocorrência do dano, preferindo-se a figura dos crimes de perigo, seja abstrato, seja concreto.

De outro norte, não se pode deixar de reconhecer que a questão ambiental denota-se, por várias vezes, extremamente complexa, sendo uma característica muito forte deste ramo do conhecimento a interdisciplinaridade.

Por esta razão – dada a impossibilidade da norma penal, em seu tipo, prever todas as circunstâncias, características e completude dos ilícitos ambientais – outra característica muito presente no Direito Penal Ambiental é justamente a figura dos tipos penais em branco e a intensa conexão com as normas administrativas.

Veja-se que é impossível prever no tipo penal todas as circunstâncias e complexidades das questões ambientais, razão pela qual os crimes devem ser abertos para que possam ser complementados pelas normas administrativas.

Por fim, no que diz respeito ao objeto deste trabalho – a questão do dano ambiental e sua valoração – há a terceira característica marcante do Direito Penal Ambiental: a finalidade da reparação do dano.

Nos termos do que foi apontado, prioritariamente, a finalidade maior é a proteção ambiental e que se evite o dano, já que, uma vez ocorrido é de difícil (e muitas vezes impossível) reparação. Mas, ocorrendo o dano, impõe-se a reparação integral do mesmo.

Por este motivo, a Lei de Crimes Ambientais – Lei Federal nº 9.605/98 – além de trazer os principais crimes ambientais, infrações administrativas, normas processuais, traz vários dispositivos em que busca a reparação do dano, dando a característica ao Direito Penal Ambiental como Direito Penal Reparador.

Neste sentido a lição de Alex Fernandes Santiago (2015, p. 349):

“A conclusão é de que nada servirá um Direito Penal que pretenda proteger o meio ambiente e não se ocupe da reparação do dano ambiental. A reparação é essencial, imanente a qualquer discussão sobre meio ambiente. Primeiro prevenção e, em seu fracasso, imediatamente buscar a reparação. De que servirão sanções como a pena privativa de liberdade para aqueles que desmatam a floresta amazônica, por exemplo, se também não lhes é exigida a recomposição do ambiente danificado?”

Seja na fase inquisitória ou já no curso do processo, esta Lei deixa evidente a simbiose entre a instrução civil e a penal, determinando que a perícia produzida no inquérito civil ou no juízo cível poderá ser aproveitada no processo penal, instaurando-se o contraditório (art. 20, parágrafo único).

Justamente por isto é importante que o titular da investigação cível tenha em mente, também, a possibilidade de a instrução servir para a caracterização do crime ambiental, razão pela qual, nestas diretrizes, foram elaborados quesitos ligados aos tipos penais respectivos.

A despeito de não estar expresso, resta evidente que o contrário também é verdadeiro – a prova pericial produzida na ação penal, também poderá servir para o juízo cível – nos termos do artigo 372, do Código de Processo Civil, podendo, inclusive, servir para instruir ação que não tenham as mesmas partes (STJ, EREsp 617.428, 2014).

Portanto, tendo em vista que as responsabilidades penal e cível possuem requisitos diferentes, pode ser de extrema valia uma perícia produzida no âmbito penal – especialmente, no momento da investigação criminal - para instruir eventual ação civil pública futura, inclusive, contra partes diferentes (por exemplo, na hipótese de um empregado que cometeu crime ambiental sem que a pessoa jurídica tenha incidido também em crime).

Focando-se no objetivo maior deste trabalho: a valoração do dano ambiental, impõe-se verificar que o mesmo artigo 19 da Lei de Crimes Ambientais já determina que a “perícia de constatação do dano ambiental, sempre que possível, fixará o montante do prejuízo causado para efeitos da prestação de fiança e cálculo da multa”.

Veja-se que a fixação do montante do dano é expressa na Lei, ficando evidente a importância que estas diretrizes estabelecidas agora pelo o CNMP, as quais podem servir para embasar a perícia prevista no artigo mencionado.

É de se ressaltar que tal perícia assume uma relevância muito maior do que meramente servir de parâmetro para a fiança e cálculo da multa. Há inúmeros outros dispositivos nesta Lei que exigem a reparação do dano e, conforme já apontado anteriormente, seguindo-se o entendimento firmado pelo Superior Tribunal de Justiça, esta reparação deve ser o mais abrangente possível, impondo-se não só a restituição do bem ambiental ao seu estado anterior – quando possível – mas também a indenização dos danos não reparáveis, sejam eles interinos, mais-valia, residuais e/ou morais.

Tal situação é expressa no artigo 20 quando determina que a sentença penal condenatória, sempre que possível, fixará o valor mínimo para reparação dos danos causados pela infração, considerando os prejuízos sofridos pelo ofendido ou pelo meio ambiente, sendo certo que a mesma, posteriormente, poderá ser executada no juízo cível, nos termos do artigo 515, VI, do CPC, a qual, nos casos de interesses difusos, poderá ser executada pelo Ministério Público (NETO *et al*, 2011, p. 95).

Deve-se observar que, uma das penas possíveis dos crimes ambientais é a prestação pecuniária (art. 8º, IV), sendo que ela “consiste no pagamento de dinheiro à vítima ou à entidade pública ou privada com fim social, não inferior a um salário mínimo, nem superior a trezentos e sessenta”, montante este que será deduzido de eventual reparação cível a que for condenado o infrator (art. 12).

Além disto, prevê em seu parágrafo único que estando transitada em julgado, poderá ser executada por este valor, sem prejuízo de liquidação para apuração do dano ambiental efetivamente sofrido.

O legislador agiu com acerto, já que muitas vezes durante a investigação e instrução criminal não é possível chegar-se a toda a dimensão do dano, impondo-se, contudo, um esforço inicial das autoridades competentes para, ao menos, buscar-se um valor mínimo e inicial para os danos ocorridos.

Também de extrema importância que este pedido de indenização esteja já na denúncia, para que possa ser objeto de contraditório durante a instrução processual e apreciação na sentença.

Mas a principal característica deste Direito Penal Ambiental “Reparador” é encontrada nos dispositivos que possuem ligação com os instrumentos alternativos à restrição da liberdade, iniciando-se pelo direito à Suspensão Condicional da Pena que, segundo o artigo 17, exige que a reparação para efeitos do artigo 78, § 2º, do Código Penal, deve ser feita mediante laudo de reparação do dano ambiental e as condições impostas pelo juiz deverão relacionar-se com a proteção ambiental.

Veja-se, conforme já apontado, servindo-se esta afirmação para este caso e para os demais adiante explanados, quando tratar-se de laudo ou comprovação de reparação do dano ambiental, deve esta reparação estar em consonância com o entendimento já externado do STJ, no sentido de indenização cumulativa com a reparação *in natura*.

Portanto, neste laudo, impõe-se que seja apreciada a questão da restituição do bem ao seu estado anterior, mas, também, a indenização da parte não recuperável, a qual poderá seguir os métodos descritos nestas diretrizes – sem prejuízo de outras possíveis formas ou métodos de valoração.

Veja-se que neste momento é de importância a perícia prevista no artigo 19, uma vez que embora ele “não mencione, esta fixação do montante do prejuízo no laudo pericial pode servir também de parâmetro para a ‘prévia composição do dano ambiental’, que é requisito indispensável para o cabimento da transação penal nos delitos ambientais de menor potencial ofensivo (art. 27)” (GOMES et al, p. 2011, p. 81). Mas não só, servirá, também, para os demais instrumentos de Direito Penal negociado.

Por isso, os instrumentos alternativos à pena, seja a suspensão condicional do processo – para a qual exige-se para a declaração de extinção da punibilidade “laudo de constatação de reparação do dano ambiental, ressalvada a impossibilidade” (art. 28, I) – permitindo-se, inclusive, a prorrogação do prazo pelo período máximo acrescido de um ano (II) ou a transação penal para os delitos de menor potencial ofensivo, mediante exigência prévia de composição do dano ambiental, salvo em caso de comprovada impossibilidade, devem prever a reparação integral do dano, nela incluída a indenização ambiental.

Observe-se a presença obrigatória do representante do Ministério Público na negociação desta composição, uma vez que a regra é que a vítima, nestes casos, é toda a sociedade (FREITAS, 2005).

Por último, não há previsão expressa na Lei de Crimes Ambientais sobre a questão do ANPP – Acordo de Não Persecução Penal, regido pelo artigo 28-A, do CPP, até porque, este instrumento é posterior a ela. Mas, também neste caso, não resta dúvida que a reparação do dano ambiental é imperiosa, até porque é uma exigência prevista no inciso I deste artigo.

Veja-se que, neste caso, segundo ensinamento de Marcos Paulo Souza Miranda (2020), impõe-se para a realização do ANPP um laudo de constatação de reparação do dano ambiental:

“A primeira questão de relevo que se coloca é que a exigência de reparação do dano, em se tratando de crimes contra o meio ambiente, sempre será cláusula obrigatória e indeclinável em todo e qualquer acordo de não persecução penal, devendo o artigo 28-A, I, do CPP ser aplicado em conjugação com os preceitos insertos nos arts. 27 e 28 da Lei nº 9.605/98, que exigem a composição do dano cível ambiental como requisito essencial para a aplicação das medidas despenalizadoras envolvendo crimes ambientais. A ausência de tal previsão deverá impor a recusa da homologação do acordo quando da

análise pelo Poder Judiciário, por ausência dos requisitos legalmente exigíveis (artigo 28-A, § 7º)

Na mesma toada, a interpretação sistêmica das regras do artigo 28-A do CPP com aquelas previstas na Lei nº 9.605/98 impõe que a declaração da extinção da punibilidade do agente beneficiado pelo ANPP que cometeu crime ambiental sempre dependerá de laudo de constatação de reparação do dano ambiental, ressalvada a impossibilidade de fazê-lo (artigo 28 da Lei de Crimes Ambientais)”.

Resta evidenciada, assim, a importância da conexão entre a tutela penal do meio ambiente e a reparação integral do dano ambiental, em especial, com a exigência de indenização ambiental nos casos cabíveis.

3. PROCEDIMENTOS PARA A VALORAÇÃO DE DANOS AMBIENTAIS

3.1. A importância do diagnóstico da degradação

A valoração econômica dos danos ambientais depende da obtenção do máximo de informações possíveis sobre a gravidade dos danos causados, o que envolve conhecer o estado do meio ambiente antes da degradação e quais os serviços ecossistêmicos que o recurso ambiental lesado proporcionava, com vistas à identificação do **valor de uso direto e do valor de uso indireto**.

A premissa básica para a avaliação monetária dos danos ambientais é que estes eventos ocorreram e foram quantificados e qualificados. Assim, preliminarmente, faz-se necessária a avaliação dos impactos ambientais negativos, considerando as alterações em suas propriedades físicas, químicas e biológicas, causadas por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas.

A partir da caracterização quali-quantitativa dos danos ambientais, a definição do objetivo e dos limites da valoração monetária poderá ser descrita com clareza, sobretudo quando comparado com ecossistemas de referência, conservados ou preservados. Ressalta-se que, quanto maior o número de parâmetros avaliados, maior a disponibilidade de dados para caracterização dos danos ambientais e a possibilidade de seleção dos métodos mais adequados para o caso em análise. Neste sentido, protocolos para coleta de dados, contendo a descrição dos métodos e materiais a serem analisados em diferentes casos, podem ser utilizados como referência para a avaliação dos danos ambientais, dentre os quais se colaciona o Manual de Mineração Ilegal de Ouro na Amazônia: Marcos Jurídicos e Questões Controversas da 4ª. CCR/MPF, 2020²¹ e o Relatório do Grupo de Trabalho sobre Valoração Ambiental do Ministério Público de São Paulo²².

Acrescenta-se que, em face das múltiplas tipologias de danos ambientais, a avaliação poderá depender de equipe multidisciplinar, vistoria expedita, instrumentos específicos, coleta de material e análise laboratoriais, tecnologia de sensoriamento remoto, entre outros, para que um maior número de parâmetros possa ser avaliado. Ainda, deve-se avaliar os custos das análises, logística e tempo de resposta para definição dos procedimentos a serem adotados para avaliação dos impactos ambientais. Além disso, os setores responsáveis pela avaliação dos impactos ambientais devem ser estruturados e capacitados para a coleta de informações que permitirão a valoração monetária dos danos ambientais.

21 Disponível em: 09-19-Manual-de-Atuacao-Mineraacao-Ilegal-1-4.pdf. Acesso em 1 mar. 2021.

22 Relatório Final do Grupo de Trabalho para Valoração de Danos Ambientais. Ministério Público de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/Relatorio%20Final%20-%20GT%20Valora%C3%A7%C3%A3o%20de%20Danos%20Ambientais%202012.doc, acesso em 03 de mai. 2021

A avaliação dos danos ambientais deve, portanto, ser precedida de análises de parâmetros quantitativos estimados, direta ou indiretamente, a fim de calcular as perdas ambientais, que podem ser expressas em medidas de concentração, área, volume, vazão, entre outros. Os materiais e métodos a serem adotados para estimativa das alterações do meio ambiente devem ser descritos clara e objetivamente. Além disso, o conhecimento da dinâmica ecológica dos bens e serviços ambientais que foram perdidos deve ser explorado para caracterização dos danos ambientais e descrição do cenário de antes e depois do impacto ambiental negativo, bem como das suas implicações para reparação *in situ* (verificação da possibilidade técnica de recuperação/restauração ambiental) e cálculo dos lucros cessantes ambientais.

No que tange às dimensões do dano ambiental, os métodos de avaliação monetária podem ser utilizados para o cálculo dos danos materiais e imateriais. Os danos materiais devem, necessariamente, serem mensurados a partir de parâmetros físicos, químicos ou biológicos. De outro modo, os danos imateriais, por estarem relacionados às questões morais, culturais, altruísticas, existenciais etc., imprimem algum grau de subjetividade em sua avaliação, de modo que tendem a ser arbitrados judicialmente ou pelo membro do Ministério Público quando da assinatura de um Termo de Ajustamento de Conduta, muito embora pudessem ser objeto de valoração contingente²³.

Dessa forma, a avaliação técnica por profissionais legalmente habilitados, via de regra, é necessária quando se pretende avaliar danos ambientais materiais, enquanto a avaliação dos danos ambientais imateriais pode se valer de critérios associados com premissas inerentes à nossa sociedade, tal como o grau de proteção legal da área afetada (se área de preservação permanente, reserva legal, unidade de conservação, terra indígena, área passível de uso alternativo etc.), o apelo dado à degradação de espécies ameaçadas, a poluição de fontes de abastecimento público de água, a destruição de patrimônios históricos, entre outros critérios.

A escolha do método, ainda, deve considerar as hipóteses que o método assume, ou seja, quais os componentes do valor dos recursos naturais que o método proposto busca captar dentre os valores de uso direto e indireto (materiais) e valores de não uso (imateriais). Dessa forma, a valoração monetária pode se valer de um ou mais métodos para contabilizar todos os valores dos recursos naturais danificados, a fim de que a indenização se configure para a reparação integral dos danos ambientais. Ressalta-se ainda, que fórmulas da matemática financeira podem ser associadas aos métodos de valoração para incorporar horizontes temporais e taxas de juros para o período desde a degradação até o retorno do meio ambiente *ao status quo ante*, a fim de calcular os danos interinos (lucros cessantes ambientais) ou a indisponibilidade perpétua dos bens e serviços ambientais perdidos, se for o caso.

A fim de reunir as informações essenciais à escolha dos métodos de valoração, o membro do Ministério Público, no contexto do inquérito civil, deve, ainda que necessite de apoio técnico, nortear a perícia de dimensionamento do dano ambiental (ARAUJO, 2003), formulando **quesitos** claros e objetivos, com vistas a apurar, dentre outros aspectos²⁴ (MPF):

- a) identificação da substância causadora do dano (suas características, volume, quantidade);
- b) duração da liberação/derramamento/deposição;

²³ O método da valoração contingente consta do item 3.2.1, E.

²⁴ Para um guia a respeito dos procedimentos prévios para a avaliação de diversas tipologias de danos ambientais, ver: Ministério Público Federal. 4ª. Câmara de Coordenação e Revisão. *Valoração de Danos em matéria de meio ambiente e de patrimônio cultural*. Roteiros para vistoria expedita e perícia multidisciplinar em procedimentos do Ministério Público Federal. Disponível em http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/publicacoes/roteiros-da-4a-ccr/copy2_of_14_006_dia_mundial_do_meio_ambiente_2_Livreto_ONLINE_CCR4_101.pdf, acesso em 16 fev. 2021.

- c) data e localização do dano, com descrição das condições de tempo, da extensão geográfica do dano
- d) identificação da gravidade do dano, descrevendo-se as consequências lesivas em todos os componentes do meio ambiente (água, solo, vegetação, ar etc.), bem como sobre **os usos e serviços ambientais** que cada um desses componentes proporcionava ou poderia proporcionar tanto ao ser humano como ao próprio ecossistema (valores de uso e de não uso);
- e) a reversibilidade ou não do dano, com indicação das providências necessárias à sua eventual reparação;
- f) quais as providências que poderiam ter sido adotadas para evitar o dano;
- g) a abrangência de pessoas afetadas;
- h) a relevância jurídica do dano, em virtude do regime de proteção legal que incide sobre o bem lesado (desmatamento de área de preservação permanente ou mata atlântica, destruição de um bem tombado, morte de animal ameaçado de extinção etc.).
- i) Identificação do estado anterior do ambiente lesado, examinando-se áreas contíguas, analisando-se inventários etc.
- j) Identificação dos custos públicos que o órgão ambiental teve para minimizar os danos.
- k) Identificação dos impactos na sociedade (atividades agrícolas, comércio, recreação, pesca, turismo, uso público de praias, parques etc.), Araújo (2003, p.71).

Conforme mencionado acima, é conveniente que a perícia seja realizada por técnicos habilitados, preferencialmente com formação interdisciplinar, cuidando-se da quantidade e da qualidade das amostras, a fim de evitar futuras discussões sobre a própria existência do dano e do nexo de causalidade. A perícia deverá estimar as providências necessárias à restauração do dano, orçando os custos hipotéticos da elaboração e execução do projeto (custos de restauração), incluindo-se o monitoramento futuro do local, mesmo que a forma de reparação desse dano não venha a ser através de restauração *in situ*. Também é importante que se identifiquem os custos que foram evitados pelo poluidor, tais como custos de licenciamento, custos de tratamento de efluentes, gerenciamento de resíduos, controle da poluição atmosférica e dos ruídos, porquanto estas informações são relevantes para a utilização de alguns métodos de valoração econômica previstos na NBR 14.653-6 da ABNT.

3.2. A Transferência de Valores

Quando não for possível a realização desses procedimentos, ou quando inexistirem diagnósticos prévios ambientais e socioambientais da área afetada pelo dano, uma estratégia possível e que vem sendo adotada pelo Ministério Público Federal é o recurso à analogia com outros casos de danos ambientais paradigmáticos, nacionais e internacionais, denominada de **Transferência de Valores (TV)**.

Saldarriaga e Patiño esclarecem que a TV é uma técnica inserida no Método de Transferência de Benefícios, que consiste na transferência do valor monetário de um bem ambiental (denominado sítio de estudo) a outro bem ambiental (denominado sítio de intervenção), em que se busca aferir a Disposição a Pagar (DAP) dos usuários dos bens ou serviços ambientais por meio de uma análise comparativa (SALDARRIAGA, 2016). Na TV, adapta-se uma medida de bem-estar de um único estudo ou de uma média estatística de um conjunto de estudos, para valoração do sítio de intervenção²⁵.

²⁵ Conforme será aprofundado no capítulo de mineração, com amparo na contribuição de Ronaldo Seroa da Motta, integrante do Grupo de Trabalho de Mineração, procedimentos de TV podem ser divididas em três tipos: Ajuste Unitário, Função de Transferência e Função Meta-Analítica.

A validade dos estudos de transferência de valores depende da qualidade do conjunto de estudos existentes e das semelhanças entre o sítio de estudo e o sítio de intervenção. Por isso, os mesmos autores apontam para a necessidade de percorrer os seguintes procedimentos:

1. Identificar o recurso ou serviço que será objeto da valoração e caracterizar a natureza do incremento ou da redução da oferta ambiental. É recomendável enumerar os diversos benefícios econômicos do bem ou serviço e estabelecer o seu nível de oferta nos dois lugares que serão comparados.
2. Identificar os potenciais estudos que serão relevantes para a comparação por meio de pesquisa bibliográfica.
3. Avaliar a aplicabilidade dos estudos existentes mediante a revisão dos critérios e métodos utilizados para valoração dos bens e serviços no sítio de estudo. Para a análise, é preciso utilizar estudos de boa qualidade, baseado em dados empíricos confiáveis. Ainda, é necessário que a natureza dos recursos ou serviços avaliados sejam semelhantes entre os dois lugares, no que diz respeito aos seguintes aspectos:
 - a. População beneficiada pelo recurso ou serviço;
 - b. Sítios substitutos;
 - c. Área geográfica;
 - d. Características sociodemográficas (idade, renda, educação);
 - e. Qualidade dos recursos e serviços ambientais;
 - f. Características do mercado, isto é, da população beneficiada pela existência do recurso e da variação na disponibilidade de substitutos no caso de recursos recreativos;
 - g. A designação de direitos de propriedade sobre os bens e serviços deve ser semelhante entre os dois lugares, com o propósito de se utilizar a mesma medida de bem-estar (por exemplo, disponibilidade em aceitar ou disponibilidade de pagar).

Agrega-se que a averiguação das características físicas e geográficas dos lugares que serão comparados deve considerar os serviços ecossistêmicos que os patrimônios ambientais proporcionam, assim como os usos tangíveis e não tangíveis do sítio de estudo e do sítio de intervenção.

É importante apontar para a existência de diferentes características entre os lugares que são comparados, que influenciam as estimativas de valor obtidas por meio da aplicação de métodos de valoração. A utilização de meta-análise²⁶ às transferências de benefícios não elimina essas diferenças. Por isso, a única maneira rigorosa de agrupar e padronizar esses dados em meta-análise para transferência de benefícios é ter claro e explícito os métodos de valoração econômica em cada uma das aplicações originais que estão incluídas na meta-análise. Ela é, portanto, um procedimento condutor que permite a geração de um valor monetário dentro de um determinado intervalo de valores mínimo e máximo. Não se pode esquecer (ou esconder) que a transferência de benefícios se refere ao processo de aplicação de resultados de avaliação, funções, dados ou modelos derivados em um local ou contexto (local de estudo efetivo) para estimar valores econômicos dos serviços ecossistêmicos em um contexto alternativo ou localização (local de necessária estimativa).

²⁶ Meta-análise é a análise estatística de resultados de diferentes estudos individuais, com o objetivo de integrá-los, combinando e resumindo seus resultados. Sua importância se dá por reduzir - não significa eliminar -, por exemplo, o desvio padrão e o intervalo de confiança, tornando o resultado estatisticamente mais confiável, além de possibilitar a inclusão de futuros estudos que venham a ser publicados (isto é, uma meta-análise cumulativa). Apesar da segurança que a meta-análise transmite às revisões sistemáticas, para que ela seja aplicável, os dados precisam ser agrupáveis e padronizados, para então serem integrados. Caso contrário, a não observação desses requisitos pode gerar dados não confiáveis.

É evidente que “análise estatística de resultados de diferentes estudos individuais” não elimina a imprescindível verificação de **como** (ou seja, por meio de qual método de valoração) os valores foram obtidos nos diferentes estudos de diferentes locais de estudos efetivos. Se isso não for realizado, alguém vai juntar um valor estimado pelo, por exemplo, Método de Valoração Contingente em um determinado estudo com o valor estimado pelo Método do Custo de Recuperação em um outro determinado estudo.

Dessa forma, é preciso cautela na aplicação dessas técnicas, em particular para valor unitário e função de transferência, garantindo que as características do serviço ou recurso ambiental, do impacto ambiental e das consequências ecológicas, sociais e econômicas dos danos estimados numa situação sejam muito próximas daquelas para a qual se quer transferir tais estimativas de valores.

Um exemplo prático da aplicação deste procedimento é a ação civil pública ajuizada em 2016 pelo Ministério Público Federal para a reparação dos danos causados pelo rompimento da barragem de Fundão, em Mariana (MG), tendo como um dos fundamentos para o pedido de reparação preliminar uma analogia jurídica com o paradigmático caso do desastre de plataforma de petróleo da *Bristish Petroleum*, estimado em R\$ 155 bilhões²⁷. Sustentou-se que uma análise comparativa poderia ser realizada a partir dos gastos já reconhecidos pela empresa para custeio da reparação preliminar dos danos provocados pelo desastre da *Deepwater Horizon*, ocorrido no Golfo do México em 2010. Comparou-se, por exemplo, que o vazamento de cerca de 4,9 milhões de barris de óleo, com impactos diretamente de 180.000 km² de águas marinhas e morte de 11 pessoas, foram menores que os impactos em Mariana, com 19 mortes e com a mesma extensão proporcional de água poluída.

Aduziu o Ministério Público Federal, na ação, que seria inadmissível que a valoração do dano ambiental provocado pelas empresas Samarco, Vale e BHP ficasse aquém de US\$ 43,8 bilhões, reconhecidos pela empresa responsável pela tragédia no Golfo do México. Registre-se apenas que a comparação analógica para a reparação preliminar pretendida neste processo restringiu-se a uma comparação mais jurídica de reconhecimento inicial de estimativa de valor de reparação preliminar do dano para situações semelhantes em relação aos fatores número de vítimas e poluição hídrica.

3.3. Análise de Equivalência entre Habitats e Recursos

No contexto internacional, cumpre apontar para a experiência dos Estados Unidos, em que a *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2000)* publicou um guia em que propõe uma metodologia baseada no critério de equivalência entre habitats e recursos para estimar os aspectos do ambiente a serem restaurados. A mesma diretriz é adotada na Comunidade Europeia, por meio do *Resource Equivalency Methods for Assessing Environmental Damage (REMEDE)*, com amparo na Diretiva 2004/35 do Parlamento Europeu e do Conselho, cujo Anexo II estabelece que:

“1.2.2. Ao determinar a escala das medidas de reparação complementar e compensatória, considerar-se-á em primeiro lugar a utilização de abordagens de equivalência recurso –a recurso ou serviço a serviço.

Segundo esses métodos, devem considerar-se em primeiro lugar as ações que proporcionem recursos naturais e/ou serviços do mesmo tipo, qualidade e quantidade que os danificados. Quando tal não for possível, podem proporcionar-se recursos naturais e/ou serviços alternativos. Por exemplo, uma redução da qualidade pode ser compensada por um aumento da quantidade de medidas de reparação.

²⁷ ACP n. 69758-61.2015.4.01.3400 (PJE 1024354-89.2019.4.01.3800 - autos principais disponíveis em <http://www.mpf.mp.br/mg/sala-de-imprensa/docs/acp-samarco>. Acesso em 28 fev. 2021.

1.2.3. Se não for possível utilizar as abordagens de equivalência de primeira escolha recurso –a recurso ou serviço a serviço, serão então utilizadas técnicas alternativas de valoração.

A autoridade competente pode prescrever o método, por exemplo, valoração monetária, para determinar a extensão das medidas de reparação complementares e compensatórias necessárias. Se a valoração dos recursos e/ou serviços perdidos for praticável, mas a valoração dos recursos naturais e/ou serviços de substituição não puder ser efetuada num prazo ou por um custo razoáveis, a autoridade competente pode então escolher medidas de reparação cujo custo seja equivalente ao valor monetário estimado dos recursos naturais e/ou serviços perdidos”.

Magliano (2019) explicita que “a Análise de Equivalência de Habitat (*HEA - Habitat Equivalency Analysis*) é um meio para determinar a quantidade de reparação compensatória necessária para fornecer serviços que sejam equivalentes às lesões passadas, atuais e futuras e para estimar os ganhos de serviço no futuro a serem obtidos com a compensação proposta após uma lesão” (p. 99). Avalia os danos em termos da quantidade de serviços sacrificados em uma área em um determinado período de tempo e calcula custos de restauração de habitats equivalentes, considerando a ocorrência de danos interinos. O mesmo autor observa que:

“A reparação compensatória objeto da HEA não se confunde com a recuperação primária do ambiente danificado. Após a identificação do dano, um projeto de recuperação ambiental primária deve ser executado para recuperar, sempre que possível, a própria área degradada. As perdas de serviços ecossistêmicos ocorridas entre a data de início dos danos e a data da completa recuperação da área degradada serão ressarcidas por meio de um projeto de recuperação compensatória, que buscará repor a somatória de serviços sacrificados no período intercorrente. No caso de impossibilidade de recuperação do sítio degradado, a HEA poderá incorporar tanto a recuperação compensatória como a área de recuperação primária devida (p.99)”.

A publicação original deste método deve-se a King e Adler (1991), que, propuseram a análise de equivalência de habitats como meio para dimensionar a mitigação compensatória de áreas úmidas (*wetlands*). A Análise de Equivalência de Habitats diferencia-se da Análise de Equivalência de Recursos, que se concentra, principalmente, na avaliação de lesões em organismos específicos (número de indivíduos) e não na quantidade de serviços ecossistêmicos do habitat” (MAGLIANO, 2019, p. 99).

Essas abordagens de equivalência priorizam o valor implícito do habitat ou do organismo em um sentido ecológico, em relação ao valor final do recurso para os seres humanos, embora não necessariamente ressarcam integralmente o público em termos de serviços ecossistêmicos. A recomposição, nesses casos, poderia ser em termos dos hectares de habitat que precisam ser recuperados, do número de animais selvagens que precisam ser reintroduzidos ou de outros projetos adequados e permitidos pela legislação. Magliano ainda observa que “os valores de uso são o principal objeto da reparação compensatória, que é reposição dos serviços ecossistêmicos que podem ser prestados durante o período intermediário entre o início de uma lesão ou perda de serviço e o tempo que os serviços retornaram aos seus níveis de linha de base (p. 101).

Kaskantzis (2005), comentando a NOAA, esclarece que

“o pressuposto implícito na Análise de Equivalência de Habitats é que o público, em geral, está disposto a aceitar como compensação pelo dano ambiental, a troca de uma unidade de serviços de habitat perdido por uma unidade de serviços de projeto de restauração, ou seja, os valores de uma unidade de serviços no local da lesão e no site da restauração. Observa-se que Análise de Equivalência de Habitats

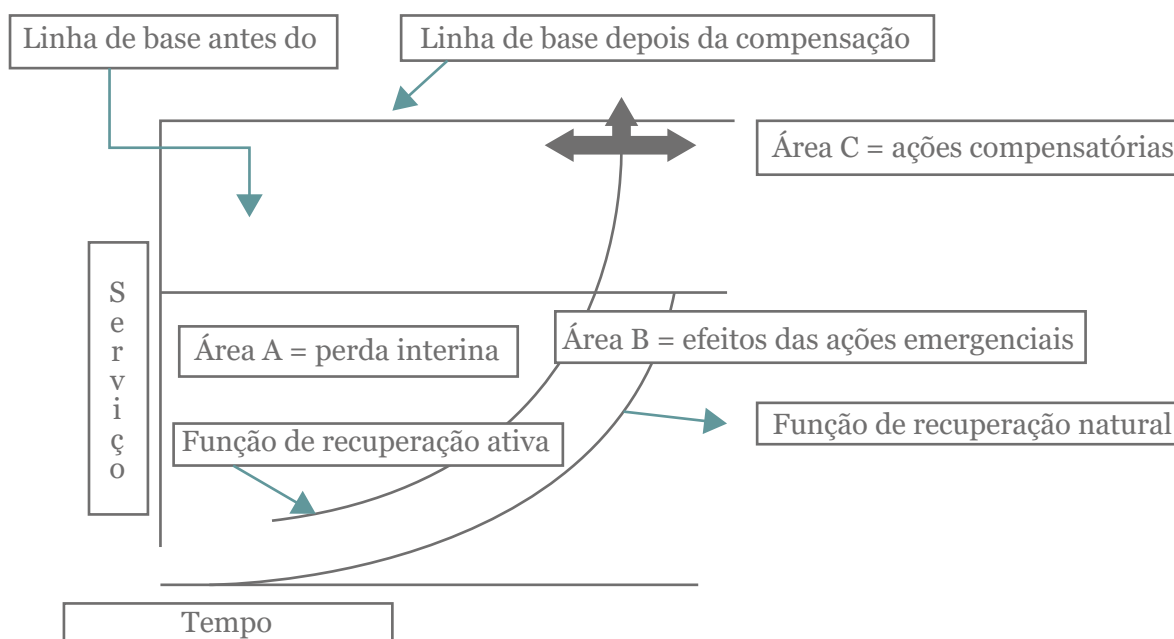
não necessariamente assume a troca de um –para um de recursos, mas, em vez disso, os serviços que fornecem”.

A Análise de Equivalência de Recursos, por sua vez, aplica-se aos casos, em que o dano é mais apropriadamente medido em número de indivíduos perdidos, tais como aves ou peixes, que em unidades de habitat (MOTTA, 2021). Assim, o procedimento indica o custo das ações para fornecer o número equivalente de indivíduos que iria compensar o conjunto completo de serviços de uso ecológico e humano perdido no impacto daquele recurso.

Motta leciona que os procedimentos estimativos nas abordagens de Análise de Equivalência de Habitats e de Análise de Equivalência de Recursos amparam-se na mensuração do montante de serviços ou recursos a serem recuperados para compensar as perdas interinas.²⁸ A Figura 2 explicita estes procedimentos, demonstrando “que o habitat ou recurso impactado poderá se recuperar naturalmente ao longo do tempo, mas, mesmo assim, a sociedade sofreria uma perda interina até a completa recuperação” e que

“Quanto mais lenta a recuperação, maior seria essa perda interina equivalente à área A. Com a obrigação de ações efetivas de recuperação maiores do que foi impactado, essa perda interina poderia ser compensada ao final do processo de recuperação, como, por exemplo a função de recuperação que leva a linha de base após compensação”.

Figura 2 – Perda Interina e Ações Compensatórias



Fonte: Motta (2021) Adaptado de DUNFORD, R. W.; GINNB, T. C.; DESVOUSGES, W. D. The use of habitat equivalency analysis in natural resource damage assessments. *Ecological Economics* 48:49–70, 200

Motta (2021) diz que

“obrigar uma recuperação de um montante maior de serviços ou recursos acima daquele que foi impactado, equivalente à área (B+C) do gráfico, de tal forma que a perda interina da área A seja totalmente compensada. Todavia, nesse caso, o nível de geração de serviços ao fim do processo de recuperação ficará acima daquele observado antes do impacto. Isto é, por obrigar uma compensação maior, a sociedade se

²⁸ Para um aprofundamento destas abordagens, ver a contribuição de Motta ao capítulo de mineração

beneficiará, ao final total da recuperação, de um montante de serviços maior do que antes do impacto, equivalente à área (B+C) do gráfico acima. Em resumo, a perda interina A seria compensada pelos ganhos de serviços da área (B+C)”.

A Análise de Habitat Equivalente e a Análise de Equivalência de Recursos são relevantes procedimentos condutores a valores monetários, mas, sob a perspectiva da Economia do Ambiente, não são métodos de valoração econômica de recursos ambientais. Suas principais vantagens são: a) permitir estimar custo de reposição de serviços ecossistêmicos pela criação, recuperação ou aquisição de área com habitat equivalente ao perdido, considerando inclusive as perdas intercorrentes de serviços ecossistêmicos; e b) estabelecer uma relação entre unidades de serviços perdidas e unidades de serviços obtidas por meio de compensação, sendo útil em discussões de acordos de recuperação.

Estes procedimentos exigem cuidado na definição de critérios e parâmetros de equivalência, em um contexto de grande variabilidade de serviços ecossistêmicos que deverão ser considerados como equivalentes em áreas geográficas distintas. Essa cautela é ainda mais recomendável em realidades tropicais de ecossistemas naturais muito mais heterogêneos do que encontradas em realidades temperadas de ecossistemas antropizados. Discorrendo sobre o assunto, Motta recomenda a adoção de um protocolo de aplicação metodológica parametrizado em níveis de complexidade do incidente e, portanto, da dimensão dos danos e recomenda a aplicação da Análise de Equivalência de Habitats e da Análise de Equivalência de Recursos para os casos de menor complexidade (MOTTA, 2020).

4. SÍNTESE DOS MÉTODOS PARA VALORAÇÃO DE DANOS AMBIENTAIS MATERIAIS

4.1. Abordagens teóricas a respeito da Valoração Econômica dos Recursos Ambientais (VERA)

O valor, no âmbito da Economia do Ambiente, corresponde ao valor monetário de um determinado bem em relação a outros bens e serviços disponíveis no mercado e expressa a disposição do consumidor em pagar por esse bem/serviço (DAP), que lhe proporcionará bem-estar, ou de receber, caso se veja privado de sua fruição (MOTTA, 2006). Nessa perspectiva, cada valor associado ao meio ambiente influenciará em seu **preço**. Assim, os métodos de valoração econômica dos recursos naturais, propostos pela Economia do Ambiente, que foi formulada com amparo em conceitos oriundos da Economia Neoclássica, são utilizados para estimar os valores que as pessoas atribuem aos bens e serviços ambientais, com base em suas preferências individuais, mesmo que não venham a utilizar estes bens e serviços no presente (CAMPOS JR, 2003).

Sob a perspectiva da Economia do Ambiente, o valor dos serviços ou recursos ambientais, denominado Valor dos Recursos Ambientais (VERA) ou Valor Econômico Total (VET), é derivado de todos os seus atributos (FAUCHEUX, 1995). Por isso, os economistas ambientais iniciam o processo de mensuração distinguindo entre Valor de Uso - com componentes predominantemente, mas não exclusivamente, tangíveis - e Valor de Não-Uso - componentes essencialmente intangíveis - do bem ou serviço ambiental (MOTTA, 2006).

Assim, nos Valores de Uso (VU), há sempre uma atividade econômica associada. Por sua vez, os Valores de Não-Uso (VNU) são atributos de consumo associados à própria existência do recurso ambiental, ou seja, um valor de não-uso independe (isto é, pode ou não estar associado) do uso do fluxo atual e futuro de serviços ecossistêmicos.

Nesse contexto, é frequente na literatura, desagregar o valor econômico de um serviço ou recurso ambiental em Valor de Uso (VU) e Valor de Não-Uso (VNU). Por sua vez, o Valor de Uso (VU) é um valor relacionado ao uso atual ou ao uso futuro de um determinado habitat por indivíduos. Pode ser subdividido em valores de uso direto (VUD) e valores de uso indireto (VUI). Os valores de uso direto são derivados do uso real de um recurso, seja de forma consumível ou não consumível (por exemplo, madeira em florestas, recreação, pesca); valores de uso indireto referem-se aos benefícios derivados das funções ecossistêmicas (por exemplo, proteção de bacias hidrográficas ou sequestro de carbono por florestas).

A dimensão temporal (uso no presente e uso no futuro) é incorporada na fórmula VERA com o componente Valor de Opção (VO) que contempla os VUD e VUI ao longo dos anos. Um outro componente do VERA, muito importante em valoração de elementos da diversidade biológica, é o Valor de Quase Opção (VQO) que contempla as incertezas relacionados a novos VUD e VUI que podem ser descobertos pelo avanço do conhecimento científico em relação a bens e serviços ecossistêmicos. Por fim, o valor de não-uso (ou valor passivo) representa o valor de existência, ou de legado, que está dissociado do uso e se deriva de uma posição moral, cultural, ética ou altruística em relação aos direitos de existência de espécies não-humanas ou preservação de outras riquezas naturais, mesmo que estas não representem uso atual ou futuro para o indivíduo²⁹.

Como resultado, o valor do VERA corresponderia à soma dessas parcelas de valores, isto é, VU + VNU. Ou, de forma desagregada, na soma de:

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

Onde:

Valor de uso direto (VUD): valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental pelo fato de que dele se utilizam diretamente, por exemplo, na forma de extração, de visitação ou outra atividade de produção ou consumo direto.

Valor de uso indireto (VUI): valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental quando o benefício do seu uso deriva de funções ecossistêmicas, como, por exemplo, a contenção de erosão e reprodução de espécies marinhas pela conservação de florestas de mangue.

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 genes ainda não descobertos de plantas tropicais.

Valor de não-uso ou valor de existência (VE): valor que está dissociado do uso (embora represente consumo ambiental) e deriva de uma posição moral, cultural, ética ou altruística em relação aos direitos de existência de outras espécies que não a humana ou de outras riquezas naturais, mesmo que estas não representem uso atual ou futuro para ninguém. Um exemplo claro deste valor é a grande mobilização da opinião pública para salvamento dos ursos pandas ou das baleias, mesmo em regiões em que a maioria das pessoas nunca poderá estar ou fazer qualquer uso de sua existência (MOTTA, 2006).

O Quadro conceitual abaixo³⁰ explicita um possível Valor dos Recursos Ambientais que pode estar associado à vegetação nativa do tipo floresta e pode ser atingido pelo desmatamento ou pela queima:

29 Valor de não-uso pode representar também o desejo do indivíduo de manter certos recursos ambientais para que seus herdeiros, isto é, gerações futuras, deles usufruam direta e indiretamente. Uma expressão simples deste valor é a grande atração da opinião pública pelo salvamento de baleias, ou sua preservação, em regiões remotas do planeta, que a maioria das pessoas nunca visitará ou terá qualquer benefício de uso.

30 O quadro conceitual foi feito com amparo nas contribuições de Nogueira (2020) ao capítulo de mineração.

Valor Econômico Total - Área com Floresta				
Principais Componentes dos Bens e Serviços Ambientais				
Considerações Qualitativas				
Valor de Uso		Valor de Opção	Valor de Quase Opção	Valor de Existência
Valor de Uso Direto	Valor de Uso Indireto			
Madeira	Conservação da diversidade biológica	O desempenho das funções assinaladas no “valor de uso direto” e no “valor do uso indireto” pelas gerações futuras,	As funções indicadas em “valor de uso direto”, “valor de uso indireto” e “valor de opção” são definidos com base no conhecimento científico e tecnológico existente hoje.	As plantas e os animais que vivem na floresta têm “valor” em si, independente do uso que possam ter para o ser humano.
Frutos	Manutenção da qualidade do ar		Entretanto, o conhecimento científico e tecnológico aumenta com o passar dos anos.	Esse valor intrínseco dos bens ambientais é chamado de “valor de existência”, um dos componentes do VET do patrimônio ambiental.
Beleza natural para lazer	Proteção a nascentes de córregos e rios		Assim, algo disponível em uma floresta que não tenha utilidade alguma para o ser humano hoje, poderá ser identificado como a fonte de um incremento significativo do bem-estar humano daqui a dez anos.	
Beleza natural para turismo	Prevenção do processo erosivo do solo e de assoreamento de rios. Regulação de microclima local.		O valor de quase opção é, portanto, um potencial componente do valor do bosque dependente do progresso científico e tecnológico futuro.	

O quadro anterior explicita que se pode capturar de maneira coerente aquilo que deverá ser valorado economicamente para refletir o dano ambiental causado. Mais ainda, a partir dessa captura percebem-se os métodos/procedimentos que deverão ser usados para se obter o valor econômico total desejável do dano ambiental. Como nem sempre o desejável é possível, ao final do exercício de valoração econômica ficarão evidenciadas os componentes do VERA que foram e os que não foram efetivamente valorados por meio dos métodos de valoração econômica ambiental.

Um dos principais fundamentos da valoração econômica é que ela nunca se refere ao valor do estoque de algo, mas sempre e apenas à variação desse estoque. Por exemplo, se alguém menciona o valor econômico da diversidade biológica, então ela ou ele estará sempre se referindo ao valor econômico de uma mudança no estoque de diversidade biológica existente em uma área, região ou país. Não se trata de determinar o valor “verdadeiro” da biodiversidade ou dos ecossistemas, mas de valorizar, economicamente, as mudanças e compará-las com suas alternativas, por exemplo (e somente à guisa de exemplo), com uma área de pastagem versus sem uma área de pastagem.

Os métodos de valoração econômica dos recursos ambientais buscam incorporar conceitos e procedimentos para coletar, organizar e analisar dados que permitam contemplar consequências tangíveis e/ou intangíveis derivadas de um dano ao meio ambiente. Em termos ideais, esses métodos permitem a estimativa dos componentes do VERA de uma alteração no patrimônio ambiental/histórico-cultural, motivo pelo qual, em um determinado caso concreto, deverão ser combinados diferentes métodos no intuito de capturar as diversas facetas de um dano, que pode se revelar pluriofensivo a vários bens jurídicos (fauna, flora, água etc.).

Os economistas Romana Araújo e Jorge Nogueira, integrantes do grupo de trabalho que subsidiou a elaboração destas Diretrizes, organizaram os principais métodos baseados na Economia do Meio Ambiente na tabela abaixo:

Tabela 1 – Métodos de Valoração Econômica e suas características básicas

Métodos	Características Básicas	Observações
Método Valoração Contingente (MVC)	<p>Estima valores econômicos para praticamente qualquer ecossistema ou serviço ambiental.</p> <p>Pede que pessoas explicitem sua disposição a pagar por serviços ambientais específicos, com base em um cenário hipotético.</p> <p>Assim, o MVC extrai a disposição a pagar (DAP) ou de receber compensação (DAC) de uma amostra de pessoas direta e/ou indiretamente relacionadas com a mudança no nível da disponibilidade do bem ou do serviço ambiental.</p> <p>Parte do pressuposto de que pessoas apresentam diferentes graus de preferência, de desejos ou de gostos por distintos bens e serviços.</p> <p>Esse pressuposto deriva da constatação de que pessoas, ao adquirir bens e serviços, expressam sua respectiva máxima de disposição a pagar (DAP).</p> <p>Assim, pode ser argumentado que, de modo similar, pessoas também têm uma disposição a receber compensação (DAC) por conviver ou suportar a ausência de um bem ou serviço. Contudo, deve-se evitar a DAC, pois ela não reflete as restrições orçamentários do consumidor.</p> <p>A operacionalização do MVC se dá mediante o emprego de questionários devidamente formulados para uma amostra representativa da população interessada ou atingida.</p> <p>Obtidos as informações empíricas, desenvolvem-se análises emolduradas por técnicas estatísticas análise de regressão múltipla obtém-se o valor econômico do bem, serviço ou dano ambiental estudado.</p>	<p>O método mais utilizado para estimar valores de não uso ou “uso passivo”. Apresenta flexibilidade e capacidade de estimar todos os componentes do VET.</p> <p>Entretanto, a literatura aponta crítica quanto à consistência teórica das estimativas empíricas obtidas, bem como à existência de vieses no uso do MVC.</p> <p>Além disso, exige um elevado custo de aplicação.</p> <p>Deve ser, portanto, utilizado em situações de danos ambientais de grandes escalas.</p> <p>Pode ser utilizado para a valoração do dano moral coletivo.</p>

Métodos	Características Básicas	Observações
Método Custos de Viagem (MCV)	<p>Estima valores econômicos associados a ecossistemas ou locais que são usados para recreação.</p> <p>Assume que o valor de um site se reflete no quanto as pessoas estão dispostas a pagar para visitar o sítio.</p> <p>O MCV baseia-se no somatório de todos os gastos efetuados por um indivíduo ou famílias para chegar a um determinado lugar, geralmente, para visitação, lazer ou recreação.</p> <p>Esses gastos podem ser utilizados como uma aproximação dos benefícios proporcionados pela visitação, lazer ou recreação (PEARCE, 1993).</p> <p>Assim, o comportamento do consumidor é utilizado como parâmetro para valorar os bens/os serviços ambientais que não têm mercado explícito mediante as despesas efetuadas (HANLEY <i>et al.</i>, 1993).</p> <p>Entretanto, o MCV apresenta dificuldades estatísticas com a seleção da amostra de entrevistados (NOGUEIRA <i>et al.</i>, 2000). Nem sempre todos os entrevistados de um determinado local estão ali exclusivamente para visitar o local. Assim, as estimativas de DAP/DAC podem ser superdimensionadas.</p>	<p>Também exige um elevado custo para a sua aplicação.</p> <p>Cuidados na obtenção de gastos em viagem multipr�pósitos, nas quais a visitação é apenas parte de outros objetivos dos viajantes.</p> <p>A modelagem estatística necessária para a elabora�o das informa�es não é trivial.</p> <p>Uma informa�o que exige cautela em sua transforma�o em valores monetários é o custo de oportunidade do tempo de visitação.</p>

Métodos	Características Básicas	Observações
Método Preços Hedônicos (MPH)	<p>Estima valores econômicos para serviços ecossistêmicos ou ambientais que afetam diretamente os preços de mercado de algum outro bem, em particular os transacionados em mercado imobiliário.</p> <p>Mais comumente aplicadas a variações nos preços da habitação que refletem o valor dos atributos ambientais locais.</p> <p>Foi aplicado na problemática ambiental em 1967 visando demonstrar que o valor de um imóvel não está associado somente as suas próprias características físicas, mas também pelo cômputo das variáveis relacionadas a sua localidade e as suas características ambientais.</p> <p>Dessa forma, o método possibilita usar os dados dos valores de uma específica propriedade para estimar as mudanças nos parâmetros da qualidade ambiental (NOGUEIRA <i>et al.</i>, 2000).</p> <p>A operacionalização do método se dá após a tabulação dos dados e das informações obtidas mediante análise econométrica.</p> <p>Aqui também são apresentados problemas com relação à estimação da função de preço hedônico e à segmentação do mercado imobiliário.</p>	<p>Tem aplicação apenas nos casos em que os atributos ambientais possam ser capitalizados nos preços de residências ou imóveis.</p>

Métodos	Características Básicas	Observações
Método Dose-Resposta (MDR)	<p>Estima valores econômicos para produtos ou serviços ecossistêmicos que contribuam para a produção de bens comercializados em mercados.</p> <p>O MDR associa diferentes níveis de degradação com diferentes níveis de produção.</p> <p>Por exemplo, para cada “dose” de poluição, existirá uma “resposta” em termos de redução na quantidade produzida de uma determinada cultura e, conseqüentemente, no seu valor de produção.</p> <p>O MDR não somente atrela os níveis de produção aos níveis perdidos de poluição, mas também permite que os custos necessários para repor uma determinada área possam ser medidos em mercados explícitos.</p> <p>O MDR, ao utilizar os preços de mercado ou o ajuste pelo preço-sombra, não se baseia na estimativa de curva de demanda para se chegar às medidas de bem-estar, mas relaciona as doses-resposta devido à degradação ambiental observada.</p>	<p>A aplicação do MDR exige a existência de informações sobre a relação física/biológica entre a degradação ambiental e o nível de produção obtida a partir do componente do meio ambiente.</p> <p>Pearce afirma que o método é teoricamente correto, mas pode haver erros dos relacionamentos da dose-resposta (PEARCE, 1993). Ou ainda, incertezas da aplicação dos modelos econômicos segundo considerações de Hanley e Spash (1993, p.103).</p>

Métodos	Características Básicas	Observações
Método Custo de Reposição (MCR)	<p>O MCR se baseia nos custos de restauração e/ou reposição de um patrimônio ambiental alterado por um dano.</p> <p>O conhecimento desses custos a preços de mercado representará uma aproximação dos custos necessários para restabelecer os benefícios que antes existiam ou que poderiam proporcionar no futuro.</p> <p>O MCR pode ser tido como uma medida mínima do dano ocorrido (NOGUEIRA <i>et al.</i>, 2000).</p> <p>Assim, os custos necessários para a reposição do patrimônio às suas características originais serão uma aproximação dos benefícios anteriormente vigentes e proporcionados à sociedade.</p> <p>Sua operacionalização é o cômputo dos gastos totais para reparação de um dano que tenha atingido a qualidade ou a quantidade de um bem ou serviço ambiental.</p>	<p>A literatura aponta limitações do método. Primeiro, a incerteza e a dificuldade técnica para repor o recurso ambiental atingido pela degradação. Segundo, o MCR não capta o verdadeiro valor da disposição a pagar ou a receber (DAP ou DAC) da população por uma melhoria ambiental. E, por último, ele não estima o valor de opção e o valor de existência do VET.</p> <p>A reparação se dá por meio da utilização de bens ou serviços substitutos, já que as características intrínsecas de espécies e indivíduos como fontes de variabilidade genética e biodiversidade, não podem ser integralmente repostos.</p> <p>Os custos de reposição, nesses casos, podem diferir muito conforme a solução técnica adotada, tendo em vista a falta de um parâmetro de substituição lastreado em normativos aplicáveis.</p>
Método de Custos Evitados (MCE)	<p>Estima valores econômicos com base nos custos de danos evitados resultantes da perda de serviços ecossistêmicos.</p> <p>O MCE demonstra que gastos defensivos ou preventivos em produtos substitutos ou complementares podem ser utilizados para mensurar monetariamente decisões de indivíduos visando manter, no mínimo, seu nível de bem-estar.</p> <p>Na parte operacional do método utiliza-se a análise de regressão múltipla.</p>	<p>A literatura aponta cuidados no manuseio dos dados com a dificuldade de identificar-se a real motivação pela mudança do comportamento e problemas provenientes de dupla contagem.</p>
Método do Custo de Oportunidade (MCO)	<p>Visa a estimar o valor de recursos ambientais a partir da produção/renda sacrificada de atividades econômicas derivadas de tais recursos.</p>	<p>Comparação com a renda que poderia ser obtida se a área danificada continuasse a ser utilizada para produção.</p>

Fonte: elaborada por Romana C. Araújo e Jorge M. Nogueira

Os métodos construídos com amparo neste referencial teórico não apuram o valor do dano ambiental propriamente dito, mas apenas os valores econômicos (os preços) associados a atributos dos bens ambientais e aos serviços que estes prestavam antes da ocorrência do dano e que interferem na maximização do bem estar humano, assim como os custos associados à hipotética restauração até o padrão normativamente estabelecido, ou os custos de providências técnicas que teriam impedido o dano por

meio da internalização das externalidades ambientais negativas. Além disso, conforme May, Veiga Neto e Pozo (1999) observam, “a maioria dos benefícios propiciados pela biodiversidade não tem valor de mercado, ou são realizáveis somente no longo prazo, não sendo capturáveis durante o horizonte temporal do usuário do recurso. Por conseguinte, os valores resultantes dos métodos de valoração construídos sob a racionalidade da Economia do Ambiente ostentam um enfoque reducionista da complexidade que caracteriza a lesividade ambiental.

A Economia do Ambiente é contraposta pela Economia Ecológica no embasamento de métodos para a valoração econômica de recursos naturais que possam contribuir para a estimativa do valor da indenização dos danos ambientais (ANDRADE, 2008). De acordo com a Economia Ecológica, é necessário, para a valoração dos recursos naturais, considerar o funcionamento de todo o meio ambiente de forma sistêmica, os serviços ecossistêmicos e a energia requerida, de forma direta ou indireta, para produzir um certo produto ou serviço (CAMPOS JR, 2003), de forma alheia à disposição do usuário dos recursos em receber ou a pagar por eles. Para tanto, requer-se o conhecimento interdisciplinar das características socioeconômicas e ambientais, com a identificação dos serviços ecossistêmicos prestados pelo ambiente, no contexto das mudanças climáticas, sob pena de serem desconsideradas importantes variáveis que podem influenciar no resultado da valoração.

A Economia Ecológica foi o referencial teórico adotado pelo Ministério Público do Estado de São Paulo no Relatório Final do Grupo de Trabalho criado em 2012 para propor métodos de valoração de danos ambientais e que concluiu que o grande desafio para a identificação de valores econômicos associados aos danos ambientais está “no desenvolvimento de um sistema de valoração multicritério, em que o valor monetário seja ponderado com os valores não-monetários”³¹. Ou seja, não se descartam os métodos de valoração propostos pela Economia do Ambiente, mas, sempre que possível, deve-se conjugar outras alternativas que sejam capazes de traduzir a complexidade do meio ambiente e dos serviços ecossistêmicos prestados, que foram atingidos pelo dano ambiental, independentemente de qualquer utilidade humana.

Neste contexto, em que há diferentes abordagens em torno da valoração econômica dos recursos naturais que reverberam na valoração dos danos ambientais materiais irreversíveis, considera-se muito importante que os peritos que atuam no apoio dos membros do Ministério Público tenham clareza sobre os referenciais teóricos, as limitações e os objetivos de cada método de valoração, inclusive para a finalidade de destacar a complexidade do tema e a relevância de se atuar sempre preventivamente, impedindo-se o dano ambiental, que sempre será, em parte, irreversível.

A valoração econômica dos recursos naturais não se limita às hipóteses de dano ambiental. Pelo contrário, os primeiros esforços de valoração foram empreendidos com o objetivo de permitir a gestão de recursos naturais e a tomada de decisões. Conforme esclarece Kaskantzis (2004), o objeto da valoração pode ser de natureza muito variada, como por exemplo: a) uma reserva mineral; b) um parque ecológico; c) um passivo ambiental; d) a perda de biodiversidade; e) os danos à saúde decorrentes de ambiente poluído ou acidente ambiental; f) as perdas de quantidade e/ou qualidade de produção.

Contemporaneamente, a valoração dos recursos naturais também pode ser empregada para a finalidade de se definirem garantias para o licenciamento ambiental

³¹ Relatório Final do Grupo de Trabalho para Valoração de Danos Ambientais. Ministério Público de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/Relatorio%20Final%20-%20GT%20Valora%C3%A7%C3%A3o%20de%20Danos%20Ambientais%202012.doc, acesso em 03 de mai. 2021.

de atividades capazes de causar significativos impactos ambientais negativos, como se dá nos grandes empreendimentos minerários ou quando da implantação de uma central de resíduos industriais.

Há diversos métodos disponíveis, especialmente sob o referencial da Economia do Ambiente. A escolha do mais adequado ao caso concreto dependerá da quantidade e da qualidade das informações disponíveis sobre o dano, bem como dos objetivos a serem alcançados, das hipóteses assumidas pelos métodos e do conhecimento da dinâmica ecológica dos recursos naturais a serem avaliados (MOTTA, 1997), pois “existem diversos métodos que sugerem distintas perspectivas para a valoração ambiental, mas nenhum deles é aplicável a todas [as] situações. Cada procedimento se restringe a determinadas condições, tornando-se insatisfatório e inaplicável em outras situações”, segundo Santana (2002), citado por Magliano (2013, p.115).

Cada método apresenta limitações (metodológica e de informações disponíveis), associadas ao objetivo e fundamentação da valoração, às hipóteses sobre o comportamento do consumidor e aos efeitos do consumo ambiental em outros setores da economia, o que leva à necessidade de explicitar claramente os fatores limitantes e os pressupostos assumidos na valoração.

4.2. Os métodos da NBR 14653-6 da ABNT

A NBR 14653-6, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) dedica-se a estabelecer métodos para a avaliação de recursos naturais e ampara-se na formulação VERA e nos métodos formulados a partir da Economia do Ambiente. A norma não foi concebida para a valoração de danos ambientais, mas sim para identificar valores associados aos recursos naturais para avaliação de imóveis urbanos e rurais. Essa percepção é muito importante, para que se perceba o caráter reducionista das metodologias, incapazes de aferir todos os valores eventualmente associados aos bens ambientais lesados. A norma adota os métodos descritos por Motta, no Manual de Valoração Econômica de Recursos Ambientais que foi elaborado para o Ministério do Meio Ambiente em 1998.

Conforme aponta Loubet (2014), a despeito de as normas da ABNT não serem normas jurídicas de conteúdo obrigatório, elas revelam uma presunção de legitimidade em razão do suposto consenso técnico-científico em sua adoção.

A NBR 14653-6 orienta que, quando houver um mercado consumidor para os bens a serem avaliados, se dê preferência pelo método comparativo direto de dados do mercado³², seguindo-se as prescrições da NBR 14653-2, NBR 14653-3, NBR 14653-5, conforme a natureza do bem a ser avaliado.

Sempre que os recursos naturais e ambientais possam ser objeto de exploração econômica assemelhada a de um empreendimento, como é o caso dos recursos minerais, pode ser utilizado o método de capitalização de renda, seguindo-se as prescrições da NBR 14.653-4.

A NBR14653-6 classifica os métodos de valoração em dois grupos:

- a. **métodos diretos:** que utilizam mercados de bens e serviços substitutos e complementares ou mercados hipotéticos para medir as variações de bem-estar diretamente da demanda dos indivíduos pela qualidade ambiental;
- b. **métodos indiretos:** que valoram os benefícios ambientais usando os custos evitados, relacionados indiretamente com as mudanças na qualidade ambiental, sem estarem diretamente relacionados com uma alteração de bem-estar, medida pela predisposição a pagar ou a receber dos indivíduos.

³² Conforme a NBR 14653 – 1, o método comparativo direto de dados do mercado identifica o valor de mercado do bem por meio de tratamento técnico dos atributos dos elementos comparáveis, constituintes da amostra.

4.2.1. Métodos diretos

Admitem a alteração do bem-estar pela variação da disponibilidade de um recurso ambiental e, assim, procuram identificar as preferências reveladas nas curvas de demanda (variações do excedente do consumidor), quando o recurso ambiental é diretamente consumido, ou nas perdas de receitas líquidas (variações do excedente do produtor), quando o recurso ambiental é um insumo na produção de outro bem ou serviço. Sua aplicação é complexa e, muitas vezes, custosa, tanto em tempo como financeiramente, pois requer uma ampla disponibilidade de dados (ambientais e econômicos) e o aporte de modelos estatísticos e econométricos.

A) Método da produtividade marginal

O método da produtividade marginal identifica o valor do recurso ambiental por sua contribuição como insumo ou fator de produção para a produção de um bem ou serviço já comercializado, buscando-se estabelecer uma relação entre a variação do recurso ambiental e a variação física na produção de um bem ou serviço que possua preço de mercado. Aplica-se aos casos em que é possível associar os recursos ambientais à produção de recursos privados e, geralmente, assume a hipótese simplificadora de que variações na oferta pontual de recursos não alteram os preços de mercado agregados.

Roquette (2016) cita, como exemplo da aplicação do método da produtividade marginal, que “o abate de árvores possui relação com a disponibilidade de madeira ou algum outro produto não madeireiro por elas produzidos, como frutos, resinas, folhas com propriedades medicinais etc., sendo o valor desse recurso ambiental observado de acordo com os preços de mercado desses produtos e/ou subprodutos que deixaram de ser providos”. Outros tipos de danos, nos quais o método pode ser empregado são: valoração da diminuição da qualidade hídrica de um rio pela redução do produto na atividade pesqueira, ou de outros setores, como produção de bebidas, energia; destruição de manguezais e perda de produtividade em termos de produção de caranguejos e mariscos.

O método avalia valores de uso direto e indireto associados ao recurso natural que é insumo ou fator de produção dos bens e serviços ambientais com preços de mercado. O valor monetário dos danos ambientais deve ser calculado tendo como preço-sombra valores de mercado de bens e serviços que são produtos ou subprodutos do recurso natural afetado.

Para a sua utilização, as informações necessárias consistem em dados de bens e de serviços com preços de mercado que sejam provenientes dos recursos naturais perdidos devido ao dano ambiental.

A desvantagem desta metodologia é que maioria dos recursos e serviços ambientais não estão inseridos no mercado, pelo que são insuscetíveis de valoração através desse método. Além disso, não mede o valor indireto, o valor de opção e o valor de existência.

B) Método de mercado de bens substitutos

O método de mercado de bens substitutos é utilizado para os casos em que a variação da produção, embora afetada pelo recurso ambiental, não oferece preços observáveis de mercado, ou estes são de difícil mensuração. Nesse caso, os preços de mercado podem ser adotados com base nos bens substitutos para o produto ou para o recurso natural, como, por exemplo, o custo do fornecimento de água potável por meio de caminhões pipa, em razão da contaminação de um rio por efluentes industriais.

A respeito deste método, Pearce e Moran (1994, p. 94) afirmam que

“As técnicas de mercado substituto envolvem a observação de mercados para bens e serviços privados que estão relacionados com mercadorias ambientais de participação. Os bens e serviços comprados e vendidos nestes mercados substitutos terão frequentemente como complementos (ou atributos) e suplementos as mercadorias ambientais em questão. Os indivíduos revelam suas preferências quer pelo bem de mercado privado, quer pelo bem ambiental, quando adquirem um bem privado. Deixam aquilo que é designado como ‘rastros comportamentais’ ao tomarem decisões reais que afetam as suas vidas”.

A operacionalização do método de bens substitutos implica pesquisa atualizadas de preços de mercado dos diversos bens que estejam relacionados aos bens ambientais lesados.

C) Método de Preços hedônicos

O método de preços hedônicos utiliza preços de mercado, principalmente de imóveis, ou custos de serviços para estimar o valor das diferenças de nível de atributos ambientais importantes na formação desses preços ou custos (MOTA, 2001). No caso de sua aplicação no mercado imobiliário, recomenda a ABNT que faça parte do modelo as características quantificáveis que expressam indiretamente a disposição a pagar ou a receber pelo recurso ambiental e sua influência específica no preço do bem. Pode ser utilizado para aferir o valor atribuído pelos consumidores a lugares silenciosos, ou privilegiados pelas belas paisagens, capturando os valores de uso e de opção de uso futuro.

Adota por premissa que toda a variação do preço de um bem ou serviço privado em decorrência da presença ou ausência de recursos naturais é decorrente da alteração da oferta desses recursos naturais. Exige, para sua utilização, o levantamento de vários atributos que influenciam no preço de mercado de um bem privado e especificação com precisão do bem e serviço ambiental em análise para estimativa de funções hedônicas.

Não se revela adequado, como método isolado, à valoração de danos ambientais, pois apresenta um enfoque muito limitado à disposição a pagar dos consumidores, pressupondo um extenso conhecimento sobre o mercado imobiliário (STEIGLEDER, 2011).

D) Método do Custo de Viagem

O método do custo de viagem, conforme esclarecem Hanley e Spash (1993), foi proposto pela primeira vez em 1947, relacionando a preservação de área para visitação turística e atividades de lazer. Estima a demanda por um sítio natural, histórico etc., com base nos custos incorridos pelos usuários do bem para acessá-lo, que podem ser considerados a máxima disposição a pagar do usuário pelos serviços naturais/culturais do bem (MOTA, 2001). É um método que se propõe a extrair o valor recreativo/ turístico do bem, em virtude de levantar os valores de uso associados à visita aos recursos naturais.

Adota como premissa que a curva de demanda de atividades recreacionais associadas ao recurso natural em avaliação pode ser constituída com base nos custos de viagem para visitação ao local onde o recurso natural é oferecido. Para sua utilização, exige o levantamento de dados sobre despesas de locomoção, eventuais taxas de visitação, hospedagem, entre outros, associados aos custos de viagem para visitação aos recursos naturais.

Assim, para calcular o valor turístico, recreacional do espaço/bem, utilizam-se procedimentos econométricos. Ensina Motta que, por meio de uma pesquisa de campo, realizada no próprio local a ser investigado, são identificados, por amostragem,

seus visitantes, frequência e custo de viagem das visitas, idade, zona residencial, renda, escolaridade etc. A partir dessas informações, estima-se a taxa de visitação V_i (visitantes por mil habitantes por ano, por exemplo) de cada zona residencial da amostra para correlacioná-la em termos estatísticos com os dados de custo médio de viagem de cada zona residencial CV da amostra e as outras variáveis socioeconômicas (usadas como proxies para indicar preferências) da zona em questão S_i , conforme abaixo:

$$V_i = f(CV, S_i, S_2, \dots, S_n)$$

Onde

V_i = taxa de visitação

CV = custo de viagem

S = variáveis socioeconômicas

Derivando-se f em relação à variação CV para cada zona, estima-se a curva de demanda f' pelas atividades recreacionais/turísticas do local, medindo-se a redução (ou aumento) do número de visitantes quando se aumenta (ou diminui) CV . A curva f' é, portanto, a disposição a pagar pelos serviços culturais do bem, onde a área abaixo da curva f' é a medida do excedente do consumidor (MOTTA, 1998, p. 39).

E) Avaliação contingente

O método da valoração contingente (*Contingent Valuation Method*) consiste na estimativa do valor de disposição a pagar dos consumidores de bens e serviços ambientais, buscando-se construir uma curva de demanda do bem, pelos valores imateriais associados ao bem. Busca capturar os valores de uso, de não uso e de opção de uso futuro e adota como premissa que as pesquisas de preferências reveladas a partir de cenários com características mais próximas possíveis do real refletem as decisões e os preços em caso da existência de um mercado real para o bem e serviço ambiental descrito.

O método exige cuidados especiais no planejamento, na execução da pesquisa e no tratamento de dados por modelos econométricos e exige pesquisa de campo seguindo um procedimento metodológico com suficiência amostral adequada para refletir o preço dos bens e serviços ambientais em um cenário hipotético de existência de mercado³³.

4.2.2. Métodos indiretos

Conforme explicita o item 8.6 da NBR 14.653-6, os métodos indiretos, ao invés de estimarem diretamente valores associados à disposição a pagar ou a receber dos indivíduos quanto a variações de qualidade ou quantidade ambiental, se utilizam de estimativas de custos associados aos danos. Por isso, seus valores devem ser entendidos como aproximações da verdadeira dimensão econômica dos danos e devem ser utilizados quando os métodos diretos não puderem ser aplicados por falta de dados, tanto tecnológicos como econômicos. Como são baseados em custos para repor a qualidade ambiental ou realocar ou evitar danos, sua dimensão pode incorporar valores de uso e de não uso, pois assume-se que o dano seria restaurado ou evitado.

³³ O método está alicerçado na teoria neoclássica e do bem estar e parte do princípio de que o indivíduo é racional no processo de escolha, maximizando sua satisfação, dados o preço do bem cultural e a sua restrição orçamentária. Então, “a disposição a pagar de um indivíduo por um bem natural/cultural é uma função de fatores socioeconômicos, ou seja, $DAP = f(R, I, G, S)$, em que: DAP = disposição a pagar, R = renda do usuário, I = idade, G = grau de instrução e S = sexo do usuário” (in MOTTA, José Aroudo. *O valor da natureza. Economia e política dos recursos naturais*. Rio de Janeiro: Garamond, 2001, p. 147).

A) Custo de reposição/recuperação do bem

O método considera a soma de todos os investimentos necessários à hipotética restauração/recuperação do dano ambiental, restabelecendo-se tanto sua capacidade produtiva como as funções ecossistêmicas do ambiente degradado. Estima que as perdas e serviços ambientais serão corrigidas com a reposição da qualidade ambiental e, para tanto, o método aponta para a necessidade de calcular os diversos custos associados à reposição do ambiente degradado (gastos com projetos, implementação e monitoramento), incluindo a perda econômica relativa ao período entre o tempo inicial da degradação e o tempo total da recuperação. O valor de perda anterior à total recuperação seria equivalente ao custo de reposição multiplicado por uma taxa social de retorno do capital, aplicada ao longo de reposição.

O método do custo de reposição pode representar os valores de uso associados às medidas de recuperação e adota como premissa que existe uma relação de causa-efeito entre a reposição dos recursos naturais e o retorno dos bens e serviços ambientais perdidos ao *status quo ante*, sendo o valor dos custos dessa atividade o preço-sombra dos bens e serviços ambientais sem preço de mercado. Os custos necessários para a reposição dos bens ambientais às suas características originais são considerados uma aproximação dos benefícios anteriormente vigentes e proporcionados à sociedade.

Para a utilização do método são necessários a análise da possibilidade técnica de recuperação dos danos ambientais e o levantamento dos custos totais das atividades de restauração/recuperação até o hipotético retorno ao *status quo ante*, as quais são peculiares às diferentes tipologias de danos ambientais³⁴.

Conforme observa a Nota Técnica do IBAMA, “quanto maior a intensidade da alteração/degradação, maior será o esforço a ser empregado na recuperação. À medida em que novas variáveis forem adicionadas ao sistema, a complexidade de todo o processo aumentará proporcionalmente, o que, em última análise, conduzirá também a um aumento de custos”³⁵. Este documento assinala que um mesmo tipo de dano, como um desmatamento, pode apresentar diversas variáveis que reverberam nos custos de reparação.

Assim, por exemplo, a presença de gramíneas exóticas e possivelmente invasoras, a declividade do terreno, a distância das fontes de materiais, os equipamentos, os insumos, a necessidade de mão de obra especializada são algumas variáveis que entram na composição do custo de restauração/recuperação e que devem ser consideradas no cálculo da indenização pecuniária correspondente ao dano que efetivamente aconteceu.

Os exemplos colacionados na referida norma da ABNT consistem em custos de recuperação da fertilidade em solos degradados até garantir o nível original de produtividade agrícola (custos de reposição); custos de construção de piscinas públicas para garantir as atividades recreativas enquanto as praias estão poluídas (custos de substituição) ou a recuperação de uma mata ou manguezal através de reflorestamento e revegetação.

O método custo de reprodução é uma variação do custo de reposição/recuperação, previsto na ABNT NBR 14653-2 e, ao lado do método CONDEPHAAT, é utilizado para aferir danos ao patrimônio cultural.

³⁴ Estas peculiaridades serão explicitadas nos capítulos subsequentes.

³⁵ Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Diretoria de Uso Sustentável da Biodiversidade e Florestas. *Nota Técnica* 02001.000483/2016-33 DBFLO/IBAMA. Brasília, 17 de mar. 2016. A Nota Técnica volta-se a situações de desmatamento e parte da premissa de que houve perda da capacidade de resiliência pela intervenção, do que decorre a necessidade de intervenções, tais como o cercamento, a semeadura direta, o plantio de espécies nativas, dentre outras medidas. O método também computa os custos de monitoramento, com replantio de mudas, adubações e controle de pragas, pelo prazo mínimo de três anos.

A partir da perspectiva jurídica proposta nestas Diretrizes, entende-se que os métodos do custo de reposição e reprodução poderão ser tomados como ponto de partida para a valoração de danos ambientais materiais, porquanto permitem valorar o custo da hipotética recuperação/reconstrução do meio ambiente degradado, caso isso fosse possível, com o que os valores de uso direto poderiam ser restabelecidos³⁶, com o que aplica o **princípio do poluidor-pagador**. Dentre os custos integradores do custo de reposição, é imprescindível examinar a complexidade da hipotética restauração, consultando-se *experts* no assunto, considerando-se os materiais e as técnicas a serem utilizadas etc. Trata-se de abordagem muito utilizada nos laudos para valoração de crimes ambientais, elaborados pela Polícia Federal³⁷.

Deve-se perceber que esses métodos apresentam a limitação de não refletirem o valor de opção e o valor de existência do bem, desconsiderando o grau de proteção jurídica incidente sobre a coisa, a menos que ocorra importante influência no seu preço. Além disso, o método do custo de reposição não capta o verdadeiro valor da disposição a pagar ou a receber (DAP ou DAC) da população por uma melhoria ambiental.

B) Custos de Realocização

É uma variante do custo de reposição utilizada para valorar danos ambientais, por meio dos gastos necessários para realocar o recurso ambiental degradado. Por exemplo, estima os custos de reposicionamento da tomada d'água de um sistema de abastecimento em função da poluição de um manancial, os custos de transplante de vegetais objeto de especial proteção jurídica.

C) Custos de controle evitados

O método dos custos de controle evitado é utilizado para valorar danos ambientais por meio de estimativas dos gastos necessários que foram evitados para controlar ou minimizar as atividades ofensivas ao meio ambiente. Esse método não mede diretamente a perda econômica revelada pelos indivíduos, pois assume que estes custos seriam uma estimativa mínima da perda de bem-estar associado ao dano. Não obstante, é adequada para as situações de dano presumido em virtude da violação das normas de emissão, tendo em vista o conceito de poluição expresso no art. 3º, III, da Lei Federal nº 6938/81 (Lei da Política Nacional do Meio Ambiente). Alguns exemplos citados pela NBR 14.653-6 da ABNT são: gastos de controle de poluição hídrica (de efluentes industriais, domésticos ou agrícolas) ou atmosférica (de qualquer fonte), que evitariam o dano ambiental, ou gastos em projetos de mitigação que não foram realizados.

O método do custo de controle evitado pode representar os valores de uso associados ao controle da degradação ambiental e adota como premissa que os gastos necessários para se evitar ou controlar a ocorrência de dano ambiental refletem o valor monetário dos bens e serviços ambientais perdidos em decorrência da ausência das medidas de controle. O método incorpora a dimensão futura do dano ambiental e expressa a função preventiva da responsabilidade civil ambiental em virtude de levantar os custos evitados pelo causador do dano, que, caso tivessem sido desembolsados no momento oportuno, poderiam ter impedido a ocorrência da degradação.

³⁶ Com amparo nesse valor, se poderia projetar rendimentos futuros esperados a partir de outros usos econômicos possíveis, como a revitalização do bem para o turismo (transformação em hotel, ou em centro cultural, cobrança de ingressos para visitação etc.), aplicando-se, na sequência a metodologia da capitaliza o, se houvesse dados disponíveis sobre o uso de bens equivalentes para atividades turísticas.

³⁷ Esta metodologia   analisada por MAGLIANO, Mauro Mendonça. *Valora o econômica em laudos periciais de crimes contra o meio ambiente*. Disserta o de Mestrado em Ciências Biológicas. Programa de Pós Gradua o em Perícias Criminais Ambientais. Florianópolis, SC, 2013.

As informações necessárias para a utilização do método consistem no levantamento dos custos com licenciamento ambiental, com projetos e equipamentos de controle de poluição e de mitigação de impactos negativos.

Esse método foi utilizado em um caso judicial em que se quantificou o dano decorrente da queima de campos nativos, estimando-se os custos de limpeza do campo, por meio de roçada manual, que foram evitados:

Ação civil pública. Queimada em pastagens nativas. Responsabilidade civil. Indenização devida, com modificação do valor...

“Como afiançado na inicial, que a composição dos custos conduziria a valores que oscilam entre R\$ 90,00 e R\$ 165,00, por hectare, entendo de que o valor médio é que deve ser acolhido para sua fixação, ou seja R\$ 127,05 por hectare, que, multiplicados pelos 80 hectares, dão um cálculo final de R\$ 10.164,00...”³⁸.

D) Custo de Oportunidade da conservação

O método busca captar o valor monetário dos recursos ambientais de acordo com os lucros que poderiam ser obtidos mediante a utilização dos bens e dos serviços ambientais, mas que são abdicados em razão da preservação ou conservação dos recursos naturais. Considera poder representar os valores de uso associados com as atividades geradoras de renda e valora indiretamente os recursos naturais a partir da renda sacrificada pela manutenção dos recursos naturais nas condições anteriores à degradação ambiental. Não é um método para a valoração de danos ambientais, mas que se apresenta útil para “representar os custos incorridos pelos diferentes agentes envolvidos com a proteção ambiental para auxiliar no processo político de definição de prioridades” (MOTTA, 1998).

Motta (1998, p.20-21) esclarece que “restrições ao uso da terra em unidades de conservação impõem perdas de geração de receita, visto que atividades econômicas são restritas *in situ*. A renda líquida abdicada pela restrição destas atividades é uma boa medida do custo de oportunidade associado com a criação desta unidade de conservação”.

O método exige, como informações necessárias à sua utilização, a identificação do lucro que determinada atividade poderia gerar com a degradação dos bens e serviços ambientais e lucro que os bens e serviços ambientais podem gerar mesmo com sua conservação/preservação.

4.2.3. Outras abordagens metodológicas para valoração de danos ambientais

A) Método Função Dose-Resposta

O método função dose-resposta visa a estabelecer uma relação entre o impacto ambiental (como resposta) e alguma causa desse impacto, como, por exemplo, a poluição (como dose). Mota (2001, p. 169) esclarece que este método é utilizado onde a relação dose-resposta entre alguma causa de dano e efeitos ambientais é conhecida, e colaciona os estudos de Lave e Seskin, datados de 1977, que estimaram os efeitos da poluição do ar nas taxas de mortalidade. Trata-se de uma abordagem para a avaliação de políticas públicas, porquanto permite monitorar a efetividade das decisões públicas frente aos seus resultados materiais (dose-resposta).

O mesmo autor afirma que, à medida em que o impacto no meio ambiente produz mudanças nos preços ou nas quantidades do estoque ou nos fluxos dos serviços naturais, o efeito da política pública ambiental pode ser estimado pelo excedente do usuário, ou pelo excedente do produtor. Por conseguinte, se ocorrer poluição hídrica

38 TJRS, AC 70003962628, 4ª Câmara Cível, Rel. Des. Vasco de la Giustina, j. em 15.05.2002.

associada ao despejo de efluentes em um rio, é possível calcular excedentes ou ganhos das famílias que residem nas adjacências do rio e prejuízos de pescadores e demais grupos sociais que exploram atividades turísticas na região (MOTA, 2001).

B) Método CONDEPHAAT

O método CONDEPHAAT foi proposto por equipe multidisciplinar composta por profissionais oriundos da administração, do Ministério Público e da sociedade civil do Estado de São Paulo³⁹. A ordem de serviço do Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado estabelece os critérios para valoração monetária de danos causados a bens de valor cultural⁴⁰. Estima os valores de uso e não uso atribuídos pelos desenvolvedores do método e adota como premissa que os preços dos imóveis devem ser a base para o cálculo do dano patrimonial; os danos de maior ou menor gravidade devem ter uma diferenciação exponencial e a reincidência deve implicar em um valor maior pela multiplicação do valor por algum fator para esse agravamento.

Os dados necessários para a utilização do método consistem no levantamento dos custos de construção, na estimativa do valor venal ou do valor de mercado do patrimônio, bem como a avaliação técnica a respeito da extensão, da natureza, da origem do dano e da configuração da reincidência.

Para a aplicação do método é necessário delimitar variáveis pré-estabelecidas para a configuração do bem (se há ato administrativo ou judicial e proteção e sua espécie) e avaliação da extensão, natureza e origem do dano (grau de alteração, sua causa, potencial recuperação e efeitos adversos decorrentes). Essas variáveis são apresentadas em um quadro a que se atribuem pesos e que, somados, configuram a pontuação final a ser aplicada em uma fórmula matemática. Utiliza-se o valor venal do imóvel como referência monetária e, caso inexista, deve-se obtê-lo através do método da quantificação do custo de reprodução – apoiado na NBR 14653-2 (avaliação de bens – imóveis urbanos). Apesar de o método original propor a penalização com rigor em caso de reincidência, caso inexista a informação se considera como o primeiro evento.

A fórmula adotada é assim composta:

$$I = R \cdot V \cdot (10)^{1/5 (P + 1,4)}$$

Sendo:

I = valor da indenização

R = coeficiente de reincidência

onde R, para o primeiro evento, é igual a 1/4

para a primeira reincidência é igual a 1/2

para a segunda reincidência é igual a 1

para a terceira reincidência é igual a 2

V = valor venal (ou outro valor de referência)

P = total de pontos obtidos pela aplicação do quadro para a atribuição de pontos

39 A proposta foi apresentada pelo Instituto Brasileiro do Patrimônio Cultural (IBPC) - 9a. Coordenadoria Regional; Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo (Condephaat); Departamento do Patrimônio Histórico (DPH) da Secretaria Municipal de Cultura, órgão de apoio técnico ao Conselho Municipal de Preservação do Patrimônio Histórico, Cultural e Ambiental da Cidade de São Paulo (Conpresp); Departamento de Avaliação de Impactos Ambientais (SMA); Conselho de Entidades Preservacionistas do Estado de São Paulo (CEPESP) e Ministério Público do Estado de São Paulo, através de sua Promotoria de Justiça de Meio Ambiente da Capital. São Paulo, CONDEPHAAT, 1993.

40 São Paulo, Ordem de Serviço 3-94 do Conselho do Conselho. DOE, Sec.I, São Paulo, 104 (232), 15.12.94, p. 27.

O método não demanda pesquisas de campo ou diligências complexas, podendo ser obtido em curto prazo. Permite também incorporar o grau de originalidade, de proteção jurídica do patrimônio cultural afetado, aferindo o potencial de recuperação a partir de valores culturais associados ao bem.

C) Método do custo ambiental total esperado (CATE)

O método Custo Ambiental Total Esperado (CATE) foi desenvolvido por Ribas para situações de danos ambientais, com enfoque florestal, a partir de um modelo matemático objetivo, embora necessite de inferências para determinação de suas variáveis (RIBAS, 1998). É um dos métodos pioneiros de avaliação monetária de danos ambientais no Brasil e possui um caráter inovador, que é o uso de critérios temporais para avaliação de danos classificados como intermitentes (CATE I), aqueles ocasionados por um único impacto causador de degradação ambiental, e contínuos, que ocorrem durante um horizonte temporal contínuo (CATE II). O método consta em manuais de valoração de danos ambientais de muitos Ministérios Públicos brasileiros⁴¹ por poder ser aplicado em diversas situações de degradação ambiental e se apresentar como uma alternativa que pode ser utilizada no contexto de indenizações pecuniárias.

O objetivo do CATE é estimar a renda perpétua que a sociedade estaria disposta a receber em decorrência da indenização por determinados tipos de degradação ambiental. O cálculo considera as motivações econômicas para a degradação ambiental, os trabalhos de recuperação do meio ambiente (custos diretos), um valor inferido aos serviços ecossistêmicos sem preços de mercado (custos indiretos) e se o impacto causado implicou ou implicará degradação ambiental intermitente ou contínua. Além disso, o método aplica uma taxa de juros adequada para o caso de degradações ambientais (estas podem ser também inferidas de acordo com taxas de descontos “sociais” ou dos custos de oportunidades de empreendimento).

Para utilização do método é necessário investigar: (1) o lucro auferido pela degradação ambiental, muito embora sua não utilização não impeça o cálculo, sobretudo quando da indisponibilidade de dados para comporem essa informação; (2) os custos estimados para recuperação ambiental, para o cálculo dos danos diretos; (3) as relações de causa e efeito entre os danos diretos e indiretos, o que depende do conhecimento profundo da dinâmica ecológica das componentes ambientais degradadas para uma inferência fidedigna e fundamentada sobre as relações entre danos diretos e indiretos, a fim de definir o fator multiplicativo adequado dos custos diretos de recuperação para representarem os valores dos custos indiretos, que varia em uma escala de 1 a 9; (4) o período de ocorrência do dano ambiental, o que também depende do conhecimento da dinâmica ecológica das componentes ambientais até a efetiva recuperação ou a impossibilidade técnica de recuperação ambiental; e (5) a definição de uma taxa de juros adequada e fundamentada para o caso de degradação ambiental.

D) Método do Valor da Compensação Pecuniária (VCP)

O método do Valor da Compensação Pecuniária (VCP) avalia monetariamente os bens e serviços ambientais a partir da soma de cinco parcelas de valoração econômica multiplicada por um fator de “redução social”. O método foi publicado em 2002 pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) como uma proposta para a compensação financeira por impactos negativos causados em unidades de conservação no âmbito do licenciamento ambiental (PEIXOTO, 2002).

⁴¹ Ministério Público do Mato Grosso. *Valoração do dano ambiental: casos aplicados ao Mato Grosso*. Cuiabá.

As parcelas de valoração econômica devem refletir as perdas de oportunidade de uso, o impacto cênico, o impacto ecossistêmico, a perda de visitação e o risco ambiental. Cada parcela possui método específico para o cálculo considerando parâmetros físicos, econômicos, imobiliários e ou sociais, bem como outros métodos de valoração de recursos naturais. Na metodologia proposta pelo IBAMA, a soma das parcelas de valoração econômica deve, posteriormente, sofrer uma redução em razão da importância da atividade poluidora a ser licenciada em unidade de conservação, de acordo com a percepção da sociedade.

No caso de degradações ambientais fora de unidades de conservação e de processos de licenciamento ambiental, é possível encontrar na literatura adaptações do método VCP para valoração dos danos ambientais. Nesses casos, a proposta de indenização pecuniárias é feita considerando somente a parcela relativa ao impacto ecossistêmico, multiplicada pelo tempo de sucessão, e somada aos custos de recuperação ambiental^{42,43}. (BARRETO, 2013)

E) Tabelas de preço de funções ecossistêmicas

No método de estimativa de preço de funções sistêmicas, são utilizadas tabelas com preços de funções ecossistêmicas calculadas com base na compilação de preços obtidos em um conjunto de publicações científicas que utilizam diferentes métodos em diferentes localidades. Busca-se, com esta abordagem, estimar os valores de uso e não uso.

Pearce e Moran (1994, p. 134) referem-se a este procedimento metodológico como “Transferência de Benefícios” e exemplificam com a hipótese de um determinado projeto de desenvolvimento pretender a destruição de um certo número de hectares de áreas úmidas. Ao invés de se realizar um estudo no lugar previsto para a implantação do projeto, o perito poderia identificar estudos anteriores que tenham calculado o valor econômico das funções ecossistêmicas das áreas úmidas e, então, pressupor que a perda de um hectare destas áreas seria a mesma (ou similar) a do cálculo anterior.

A premissa adotada é que os valores das funções ecossistêmicas estimados sob vários enfoques e em diferentes localidades podem ser extrapolados para várias partes do mundo, porém com a devida cautela na definição dos cenários para os quais estão sendo extrapolados.

Para sua utilização, é necessário efetuar um levantamento bibliográfico de pesquisas científicas nas quais tenha sido avaliado o valor econômico de bens e de serviços ambientais perdidos. Dentre os estudos mais referenciados no conjunto de pareceres que compuseram a base de dados destas Diretrizes, constam um artigo publicado em 1997 por Constanza *et. alii*, em que estimou o valor econômico atribuído a 17 tipos de serviços ecossistêmicos prestados em 16 biomas distintos, com amparo em dados secundários, e outro publicado por De Groot *et. alii* (2012), que avaliou em unidades monetárias o valor dos ecossistemas de 10 biomas, a partir da revisão bibliográfica de mais de 300 estudos.

F) Método Emergético⁴⁴

A Emergia, conforme explicitam Soares, Diniz e Silva, corresponde à energia solar que foi previamente requerida, de forma direta ou indireta, para produzir um

42 Ministério Público do Mato Grosso do Sul. *Nota Técnica: Orientações para Valoração de Dano Ambiental em procedimentos do Ministério Público de Mato Grosso do Sul*, março de 2018.

43 Ministério Público do Mato Grosso. *Valoração do Dano Ambiental*. Disponível em <https://pjeaou.mpmt.mp.br/valoracao-do-dano-ambiental/>, acesso em 16 fev. 2021.

44 A revisão do método emergético foi elaborada inteiramente a partir das contribuições de SOARES, Alexandra Fátima Saraiva; DINIZ, Paula Santana e SILVA, Luís Fernando de Moraes. Valoração dos danos aos recursos hídricos decorrentes dos resíduos da barragem de mineração em Brumadinho – MG. In 2º. CONRESOL. 2º. Congresso Sul-americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, Foz do Iguaçu, 28 a 30 de maio de 2019.

certo produto ou serviço⁴⁵. O valor monetário dos serviços ambientais afetados por um evento de poluição, por exemplo, quantificado pelo método Emergético, avalia o fluxo de matéria e energia e permite analisar o nível biofísico de estresse ambiental a partir de vetores de produção e demanda por ativos e serviços ecossistêmicos”.

Os autores esclarecem que este método utiliza a energia solar incorporada (Emergia) aos recursos ambientais para expressar a contribuição da natureza na produção de insumos, matérias-primas, produtos e serviços. Aduzem que, “dessa forma, a contabilidade ambiental é realizada utilizando o Joule de energia solar (SeJ), que corresponde à unidade de medida da Emergia, permitindo, ao contrário do que ocorre na economia convencional, atribuir um valor real aos recursos naturais pelo bem-estar que eles proporcionam, em virtude de suas funções ecossistêmicas e serviços ambientais realizados” segundo Soares (2019).

Campos Jr. aduz que a aplicação do método emergético ocorre por uma sequência de etapas específicas. Em primeiro lugar, deve ser construído um modelo esquemático que represente o sistema que se pretende analisar, apresentando todos os fluxos e componentes que entrarão no estudo. Em seguida, elabora-se uma tabela, listando todos os elementos do modelo, junto com os valores dos fluxos. Após, estes valores são convertidos em emergia com base em coeficientes pré-estabelecidos, que representam a transformidade, ou seja, quanta energia solar foi usada para a obtenção de cada componente do modelo. Por fim, são elaboradas equações para cada fluxo e elemento do sistema, nas quais são calculados os resultados das interações entre os diferentes fluxos e o valor final da emergia em cada componente do sistema (CAMPOS, 2003).

Trata-se de um método compatível com os preceitos da Economia Ecológica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo trata dos principais métodos disponíveis para valoração econômica dos danos ambientais, encontrados nos diversos pareceres técnicos elaborados pelo Ministério Público brasileiro e nas Notas Técnicas e outros documentos já produzidos (todas elas, relacionadas ao final destas diretrizes, para consulta). São abordagens que serão, em sequência, aprofundadas e interpretadas diante das diferentes tipologias de danos ambientais: danos à fauna, danos à flora, danos ao patrimônio cultural, danos decorrentes de mineração, danos associados à loteamentos irregulares e danos decorrentes da poluição.

A aferição das parcelas que compõem o Valor dos Recursos Ambientais (VERA) que foram afetadas pelo dano pressupõe a combinação desses métodos com outros que se mostrem adequados para valorar os danos à fauna, à flora, à saúde humana e às atividades socioeconômicas e culturais, que também podem ser atingidos, buscando-se uma abordagem ampla e sistêmica.

Não obstante, cumpre destacar que o esforço de valoração econômica não consegue capturar o caráter ético da Natureza e da vida, em todas as suas formas. Trabalha com a lógica do mercado, que enseja a atribuição de preços para bens e serviços ambientais e a consideração dos custos associados à prevenção ou à reparação dos danos. Por esse motivo, não substitui, quando for o caso, a necessidade de arbitramento do valor do dano moral coletivo, este compreendido como um dano de conteúdo jurídico que expressa a reprovação social diante de um evento lesivo que atinge o bem-estar coletivo e o valor de existência dos bens ambientais.

45 ODUM, H. T. *Environmental Accounting, Emergy and Decision Making*. New York: Wiley, 1996. 370 p., citado por SOARES, Alexandra Fátima Saraiva; DINIZ, Paula Santana e SILVA, Luís Fernando de Moraes. Valoração dos danos aos recursos hídricos decorrentes dos resíduos da barragem de mineração em Brumadinho – MG. In 2º. CONRESOL. 2º. Congresso Sul-americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, Foz do Iguaçu, 28 a 30 de maio de 2019.

A despeito das limitações e dificuldades relacionadas ao tema, há várias possibilidades capazes de oferecer um resultado útil para a finalidade de promover a reparação do dano material irreversível. A escolha do método mais adequado depende das peculiaridades do caso concreto, da finalidade de sua aplicação, das características de uso e de importância do bem lesado, assim como dos recursos humanos e técnicos disponíveis. A etapa de coleta de dados, em geral objeto da atuação dos órgãos ambientais e da polícia, é fundamental para o êxito da valoração, porquanto não é possível calcular valores indenizatórios sem informação suficiente e qualificada, apta a descrever os diversos impactos negativos causados.

Dado o caráter pluriofensivo dos danos ambientais, capazes de ensejar efeitos cumulativos e sinérgicos sobre diversos bens jurídicos protegidos, em múltiplas escalas, é essencial que se tenha clareza a respeito de quais impactos ambientais negativos serão objeto da valoração, em um processo de seleção e de hierarquização, porquanto não será possível valorar economicamente o dano ambiental propriamente dito, em toda a sua complexidade, mas tão somente extrair valores econômicos de bens e serviços que tenham sido lesados, com a perda ou a diminuição de sua oferta para a sociedade.

Nesse contexto, há procedimentos prévios à valoração, que pressupõem a identificação dos diversos elementos do meio ambiente que foram atingidos, observando-se o grau de intervenção, a reversibilidade do dano e as categorias que compõem o VERA. É essencial que o Promotor de Justiça ou Procurador da República conduza a investigação de modo a obter os dados necessários à valoração, assim como à definição do que será efetivamente restaurado e compensado, e que estabeleça um diálogo interdisciplinar com a equipe técnica que atua na instrução dos inquéritos civis públicos, nos inquéritos policiais e nas ações civis públicas, inclusive para a finalidade de conhecer novas abordagens científicas, que sejam capazes de captar outras dimensões dos danos ambientais (danos climáticos, danos sociais etc.).

Por fim, entende-se que a valoração econômica do dano ambiental por meio de métodos que tenham sido testados e que sejam aplicados pelo Ministério Público brasileiro concorre para reduzir eventuais riscos da discricionariedade que permeia a prática do arbitramento, seja judicial ou extrajudicial. Confere, portanto, maior racionalidade aos processos decisórios e permite que as soluções possam ser generalizadas para outros casos similares, criando-se uma espécie de “jurisprudência” de reparação integral dos danos ambientais.

Além de sua extrema utilidade para a indenização dos danos ambientais irreversíveis, a valoração também poderá servir de norte para que haja proporcionalidade com as medidas compensatórias ecológicas e com os valores que venham a servir de base para a exigência de garantias da futura remediação das áreas, inclusive na etapa do licenciamento ambiental (seguros ambientais, hipotecas etc.). Ou seja, a valoração permite que se reconheça o valor econômico, ainda que parcial, dos bens ambientais e, a partir disso, se possam tomar decisões melhor fundamentadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, D.C. *Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica*, Leituras de Economia Política, Campinas, (14): 1-31, ago.-dez. 2008.

ARAUJO, Romana Coêlho de. *Procedimentos prévios para valoração econômica do dano ambiental em inquérito civil público*. Universidade de Brasília. Instituto de Ciências Humanas. Departamento de Economia. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente. Brasília, março, 2003.

- BARRETO, M.E. *A valoração econômica como instrumento de gestão ambiental aplicável a compensação ambiental: o caso do parque estadual do Ibitipoca-MG*. Âmbito Jurídico, 2013. Disponível em <https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-ambiental/a-valoracao-economica-como-instrumento-de-gestao-ambiental-aplicavel-a-compensacao-ambiental-o-caso-do-parque-estadual-do-ibitipoca-mg/>, acesso em 02 mai. 2021.
- BENJAMIN, Antônio Herman. Conferência de abertura. *Webinar 4º Seminário Internacional do Instituto Planeta Verde - Direito das Mudanças Climáticas*. 13 e 14 de setembro de 2020. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=LRfLl4hvdpo&list=PLJx51746d6kQe7NsgwdjF_JA_pP6AKKmV, acesso em 19 dez. 2020.
- BORATTI, Larissa Verri. *Aspectos teórico-jurídicos do risco ambiental no espaço urbano*. Dissertação de Mestrado em Direito. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.
- CAMPOS JR., José Julio Ferraz de. *Valoração Econômica de Danos Ambientais: Caso dos derrames de petróleo em São Sebastião*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. Planejamento de Sistemas Energéticos, Campinas, 2003, p. 18, 40-41.
- CARVALHO, Délton Winter de. *Dano ambiental futuro*. A responsabilização civil pelo risco ambiental. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2008.
- CONSTANZA, Robert et. alii. *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. *Nature*. Vol. 387, 15 mai. 1997.
- DE CUPIS, Adriano. *El daño: teoría general de la responsabilidad civil*. Barcelona: Bosch Casa Editorial, 1975.
- DE GROOT, Rudolf et. alii. *Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units*. *Ecosystem Services*. Volume 1, Issue 1, July 2012, Pages 50-61. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.005>, acesso em 27 abr. 2021.
- FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. *Economia dos recursos naturais e do meio ambiente*. Lisboa: Instituto Piaget, 1995, p.256.
- FREITAS, Cristina Godoy de Araújo. *O pedido de compensação na ação civil pública*. Dissertação de Mestrado em Direito das Relações Sociais. PUC-SP, São Paulo, 2009.
- FREITAS, Gilberto Passos de. *Ilícito Penal Ambiental e Reparação do Dano*. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2005.
- FRIEDE, Reis; ARAGÃO, Luciano. *Dos danos sociais*. *Revista da ESMEC*, v. 23, n. 29, p. 13-44, 2016. Disponível em: http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/documentacao_e_divulgacao/doc_biblioteca/bibli_servicos_produtos/bibli_informativo/bibli_inf_2006/Rev-ESMESC_29.01.pdf, acesso em 27 de abr. 2021.
- GOMES, Luiz Flávio; MACIEL, Silvio; MAZZUOLI, Valério de Oliveira; AYALA, Patryck de Araújo. *Crimes Ambientais – Comentários à Lei 9.605/98*. São Paulo: Ed. Revista dos Tribunais, 2011.
- GRAU, Eros Roberto. *Proteção do meio ambiente: Caso Parque do Povo*. *Revista dos Tribunais*. São Paulo, v. 702, abr. 1994, p. 249.
- HANLEY, N.; SPASH, C. L. *Cost-benefit analysis and the environment*. Hants, Inglaterra: Edward Elgar, 1993, p. 83, 103, 205.

KASKANTZIS, Georges. *Apostila de Perícia Ambiental*. Curso de Perícia Judicial Ambiental, 1ª versão, 2004, mimeo.

KASKANTZIS, Georges. *Análise do Habitat Equivalente*. Revisão Bibliográfica. Disponível em: <https://qdoc.tips/analise-habitat-equivalente-pdf-free.html>, acesso em 19 jun. 2021.

KÄSSMAYER, Karin. *Cidade, riscos e conflitos socioambientais urbanos: Desafios à regulamentação jurídica na perspectiva da justiça socioambiental*. Tese de Doutorado em Direito. Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

KING, Denis; ADLER, Kenneth. *Scientifically Defensible Compensation Ratios for Wetland Mitigation*, 1991. Disponível em: [https://training.fws.gov/courses/csp/csp3132/resources/Evaluation%20Methodologies/Habitat%20Equivalency%20Analysis%20\(HEA\)/King%20and%20Adler%201991.pdf](https://training.fws.gov/courses/csp/csp3132/resources/Evaluation%20Methodologies/Habitat%20Equivalency%20Analysis%20(HEA)/King%20and%20Adler%201991.pdf), acesso em 19 jun. 2021.

KOKKE, Marcelo. *Ação civil pública n. 1010603-35.2019.4.01.3800*, 15ª Vara Federal Cível da Seção Judiciária de Minas Gerais. Disponível em: <http://climatecasechart.com/non-us-case/federal-environmental-agency-ibama-vs-siderurgica-sao-luiz-ltda-and-martins/>, acesso em 16 fev. 2021.

LEITE, José Rubens Morato. *Dano ambiental: do individual ao coletivo extrapatrimonial*. São Paulo: RT, 2000.

LOUBET, Luciano Furtado. *Licenciamento Ambiental – A obrigatoriedade da adoção das Melhores Técnicas Disponíveis (MTD)*. Belo Horizonte: Del Rey, 2014.

MAGLIANO, Mauro Mendonça. *Valoração Econômica em Laudos Periciais de Crimes contra o Meio Ambiente*, 2013, p. 115. Dissertação (Mestrado Profissional) – Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

MAGLIANO, Mauro Mendonça. *Valoração Econômica de Danos Ambientais*. Universidade de Brasília: Tese de Doutorado em Engenharia Florestal. 2019, p.183.

MAY, Peter; VEIGA NETO, Fernando; POZO, Osmar Chévez. *Valoração econômica da biodiversidade no Brasil: revisão da literatura*. Apresentado no III Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Recife. 11-13 de novembro de 1999.

MELO, Melissa Ely. *O dever jurídico de restauração ambiental*. Percepção da natureza como projeto. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Diretoria de Uso Sustentável da Biodiversidade e Florestas. *Nota Técnica 02001.000483/2016-33 DBFLO/IBAMA*. Brasília, 17 de mar. 2016.

Ministério Público do ESTADO DE Mato Grosso do Sul. *Nota Técnica: Orientações para Valoração de Dano Ambiental em procedimentos do Ministério Público de Mato Grosso do Sul*, mar. de 2018.

Ministério Público do ESTADO DO Mato Grosso. *Valoração do Dano Ambiental*. Disponível em <https://pjedaou.mpmt.mp.br/valoracao-do-dano-ambiental/>, acesso em 16 fev. 2021.

Ministério Público do ESTADO De São Paulo. *Relatório final do Grupo de Trabalho de Valoração do Dano Ambiental*. ATO PGJ 45/2012) 27/09/2012 a 14/09/2014. Disponível em: http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_

meio_ambiente/Relatorio%20Final%20-%20GT%20Valora%C3%A7%C3%A3o%20de%20Danos%20Ambientais%202012.doc, acesso em 03 de mai. 2021.

Ministério Público Federal. 4^a. Câmara de Coordenação e Revisão. *Valoração de Danos em matéria de meio ambiente e de patrimônio cultural*. Roteiros para vistoria expedita e perícia multidisciplinar em procedimentos do Ministério Público Federal. Disponível em http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/publicacoes/roteiros-da-4a-cr/copy2_of_14_006_dia_mundial_do_meio_ambiente_2_Livreto_ONLINE_CCR4_101.pdf, acesso em 16 fev. 2021.

MIRANDA, Marcos Paulo de Souza. *Primeiras reflexões sobre acordo de não persecução penal em crimes ambientais* - 15 de fev. 2020 - Site Consultor Jurídico. Disponível em <https://www.conjur.com.br/2020-fev-15/ambiente-juridico-primeira-reflexoes-acordo-nao-persecucao-penal-crimes-ambientais>, acesso em 19 jun. 2021.

MOTA, José Aroudo. *O valor da natureza*. Economia e política dos recursos naturais. Rio de Janeiro: Garamond, 2001, p. 157, 164, 169, 172.

MOTTA, Ronaldo Seroa. *A experiência internacional na valoração de danos ambientais*. Rio de Janeiro, jan. 2021, Inédito.

MOTTA, Ronaldo Seroa. *Palestra*. Escola Institucional do Ministério Público de Minas Gerais. 28 out.2020.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. *Economia Ambiental*. RJ: FGV Editora, 2006, p.12

MOTTA, Ronaldo Seroa da. *Manual para valoração econômica de recursos ambientais*. IPEA/MMA/PNUD/CNPq, Rio de Janeiro, 1997, p. 39, 254.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. *Manual para valoração econômica de recursos ambientais*. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Lega, Brasília, 1998, p.20-21, 39.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). *Habitat Equivalency Analysis: an overview*. Damage Assessment and Restoration Program. USA: Washington D.C., 2000. Disponível em: <https://darrp.noaa.gov/economics/habitat-equivalency-analysis>, acesso em 19 mai. 2021.

NETO, Nicolao Dino; FILHO, Ney Bello; DINO, Flávio. *Crimes e Infrações Administrativas Ambientais*. 3^o Edição, Ed. Del Rey, Belo Horizonte, 2011.

NOGUEIRA, J.M., MEDEIROS, M. A. A. e ARRUDA, F. *Valoração econômica do meio ambiente: ciência ou Empirismo? In: Cadernos de ciência e tecnologia*. Embrapa. Brasília, v.17, n.2, p. 81-115, maio/ago.2000.

ODUM, H. T. *Environmental Accounting, Emergy and Decision Making*. New York: Wiley, 1996, p. 370

PEARCE, D. *Economic values and the natural world*. Londres: Earthscan Publications, 1993, p. 105-106 e 110.

PEARCE, David; MORAN, Dominic. *O valor econômico da biodiversidade*. Lisboa: Instituto Piaget, 1994, p.94, 134.

PEIXOTO, S.L.; WILLMERSDORF, O.G. *Modelo de valoração econômica dos impactos ambientais em unidades de conservação*. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e de Recursos Renováveis – Brasília, DF, 2002.

- PINHO, Hortênsia Gomes. *Prevenção e reparação de danos ambientais*. As medidas de reposição natural, compensatórias e preventivas e a indenização pecuniária. Rio de Janeiro: GZ Editora, 2010.
- POLIDO, Walter Antonio. *Contrato de seguro: a efetividade do seguro ambiental na composição de danos que afetam direitos difusos*. Disponível em: <https://www.ibds.com.br/artigos/contrato-de-seguro-ambiental-publicacao.pdf>. Acesso em 27 fev. 2021.
- PRADO, Luiz Régis. *A tutela constitucional do ambiente no Brasil*. *Revista dos Tribunais*. São Paulo, v. 675, jan. 1992, p. 82-86.
- READY, R. & NAVRUD, S. *International benefit transfer: methods and validity tests*, *Ecological Economics*, 60(2): 429-434, 2006.
- RIBAS, Luiz Cesar. *Metodologia para avaliação de danos ambientais*. O caso florestal. Tese de Doutorado em Engenharia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- RIBAS, Luiz César. *A problemática ambiental*. Reflexões, ensaios e propostas. São Paulo: Editora de Direito Ltda., 1998.
- ROQUETTE, José Guilherme. *Valoração econômica de Caryocar brasiliense Camb. (Pequi): Contribuições para o ressarcimento dos danos ambientais irreversíveis e/ou compensação ecológica*. Especialização em Economia e Meio Ambiente. Curso de Pós-graduação em Economia e Meio Ambiente, Departamento de Economia e Extensão, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2016.
- SALDARRIAGA, Carlos; PATIÑO, Bernardo. (2016). *Transferencia de valores económicos para la estimación de impactos sobre cobertura boscosa en proyectos hidroeléctricos*. *Económicas CUC*, 37(1), 41-60. DOI: <http://dx.doi.org/10.17981/econuc.15.5.2016.02>.
- SANTIAGO, Alex Fernandes. *Fundamentos de Direito Penal Ambiental*. Belo Horizonte: Del Rey. 2015.
- SARLET, Ingo Wolfgang. *Direito fundamental a um clima estável e a PEC 233/2019*. *Direitos Fundamentais*. Consultor Jurídico. 14 dez. 2020., disponível em: <https://www.conjur.com.br/2020-dez-14/direto-fundamental-clima-estavel-pec-2332019>, acesso em 14 dez. 2020.
- SARLET, Ingo Wolfgang e FENSTERSEIFER, Tiago. *Direito constitucional ambiental*. Constituição, direitos fundamentais e proteção do ambiente, 2ª. Ed., São Paulo: Ed. RT, p.51.
- SENDIM, José de Sousa Cunhal. *Responsabilidade civil por danos ecológicos: da reparação do dano através de restauração natural*. Coimbra: Coimbra Editora, 1998.
- SILVA, José Afonso da. *Direito ambiental constitucional*, 2ª. Ed. São Paulo: Malheiros, 1997.
- SILVEIRA, Clóvis Eduardo Malinverni da. *Risco ecológico abusivo: a tutela do patrimônio ambiental nos processos coletivos em face do risco socialmente intolerável*. Caxias do Sul: EDUCS, 2014.
- SOARES, Alexandra Fátima Saraiva; DINIZ, Paula Santana e SILVA, Luís Fernando de Moraes. *Valoração dos danos aos recursos hídricos decorrentes dos resíduos da barragem de mineração em Brumadinho – MG*. In 2º. CONRESOL. 2º. Congresso

Sul-americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, Foz do Iguaçu, 28 a 30 de maio de 2019.

SOUZA, Roberta Fernanda da Paz de. *Economia do meio ambiente: aspectos teóricos da economia ambiental e da economia ecológica*. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco – AC, 2008.

STEIGLEDER, Annelise Monteiro. *Responsabilidade Civil Ambiental*. As dimensões do dano ambiental no direito brasileiro. 2^a. Edição, Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2011, p.245

STEIGLEDER, Annelise Monteiro. Critérios para o arbitramento do dano extrapatrimonial ao meio ambiente In. BENJAMIN, A. H.; LECEY, E.; Silvia Cappelli In: *Anais do Congresso Internacional de Direito Ambiental*. Instituto O Direito por um Planeta Verde. 2008, São Paulo. Mudanças climáticas, biodiversidade e uso sustentável de energia. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008, v. 01, p. 23-40.

WEDY, Gabriel; CAMINE, Maiara; RHODEN, Eliana; ARNHOLD, Tatiana. *Direito fundamental ao clima estável e a audiência do fundo ambiental*. Consultor Jurídico. 10 out. 2020, Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2020-out-10/ambiente-juridico-direito-fundamental-clima-estavel-audiencia-fundo-clima>, acesso em 12 dez. 2020.