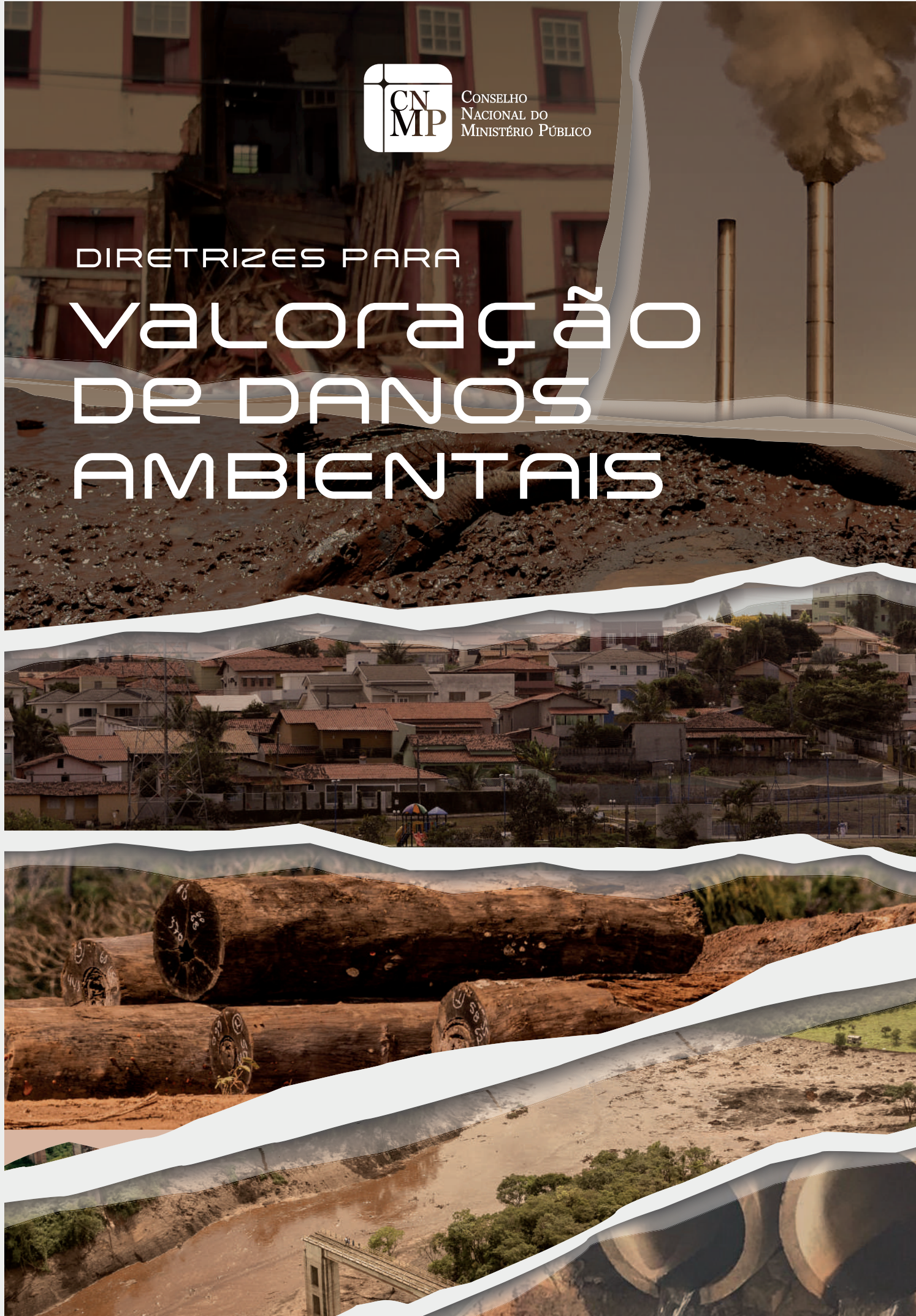




CONSELHO  
NACIONAL DO  
MINISTÉRIO PÚBLICO

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

<b>AUTORES</b> .....	<b>11</b>
<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>PREFÁCIO</b> .....	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO I: DIRETRIZES GERAIS PARA A VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANOS AMBIEN- TAIS</b> .....	<b>29</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>30</b>
<b>2. O dano ambiental e sua reparação</b> .....	<b>31</b>
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
<b>3. Procedimentos para a valoração de danos ambientais</b> .....	<b>42</b>
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
<b>4. Síntese dos métodos para valoração de danos ambientais materiais</b> .....	<b>49</b>
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
<b>5. Considerações Finais</b> .....	<b>69</b>
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	<b>70</b>
<b>CAPÍTULO II: VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANOS AMBIENTAIS DECORRENTES DE PO- LUIÇÃO</b> .....	<b>76</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>77</b>
<b>2. Procedimentos prévios para qualificação da poluição</b> .....	<b>79</b>
<b>3. Métodos aplicados para a valoração do dano decorrente de poluição</b> .....	<b>84</b>
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
<b>4. Conclusões .....</b>	<b>110</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>111</b>
<b>Anexo 1 - Quesitos para investigação de poluição .....</b>	<b>115</b>
Poluição sonora.....	115
Poluição por efluentes .....	115
Poluição industrial.....	115
Emissões atmosféricas.....	116
<b>CAPÍTULO III: VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANOS AO PATRIMÔNIO CULTURAL .....</b>	<b>117</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>118</b>
<b>2. Conceito, valores, tipologia, dimensões e particularidades do dano ao patrimônio cultural .....</b>	<b>120</b>
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
<b>3. Elementos preliminares a serem coletados na investigação extrajudicial .....</b>	<b>124</b>
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
<b>4. Protocolo inicial da investigação extrajudicial e check list para a formação da prova .....</b>	<b>128</b>
4.1. Dados necessários para a aplicação do método Custo de Reposição .....	129
4.2. Dados necessários para a aplicação do método CONDEPHAAT.....	130
<b>5. Métodos aplicados para a valoração do dano ao patrimônio cultural .....</b>	<b>130</b>
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
<b>6. Conclusão.....</b>	<b>140</b>
<b>7. Glossário .....</b>	<b>142</b>
<b>Referências bibliográficas .....</b>	<b>149</b>
<b>Apêndice .....</b>	<b>152</b>

Apenso.....	152
<b>CAPITULO IV: VALORAÇÃO DE DANOS AMBIENTAIS À FLORA .....</b>	<b>153</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>155</b>
<b>2. O dano ambiental .....</b>	<b>156</b>
2.1. Conceito jurídico .....	156
2.2. O dano ambiental à vegetação nativa .....	158
<b>3. Serviços Ecosistêmicos e premissas da valoração do dano ambiental .....</b>	<b>158</b>
<b>4. Os Biomas brasileiros .....</b>	<b>160</b>
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 Ecosistêmicos 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 Ecosistêmicos 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
<b>5. Restauração e recuperação do dano ambiental à flora (reparação in situ).....</b>	<b>195</b>
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
<b>6. Cenários ambientais de referência – definições e conceituações.....</b>	<b>204</b>
<b>7. Elementos preliminares para investigação extrajudicial - checklist pós-evento.....</b>	<b>207</b>
<b>8. A importância da Quesitação – Danos contra a Flora.....</b>	<b>212</b>
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
<b>9. Métodos da Valoração Econômica e subsídios da Economia à Valoração de Danos .....</b>	<b>239</b>
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
<b>10. Conclusão.....</b>	<b>251</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>252</b>
<b>CAPÍTULO V: A VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANOS À FAUNA SILVESTRE .....</b>	<b>274</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>275</b>
<b>2. Da valoração de danos.....</b>	<b>276</b>
<b>3. Dos métodos utilizados para valoração .....</b>	<b>277</b>
<b>4. Da equivalência de nomenclatura dos métodos .....</b>	<b>281</b>
<b>5. Nota Técnica do Ministério Público do Mato Grosso do Sul: valoração de dano ambiental, sobre fauna silvestre .....</b>	<b>283</b>
5.1. Custos de reabilitação e destinação da fauna silvestre.....	284

5.2. Custos de reposição da fauna silvestre .....	285
<b>6. Valoração econômica de danos ambientais, coletânea da Central de Apoio Técnico - CEAT do Ministério Público de Minas Gerais .....</b>	<b>285</b>
<b>7. Valoração de danos à avifauna: a contribuição do Ministério Público de São Paulo.....</b>	<b>286</b>
<b>8. A aplicação da Emergia em valoração de danos à fauna silvestre.....</b>	<b>287</b>
<b>9. Valoração de danos decorrentes da pesca clandestina.....</b>	<b>289</b>
<b>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.....</b>	<b>291</b>
<b>11. Considerações Finais .....</b>	<b>292</b>
<b>Referência bibliográfica.....</b>	<b>293</b>
<b>CAPÍTULO VI: VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANOS AMBIENTAIS DECORRENTES DE LOTEAMENTOS IRREGULARES .....</b>	<b>295</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>296</b>
<b>2. Conceito e efeitos da implantação de loteamentos irregulares .....</b>	<b>299</b>
<b>3. Reparação integral dos danos ambientais em loteamentos irregulares .....</b>	<b>300</b>
<b>4. Avaliação dos danos ambientais em loteamentos irregulares: aplicação prática.....</b>	<b>303</b>
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
<b>5. Sugestões de quesitos para apurar a responsabilidade civil.....</b>	<b>317</b>
<b>6. Considerações finais .....</b>	<b>319</b>
<b>Referências .....</b>	<b>320</b>
<b>CAPÍTULO VII: VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANOS AMBIENTAIS DECORRENTES DE MINERAÇÃO .....</b>	<b>325</b>
<b>1. Apresentação .....</b>	<b>327</b>
1.1. Objetivo, justificativa e procedimento do trabalho.....	327
1.2. Experiência do Ministério Público em valoração do dano ambiental.....	328
<b>2. O dano Ambiental em Mineração.....</b>	<b>329</b>
2.1. Conceito Jurídico .....	330
2.2. Importância do conceito para se valorar.....	331
<b>3. Valoração econômica ambiental .....</b>	<b>335</b>
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
<b>4. O que valorar? .....</b>	<b>363</b>
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
<b>5. Protocolos de medidas diante de um dano ambiental na mineração .....</b>	<b>375</b>
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
<b>6. Controle de riscos para se evitar danos na mineração .....</b>	<b>393</b>
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
<b>Referências .....</b>	<b>412</b>
<b>Apêndices .....</b>	<b>420</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>477</b>

## CAPÍTULO VII

# VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANOS AMBIENTAIS DECORRENTES DE MINERAÇÃO

Sandra Akemi Shimada Kishi<sup>1</sup>  
Romana Côelho de Araújo<sup>2</sup>  
Jorge Madeira Nogueira<sup>3</sup>  
Ronaldo Seroa da Motta<sup>4</sup>  
Marcelo Drügg Barreto Vianna<sup>5</sup>  
Raimundo Moraes<sup>6</sup>  
Annelise Steigleder<sup>7</sup>  
Luciano Furtado Loubet<sup>8</sup>  
Reinaldo Pimenta<sup>9</sup>  
Soraia Marriba Soares Knez<sup>10</sup>  
Marcelo de Oliveira Lima<sup>11</sup>  
Sidnei Luís da Cruz Zomer<sup>12</sup>  
Osório Thomaz<sup>13</sup>  
Mariana Hortelani Carnesecca Longo<sup>14</sup>  
Nivaldo Caetano da Cunha<sup>15</sup>  
Joyce Cruz di Giovanni<sup>16</sup>  
Ubiratan Cazetta<sup>17</sup>  
Lílian Regina Furtado Braga<sup>18</sup>

- 1 Procuradora Regional da República PRR3/MPF. Vice-Presidente da Associação Brasileira dos membros do Ministério Público do Meio Ambiente (ABRAMPA). Coordenadora do projeto Conexão Água da 4ª CCR/MPF. Mestre em Direito pela Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP).
- 2 Assessora Econômica 6ª CCR/MPF. Servidora do MPU. Economista. Mestre em Gestão Econômica do Meio Ambiente (UnB). Bacharel em Direito (CEUB).
- 3 Professor Titular do Departamento de Economia da Universidade de Brasília (ECO/UnB). Doutor pela *University of London*.
- 4 Professor de Economia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Doutor em Economia pela *University College London*.
- 5 Ph.D. em Engenharia pela Universidade de Birmingham/Inglaterra. Conselheiro da Comissão Consultiva do projeto Conexão Água do Ministério Público Federal (MPF). Professor Dr. do MBA de Gerenciamento de Facilidades da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, POLI-USP (Poli-Integra)
- 6 Membro do Ministério Público do Pará. Especialista em Educação Ambiental e em Direito Ambiental e Políticas Públicas (UFPA). Mestre em Direitos Humanos e Meio Ambiente (UFPA).
- 7 Promotora de Justiça no RS. Mestre em Direito pela UFPR. Doutora em planejamento urbano regional pelo PROPUR/UFRGS
- 8 Promotor de Justiça no MS. Mestre em Direito Ambiental pela Universidade de Alicante/Espanha. Pós-graduado em Direito Ambiental pela Universidade para o Desenvolvimento da Região do Pantanal (UNIDERP).
- 9 Analista da Central de Apoio Técnico (CEAT) do Ministério Público de Minas Gerais (MPMG). Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Minas pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).
- 10 Bióloga. Especialista em Gestão Ambiental. Assessora Técnica Especializada do Grupo de Apoio Técnico Interdisciplinar (GATI) do Centro de Apoio Operacional (CAO) do Ministério Público do Pará. Foi Perita Local – GIZ – *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit*.
- 11 Pesquisador em Saúde Pública da Seção de Meio Ambiente (SEAMB) do Instituto Evandro Chagas (IEC). Coordenador do Programa de Pós-graduação em Epidemiologia e Vigilância em Saúde (PPGEVS/IEC).
- 12 Analista e servidor do MPU/SPEEA – Secretaria de Perícia, Pesquisa e Análise da Procuradoria-Geral da República/MPF. Geólogo. Mestre em Geociências pela UFRGS.
- 13 Químico Industrial da Escola Superior de Química Oswaldo Cruz. Bolsista de Pesquisa da *Japan International Cooperation Agency* de 1997. Pesquisador no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, desde 1986, em Análise e Gestão de Riscos Tecnológicos.
- 14 Bióloga-mestre em Conservação dos Recursos Florestais. Pesquisadora do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, na Seção de Planejamento Territorial, Recursos Hídricos, Saneamento e Florestas (SPRSF) da Área de Cidades, Infraestrutura e Meio Ambiente (CIMA).
- 15 Engenheiro Florestal (UFV). Especialista em Ciências do Ambiente (PUC/MG). Especialista em Botânica (UFLA/MG). Mestre em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável – Dom Helder Câmara/MG. Analista do MPMG.
- 16 Graduada pela Universidade Estadual de Campinas. MBA em Gerenciamento Estratégico de Projetos pela FIAP. Formação em Geoestatística pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Especialista em Análise de Dados pela *Delft University of Technology*.
- 17 Procuradora Regional da República, mestre em Direitos Humanos pela UFPA
- 18 13ª Promotora de Justiça em Santarém, Mestranda do Programa de Sociologia e Direito da Universidade Federal Fluminense - UFF.

## SUMÁRIO

### 1. Apresentação

- 1.1. Objetivo, justificativa e metodologia do trabalho
- 1.2. Experiência do MP em valoração

### 2. O dano ambiental em mineração

- 2.1. Conceito jurídico
- 2.2. Importância do conceito para se valorar

### 3. Valoração econômica ambiental

- 3.1. Fundamentos da valoração econômica ambiental
- 3.2. Métodos da valoração econômica: classificação e equivalências
- 3.3. Etapas e procedimentos na valoração econômica
  - 3.3.1. Procedimentos condutores de valoração financeira ou econômica
    - 3.3.1.1. Transferência de valor (de benefício e/ou de custo)
    - 3.3.1.2. Análise de Habitat Equivalência
- 3.4. A experiência internacional na valoração de danos ambientais

### 4. O que valorar?

- 4.1. Impactos da mineração
- 4.2. A mineração e os serviços ecossistêmicos
- 4.3. Indicação de métodos da valoração por impactos da mineração

### 5. Protocolos de medidas diante de um dano ambiental na mineração

- 5.1. Coleta de dados e informações (ou *check list* inicial)
- 5.2. Quesitos do que se deve solicitar a quem vai valorar
- 5.3. Valoração realizada interna ou externamente ao MP brasileiro
- 5.4. Experiência de valoração de dano ambiental: Resumo Analítico do Estudo de Perdas e Danos de Juruti Velho/PA

### 6. Controle de riscos para se evitar danos na mineração

- 6.1. Definição do risco
- 6.2. Teorias do risco: cultural e analítica
- 6.3. Gestão de riscos: políticas, diretrizes e normas conforme CGU e TCU
- 6.4. Controle de risco: o risco evitado

### Referências

### Apêndices

### Anexos

## 1. APRESENTAÇÃO

Em meados de 2020, o Conselho Nacional do Ministério Público, por meio da sua Comissão do Meio Ambiente, deliberou sobre a criação de um grupo de trabalho<sup>19</sup> acerca do tema valoração econômica do recurso natural e do dano ambiental, com o objetivo de elaborar diretrizes nacionais na atuação do Ministério Público brasileiro

<sup>19</sup> Portaria nº 01/2020/CMA (Portaria Interna-Grupo de Estudos), 13 de outubro de 2020 (SEI/CNMP - Portaria 0410691).

em relação às metodologias sobre valoração de danos ambientais e dos serviços ecossistêmicos. Certamente que tais diretrizes e orientações poderão demandar ajustes e suplementações diante da realidade e das peculiaridades de cada cenário e demandas dos danos ambiental e social em concreto. Os diferentes níveis de organização das governanças corporativas e dos riscos a que são expostos o meio ambiente e a comunidade pelas atividades de mineração também podem demandar adequações no procedimento de valoração do dano.

Foram realizadas mais de dez reuniões do SG-Mineração, entre agosto de 2020 e maio de 2021. Ao longo delas, foram colhidas diversas percepções e experiências, por parte de atores de diferentes setores, público e privado, gestores, pesquisadores, membros do MPF e de MPs de Estados. Assim, o presente capítulo busca abarcar desde a indicação de pontuais cuidados mínimos necessários, preparatórios para a realização da valoração, com base no conceito e na definição jurídica de dano ambiental na mineração (seção 2), passando pela análise dos métodos e dos procedimentos da valoração econômica ambiental (seção 3), com foco nos principais impactos por fases da mineração a serem valorados (seção 4), à luz de protocolos de medidas mínimas diante de um dano (seção 5), com descrição, ao final, de uma sistematizada compilação regulatória da gestão de riscos na governança corporativa e aspectos jurídicos do controle de riscos, após o monitoramento, para se evitar danos decorrentes da mineração (seção 6), visando à internalização do custo com a não evitação do risco ou do dano. Peças importantes, tais como alguns estudos de valoração, glossários de termos técnicos e referências mínimas para valoração do dano por equipes de consultores ou *experts* contratados pelos empreendedores e acompanhados pelo Ministério Público, encontram-se no Apêndice ou no Anexo deste capítulo.

A integração de valerosos docentes nas discussões sobre o tema de valoração do dano ambiental e por experientes peritos e pesquisadores de órgãos e institutos públicos e privados, além de membros e servidores do Ministério Público brasileiro<sup>20</sup>, possibilitou a soma de robusto aporte de experiências e conhecimentos práticos e teóricos sobre as desafiantes questões relacionadas à valoração do dano ambiental decorrentes da atividade de mineração, numa profícua sinergia de competências e esforços para alcançar o escopo dessa iniciativa institucional do CNMP.

### 1.1. Objetivo, justificativa e procedimento do trabalho

O objetivo deste capítulo é abordar diretrizes técnicas e jurídicas na temática de valoração de danos ambientais da mineração a fim de auxiliar na atuação do Ministério Público brasileiro. As diretrizes da valoração do dano ambiental também enfatizam a priorização necessária de uma atuação ministerial articulada visando à atuação preventiva para se evitar o dano, à luz dos princípios da precaução e do controle dos riscos, aplicáveis à atividade de risco da mineração, mediante antecipação de medidas preventivas e precautórias. Busca-se com isso evitar não apenas o risco de dano, como o próprio dano na atividade minerária, quase sempre de grande monta e de graves impactos ambientais e sociais.

A premência desse complexo desafio de parametrizar diretrizes para a valoração econômica do dano ambiental parte da premissa de uma adequada gestão integrada com as demais políticas ambientais e sociais, numa articulação necessária dos indicadores hidrológicos na área de influência das atividades, ou seja, na bacia hidrográfica do projeto ou do empreendimento de mineração. Significa dizer que a valoração do dano ambiental e social pressupõe e deve considerar um conjunto articulado e a adequada gestão integrada de instrumentos não apenas da política

20 Agradecimentos a todos os valerosos docentes convidados, peritos e membros de diversos Ministérios Públicos Estaduais e do SPEEA/PGR-MPF e aos pesquisadores do Instituto de Pesquisas Tecnológicas e do Instituto Evandro Chagas pelas integrações ao SG-Mineração de Valoração do Dano Ambiental do CNMP.

nacional do meio ambiente, como das demais políticas envolvidas na atividade. Com efeito, a título exemplificativo, vale citar os instrumentos da política de conservação e proteção da biodiversidade, da saúde ambiental, da saúde pública, da segurança da água, da segurança ocupacional, sem descuidar da gestão e do controle dos riscos associados e sinérgicos. Embora este capítulo não cubra a análise de todas essas questões, é relevante ponderar aqui que a desconsideração de tais pressupostos pode impactar de alguma forma a valoração do dano ambiental ou do risco não evitado.

A metodologia de trabalho deste grupo pautou-se na concepção de diretrizes oriundas de discussões em reuniões técnicas por integrantes do subgrupo mineração de valoração do dano ambiental, fomentadas pela análise, por peritos do Ministério Público brasileiro e *experts* externos convidados, de laudos periciais escolhidos pela CMA/CNMP e por membros do SG-Mineração, com o objetivo de vislumbrar um estado da arte ou uma amostra dos métodos utilizados no âmbito do Ministério Público brasileiro. Esta amostragem sobre a experiência da aplicação dos métodos de valoração do dano ambiental utilizados pelo Ministério Público encontra-se na Tabela A.1, no Apêndice I. Nas reuniões técnicas foram avaliados os benefícios e as deficiências práticas na aplicação dos métodos utilizados pelo MP. Também houve discussões sobre protocolos de medidas de e para a valoração econômica do dano ambiental reconhecidos pela literatura especializada no tema, destacando-se a efetividade do alcance e dos resultados dos métodos reconhecidos pela ABNT NBR 14653-6, abordados no item 3.2.

No curso dos trabalhos de preparação do presente capítulo, membros do MPF e do MPMG do SubGrupo Mineração de Valoração do Dano Ambiental realizaram reunião virtual<sup>21</sup> com a direção do Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), que congrega mais de 130 associados, responsáveis por 85% da produção mineral do país Brasil.<sup>22</sup> Na ocasião foram reportadas a publicação da Carta Compromisso do Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM) perante a sociedade, publicada pelo IBRAM em 9 de setembro de 2019<sup>23</sup>, e a constituição de 12 Grupos Técnicos com as seguintes temáticas: segurança operacional, barragens e estruturas de disposição de rejeitos, saúde e segurança operacional, mitigação de impactos ambientais, desenvolvimento local e futuro dos territórios, relacionamento com comunidades, comunicação e reputação, diversidade e inclusão, inovação, água, energia e gestão de resíduos.

## 1.2. Experiência do Ministério Público em valoração do dano ambiental

Sem a pretensão de esgotar o tema, mas no sentido de instigar discussões sobre ele, o grupo tomou por base a análise de alguns documentos técnicos e laudos periciais relacionados à mineração já elaborados pelo MP brasileiro para uma visão, ainda que incipiente, sobre o “estado da arte” de como a matéria está sendo compreendida internamente. Com efeito, laudos periciais escolhidos pelo CNMP e pelos próprios membros do Ministério Público do SG-Mineração foram analisados por colaboradores e servidores deste subgrupo, possibilitando relatar e discutir cada laudo da amostra, à luz de um roteiro previamente elaborado com 24 questões, proposto pela CMA/CNMP. Tal metodologia de trabalho do SG-Mineração propiciou a concepção de uma moldura técnico-jurídica mínima para o próprio Ministério Público verificar como se valorar o dano ambiental. Essa relatoria sobre os métodos que vêm sendo adotados no âmbito do Ministério Público ajudou também na compilação de bases técnicas

21 Reunião técnica do SG-Mineração de Valoração do Dano Ambiental com representantes do IBRAM foi realizada no dia 2 de dezembro de 2020, sendo que, em dezembro de 2020, o Diretor Presidente do IBRAM apresentou por e-mail informações adicionais e documentos sobre projetos e boas práticas sustentáveis da Instituição.

22 Cf. <<http://www.ibram.org.br/>>.

23 Disponível em: <<http://portaldaminerao.com.br/wp-content/uploads/2019/09/carta-compromisso-setor-mineral-setembro-2019.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2021.

para facilitar o diálogo, acerca dos indicadores mínimos necessários, com instituições ou empresas externas contratadas para realizarem a valoração ambiental.

Com as colaborações e análises técnicas dos integrantes do Subgrupo Mineração, logrou-se a construção da Tabela A.1, evidenciando, ainda que por uma simples amostragem<sup>24</sup>, quais métodos estão sendo adotados pelo Ministério Público brasileiro em casos concretos de mineração. Vale, no entanto, ressaltar que essa amostra mínima de 22 laudos escolhidos pelo CNMP e SG-Mineração para serem analisados não representa o universo de análises técnicas em mineração internamente pelo MP brasileiro. Cumpre este exercício apenas a função de fomentar discussões sobre a experiência do MP em relação aos métodos utilizados pelos peritos do MP e, com base nessas reflexões, trazer para este capítulo outras perspectivas e diretrizes técnicas e jurídicas que apontem também para novos ou melhores métodos de valoração do dano, inclusive olhando-se para uma necessária valoração dos riscos não evitados.

A Tabela A.1, no Apêndice I, propiciou constatar a ausência de uniformidade na escolha do método de valoração do dano, mesmo em situações similares, bem como a carência de certos cuidados técnicos acerca dos métodos e procedimentos de valoração econômica ambiental, conforme a literatura especializada indica. Portanto, para tentar suprir esses gargalos, o presente capítulo buscou focar na elucidação desses tópicos, elencando procedimentos e métodos recomendados.

## 2. O DANO AMBIENTAL EM MINERAÇÃO

Para atender aos objetivos deste trabalho, tão importante quanto delinear os métodos de valoração é definir o conceito jurídico de dano ambiental em mineração.

Há premissas correspondentes à delimitação locacional e temporal importantes para a conformação do conceito de dano ambiental e social da mineração. Com efeito, a par da questão locacional ou reparação *in situ*, também a questão temporal da valoração tem repercussão no conceito jurídico de dano ambiental. Nesse sentido, o conceito de dano ambiental em relação à extensão da linha de base ou ao ciclo de vida, objeto da valoração do dano, acolhe não apenas os impactos, como também os riscos evitáveis, traduzidos em custos de proteção e de controle de riscos evitados. Isso influencia nos métodos de valoração que devem abarcar esses parâmetros, que serão mais detalhados ao longo deste capítulo. Os impactos devem ser de plano mitigados em condicionantes de licenças ambientais. Os riscos da atividade de mineração são controlados por monitoramentos das atividades e metodologias de controle de riscos, por força da aplicação dos princípios da prevenção, da precaução e do controle do risco. É evidente que mineração é sempre uma atividade de risco, até porque se trata da única atividade que a Constituição Federal exige expressamente a recuperação do meio ambiente degradado (§2º do artigo 225 da CF/88). O conceito jurídico do dano ambiental acolhe, portanto, o risco evitado.

Na prática, medidas e métricas preexistentes de proteção ambiental e de controle do risco para se evitar o dano podem ser integradas em método de custo de controle, com base em mercado de bem substituto (MOTTA, 1998, p. 242), alcançando período antes do evento danoso. Portanto, mais se trata aqui de ajustar o conceito jurídico de dano ambiental para então valorá-lo. O conceito jurídico de dano ambiental da atividade de mineração deve albergar o controle do risco evitado no conceito jurídico de dano ambiental, à luz da lei do *compliance* empresarial (Lei nº 12.846/2013) combinada com o artigo 225, § 1º, V e VII, da CF/1988.

A respeito disso, o MP brasileiro vem trabalhando em acordos setoriais e TACs (termos de ajustamento de conduta) que consideram metas de não uso ou banimento

24 p. 420

de técnicas, métodos ou substâncias proibidas, não recomendadas ou que estejam relacionadas a riscos ambientais ou socioambientais inaceitáveis, à luz da Constituição Federal e de leis e normas internas e inúmeros tratados, convenções ou documentos internacionais, assinados pelo Brasil<sup>25</sup>.

## 2.1. Conceito Jurídico

Restaurado ou recuperado o meio ambiente e, na sua impossibilidade, realizada a compensação ambiental, diante de um considerável interregno de tempo em que a sociedade ficará privada de desfrutar o meio ambiente atingido, há o dever da devida indenização, que há de ser proporcional ao dano e ao tempo decorrido entre o dano e a recuperação ou a compensação ambiental, constituindo o denominado lucro cessante ambiental.

Cumprir destacar as seguintes considerações de Francisco José Marques Sampaio (1998, p.107):

*Não é apenas, portanto, a agressão à natureza que deve ser objeto de reparação, mas, outrossim, a privação, imposta à coletividade, do equilíbrio ecológico, do bem estar e da qualidade de vida que aquele recurso ambiental proporciona, em conjunto com os demais. Desse modo, a reparação do dano ambiental deve compreender, também, o período em que a coletividade ficará privada daquele bem e dos efeitos benéficos que ele produzia, por si mesmo e em decorrência de sua interação com os demais (artigo 3º, inciso I, da lei 6.938/81). Se a recomposição integral do equilíbrio ecológico, com a reposição da situação anterior ao dano, depender, pelas leis da natureza, de lapso de tempo prolongado, a coletividade tem direito subjetivo a ser indenizada pelo período que mediar entre a ocorrência do dano e a integral reposição da situação anterior de equilíbrio ecológico e fruição do bem ambiental atingido.*

Ao conceito jurídico de dano ambiental exposto no capítulo inicial, destaca-se aqui como o artigo 54 da Lei nº 9.605/1998 (Lei de crimes ambientais) vincula a definição jurídica de poluição à ocorrência de perigo de “danos à saúde humana” ou à concreta constatação de “mortandade de animais ou destruição significativa da flora”. Entretanto, a lei de crimes ambientais não define com clareza dano ambiental.

Além disso, o dano ambiental é multidimensional e ostenta um caráter progressivo dos efeitos negativos, que absorve as demandas contidas da realidade fática. Desde o advento da Lei Federal nº 6.938/1981 (Lei da Política Nacional do Meio Ambiente), cujo artigo 3º, incisos II e III, apresentou os conceitos de degradação e de poluição, novas facetas da degradação ambiental foram explicitadas pela legislação e pela jurisprudência. Entre estas facetas, inserem-se os serviços ecossistêmicos definidos no art. 2º, inciso II, da Lei Federal nº 14.119/2021, que institui a Política Nacional de

<sup>25</sup> Citam-se como exemplos de normas constitucionais, supralegais e legais de aplicação no Brasil: Princípio do Controle do Risco (artigo 225, § 1º, V e VII, CF/1988); Princípio da Precaução (artigo 225, § 1º, IV, CF/1988), Lei nº 12.846/2013, artigo 1º c.c. art. 5º e 6º; ISO 19600/2014 sobre conformidade; Portaria CGU 909/2015 (sobre avaliação de integridade) e Portaria CGU 910/2015 (sobre responsabilidade anticorrupção); Lei das Estatais nº 13.303/2016 (sobre compliance na administração pública); ISO 37001/2016 (sobre boas práticas anticorrupção); Res. CMN 4327, de 25/4/2014 (sobre responsabilidade socioambiental do agente financiador e sobre registro de perdas por riscos); Resolução do CMN 4557/2017 (gestão integrada de riscos); Resolução CMN 4553/2017 (requisitos de governança das instituições financeiras); Lei nº 13.655, de 25/4/2018 – cultura da segurança jurídica e eficiência na aplicação do direito público; DECRETO 9.571, 21/11/2018, sobre empresas e direitos humanos; Regulamento EU 2019/2088, sobre transparência ativa e progressiva; Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito; e Resolução CONAMA nº 452/2012, Convenção de Roterdã (sobre amianto), Convenção de Minamata (sobre mercúrio); Diretiva 2010/75/EU, de 24/11/2010, sobre emissões industriais e prevenção e controle integrados da poluição; Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos 200 Persistentes; Lei nº 12.305/2010 (sobre MTD para rede pública de esgoto ou cursos d'água); Resolução CONAMA nº 316, de 29/10/2002 (MTD em tratamento, beneficiamento e de disposição 203 final de resíduos e redução de emissões em geral). Leia-se ainda LOUBET, Luciano Furtado, *Licenciamento ambiental: a obrigatoriedade da adoção das melhores técnicas disponíveis (MTD)*. Belo Horizonte: Del Rey, 2014.

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 Superior Tribunal de Justiça sumulou que “Quanto ao dano ambiental, é admitida a condenação do réu à obrigação de fazer ou a de não fazer cumulada com a de indenizar.” (Súmula 629).

Os danos ambientais, portanto, não podem ser tratados unicamente pela visão econômica utilitarista, sendo que a compensação monetária tende a ser sempre subsidiária em relação à reparação *in natura*. Esta ordem prioritária da reparação *in natura* frente à compensação que ainda resgata um valor ambiental e à indenização do dano ambiental irreversível não diminui ou exclui a necessidade de se mensurar cada uma das três etapas, para que haja uma correlação, a mais justa possível, entre o dano em todas as suas dimensões jurídicas e o valor da obrigação de indenizar.

Annelise Steigleder reconheceu a possibilidade de conversão da indenização dos danos irreversíveis em medidas compensatórias, consistentes em obrigações de entregar coisa distinta de dinheiro, com fundamento no artigo 83 da Lei nº 8.078/1990 – Código de Defesa do Consumidor (BRASIL, 1990).

Os danos morais coletivos ou extrapatrimoniais atingem os bens imateriais, carregados de valores identitários e simbólicos presentes no imaginário social. Conforme esclarece o Min. Humberto Martins, do Superior Tribunal de Justiça, “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”<sup>26</sup>. Este dano é, via de regra, objeto de arbitramento, pois se trata 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<sup>27</sup>. Os danos sociais são danos materiais e imateriais, a depender da afetação à variável ambiental, e 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 e podem ser acompanhados da ocorrência de lucros cessantes.

## 2.2. Importância do conceito para se valorar

Um conceito jurídico de dano ambiental, que integre os riscos não evitados ao longo da atividade de mineração, é necessário para a segurança jurídica e para a aplicação de um justo método de valoração.

Jorge Madeira Nogueira anota que

o uso dos métodos de valoração econômica nas ações e decisões dos procuradores do Ministério Público deve ser enquadrado pelas especificidades das atividades típicas do MP brasileiro. Esse enquadramento se inicia com a definição de dano ambiental. Não é na Economia que essa definição deve ser buscada.<sup>28</sup>

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

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

28 Estudo elaborado por Jorge Madeira Nogueira em colaboração técnico-científica *pro bono* ao SG-Mineração de Valoração do Dano Ambiental do CNMP.

E, ao conceito jurídico de dano ambiental, incorporam-se os riscos não evitados com medidas de prevenção e de precaução para o seu devido controle<sup>29</sup>, além da autenticidade da reparação *in situ*, advinda da valoração das ciências biológicas traduzida da estimativa do valor dos serviços ecossistêmicos<sup>30</sup>. Assim, o conceito jurídico de dano ambiental há de englobar o conjunto resultante da desconsideração da “relação entre o que está sendo feito e o conhecimento existente sobre o funcionamento dos componentes do capital natural (biodiversidade, solo, ar, água, clima) e suas interfaces com o bem-estar humano, por meio dos serviços ecossistêmicos”<sup>31</sup>.

Na prevenção do dano ou evitação do risco<sup>32</sup> é aplicável o devido controle de riscos e podem ser aplicados modelos de seguros-caução, seguros de lucros cessantes, seguros para riscos *non-owned disposal site coverage* (para danos de outrem, como assunção de passivos ambientais de áreas contaminadas), entre outros. É da essência de qualquer seguro ambiental a análise e o mapa de diagnóstico de riscos de qualquer atividade usuária de recursos naturais. Segundo Walter Polido (2007), “As seguradoras poderão transformar-se na figura de um agente de preservação ambiental, com interesse na melhor qualidade de vida”. Os seguros ambientais, diante dos altos valores de seus prêmios, são usualmente respaldados por resseguros, tal como ocorre nos EUA, e, até o momento, são de aplicação ainda inédita no Brasil. A valoração do dano é relevante para que haja proporcionalidade com o valor segurado. Trata-se de um instrumento que pode oferecer garantia extraordinária à própria execução do TAC ambiental, visto que o segurado e a empresa seguradora têm interesse de que a obrigação de fazer seja executada de fato<sup>33</sup>. Na hipótese, o grupo de empreendedores, usuário dos recursos naturais, oferece garantias (caução) à sociedade pelos danos eventualmente provenientes de sua atividade. O art. 9º, inciso XIII, da Lei nº 6.938/1981 estabelece como instrumento de política nacional de meio ambiente o seguro ambiental. Os danos sociais e os danos morais extrapatrimoniais elevam os custos com a prevenção, que precisam ser internalizados pelo usuário, diante do dever de prevenir enquanto princípio de direito internacional geral. Daí a importância de parâmetros de valoração dos recursos naturais que serão impactados. Com efeito, diante da própria atividade de risco da mineração, as informações produzidas ao longo dos serviços devem constar de relatórios técnicos, contendo plantas, mapas temáticos, perfis e laudos laboratoriais, para apoiar decisões. Tais relatórios técnicos podem fornecer subsídios aos peritos responderem a quesitos, por exemplo, sobre os seguintes temas:

Relatório 1 – Análise de série histórica e lista de documentos;

Relatório 2 – Base topográfica de precisão;

Relatório 3 – Geologia e Hidrogeologia;

Relatório 4 – Climatologia, potencial de contaminação do solo e recursos hídricos superficiais;

29 Bem por isso, incorpora-se ao final do presente trabalho a seção sobre riscos, gestão e controle de risco.

30 Segundo a Avaliação Ecossistêmica do Milênio, 2005, definem-se quatro categorias de Serviços Ecossistêmicos: Provisão: responsáveis pela capacidade dos ecossistemas de prover algo (exemplos: alimentos, matéria-prima, recursos genéticos, água, etc.); Reguladores: benefícios resultantes de processos naturais reguladores de condições ambientais (exemplos: regulação do clima, controle de enchentes e erosão, purificação do ar, etc.); Culturais: relacionados à importância dos ecossistemas que oferecerem proventos recreacionais, educacionais ou espirituais (exemplos: turismo impulsionado por elementos naturais, o bem-estar proveniente da prática de esportes ou atividades de lazer em parques ou reservas, etc.); e Suporte: relacionados a processos naturais fundamentais para a manutenção e existência de outros serviços (exemplos: ciclagem de nutrientes, formação de solos, polinização, etc.)

31 V. Nota 9.

32 V. item 6.4.

33 Disponível em: <<https://www.ibds.com.br/artigos/contrato-de-seguro-ambiental-publicacao.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2021.

Relatório 5 – Estudo de estabilidade de taludes do depósito de rejeito e barragens de contenção;

Relatório 6 – Ensaio de tratabilidade de drenagem ácida de mina em escala laboratorial;

Relatório 7 – Valoração de danos ambientais;

Relatório 8 – Análise de riscos ambientais;

Relatório 9 – Levantamento dos impactos sociais.

O ideal seria que todas as partes ou stakeholders avaliassem todas as análises de risco, os relatórios técnicos, os relatórios de auditoria, externa independente ou da auditoria interna, dos diversos setores e dos órgãos de controle, com seus quesitos e estudos conclusivos ao Ministério Público Federal e/ou ao Ministério Público Estadual. Tais quesitos resultariam do conjunto de propostas da empresa de mineração, do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), do órgão estadual de controle da poluição, da Agência Nacional de Mineração (ANM) e do Município que acolhe a atividade mineradora. Convém destacar que, sempre, o mais adequado ambiente cidadão de discussões sobre os quesitos, análises de riscos e estudos de impactos é a audiência pública. Danos sociais, a par dos ambientais, são danos associados ou sinérgicos advindos usualmente em projetos de implantação de minas e de operação de barragens, sendo que comunidades ribeirinhas ou vulneráveis devem sempre ser consultadas, ouvidas e ter consideradas as suas sugestões e decisões coletivas, desde o planejamento até o monitoramento das operações. O direito à participação social não se limita ao direito de voz, porquanto a norma prevê a consideração das opiniões e observações no processo de tomada de decisões, que não poderão ser desconsideradas. Esta recomendação normativa está prevista no “Acordo Setorial<sup>34</sup> que visa a evitar-se a falsidade da participação ou a mera aparência de participação, em que se convidam as pessoas a participar, mas decisão já está pronta” (MACHADO, 2019, p. 39). Um procedimento de valoração mais célere, mas que requer várias condicionantes de essenciais similitudes, tem sido aplicado pelo MPF em casos de desastres ambientais (como no caso da poluição hídrica no Paraná pela Petrobrás e na Ação Civil Pública principal pelo desastre em Mariana/MG<sup>35</sup>). Trata-se de se valer de analogia com valorações precedentes em situações muito semelhantes, em especial quando eclode o dano, sem referências confiáveis de diagnósticos ambientais, sociais e socioambientais. Com efeito, registre-se a comparação analógica, como base para uma reparação preliminar, sem prejuízo de uma valoração econômica do dano ambiental complementar ou supletiva, na Ação Civil Pública principal ajuizada pelo Ministério Público Federal e pelo Ministério Público de Minas Gerais, diante do desastre do rompimento de barragem de mineração em Mariana/MG, com o paradigmático evento danoso no Golfo do México, decorrente da explosão de plataforma, com graves danos pelo vazamento de petróleo em 2010. No caso, restringiu-se a comparação jurídica por paradigmático desastre precedente, visando a lastrear um reconhecimento inicial de estimativa de valor de reparação preliminar do dano, diante das circunstâncias

34 Refere-se o autor ao Acordo Setorial de Escazú/Costa Rica (artigo 7º, § 7º, que determina que a “autoridade pública correspondente levará devidamente em conta o resultado do processo de participação”), texto da versão em português, conforme publicação das Nações Unidas, CEPAL, LC/PUB Santiago, 2018/8.

35 Em 2/5/2016, o Ministério Público brasileiro entrou com a principal ação civil pública 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 bilhões. Entendeu o Ministério Público 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 km<sup>2</sup> de águas marinhas e morte de 11 pessoas, foi menor que os impactos em Mariana, com 19 mortes e com a mesma extensão proporcional de água poluída. Aduz 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.

similares e para situações semelhantes em relação aos resultados quanto ao número de vítimas e extensão da poluição hídrica.

O conceito jurídico de dano ambiental engloba o que deveria ter sido (e não foi) investido em monitoramento de segurança da atividade de mineração e em controle do risco ambiental. Este conceito jurídico mais abrangente antecipa o termo *a quo* da ação ou da inação que causaram o dano, ampliando o ciclo de vida da valoração do dano para alcançar o risco não evitado. Hoje, diante da vastidão de normas, diretrizes e autorregulações em nível nacional e internacional sobre *compliance*, o ato de desprezar o monitoramento preventivo e o controle de risco, com a devida transparência, evidencia uma assumida posição de aceitação do risco de não conformidade frente à principiologia do direito ambiental, relacionada à prevenção, à precaução, à eficiência e ao controle do risco. Todos esses princípios constitucionais, no sistema jurídico nacional, são normas com força cogente, ou seja, coercitiva.

Também há de ser considerado que as perdas dos serviços ecossistêmicos usualmente geram prejuízos sociais, econômicos e culturais a toda uma coletividade que depende desses serviços.

Ademais, importante ter-se em mente que, no conceito jurídico de dano ambiental, devem ser integrados todos os danos e riscos não evitados associados à construção, à operação, ao monitoramento e ao descomissionamento de uma barragem de mineração, para além das questões ambientais, conforme o artigo 2º, VII, da Lei nº 12334/2010, com a redação dada pela Lei nº 14066/2020, a qual dispõe que o dano potencial associado à barragem é o

dano que pode ocorrer devido a rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem, independentemente da sua probabilidade de ocorrência, a ser graduado de acordo com as perdas de vidas humanas e os impactos sociais, econômicos e ambientais.

Relevante, outrossim, é observar quando a atividade de mineração se coaduna com alguma conduta de produção e exploração de matéria-prima pertencente à União, sem autorização legal, tipificando crime de usurpação de patrimônio da União previsto no artigo 2º da Lei nº 8176/1991. Entendem-se tais bens por matérias-primas condizentes a fontes energéticas, quais sejam: petróleo e seus derivados, gás natural e suas frações recuperáveis, álcool etílico, hidratado carburante e demais combustíveis líquidos carburantes.

Portanto, à valoração do dano ambiental relacionada a práticas de crimes de usurpação de patrimônio da União, resultantes da exploração de combustíveis fósseis do subsolo, é necessário agregar o correspondente valor de reprovabilidade social, próprio dos ilícitos penais.

A produção, a exploração e a comercialização das fontes energéticas, abarcadas pela Lei nº 8176/91, encontram-se fundamentadas no artigo 177 da Constituição da República Federativa do Brasil. No mesmo diapasão, a lei de crimes ambientais está lastreada no artigo 225, seus parágrafos e incisos, da Magna Carta, reconhecida como *Constituição Ecológica* pela positivação de normas constitucionais de preservação do meio ambiente, consagrada em diversos comandos normativos, não apenas dispostos no capítulo inaugural do artigo 225.

Mesmo que se venha a entender, para efeitos de aplicação da sanção penal, pelo concurso formal de delitos<sup>36</sup>, ou seja, um ato com diversos resultados danosos (entre o artigo 55 da Lei nº 9605/1998 – crime ambiental de mineração ilegal – e o artigo 2º da Lei nº 8176/91 – crime de usurpação de patrimônio da União), deve ser considerado

36 STF – HC: 111762 RO, Relator: Min. CÁRMEN LÚCIA, Data de Julgamento: 13/11/2012, Segunda Turma (HC – extração de ouro – interesse patrimonial da União e crime contra o meio ambiente – bens jurídicos distintos – concurso formal – inexistência de conflito aparente de normas).

na valoração do dano ambiental o valor agregado pelo alto grau de reprovabilidade pela prática de ilícito criminal. Tanto deve ser assim, que a lei dos Juizados Especiais Criminais (Lei nº 9099/95, artigo 89 e artigo 28, I, da Lei nº 9605/98) prevê a extinção da punibilidade, desde que comprovada a reparação do dano ambiental. Também o artigo 27 da Lei nº 9605/98 condiciona a transação criminal à prévia composição civil dos danos. Destarte, as condutas ilícitas nas atividades de mineração que tipifiquem delitos de menor potencial ofensivo (como é o caso do artigo 55 da Lei de Crimes Ambientais) podem se valer, além de quesitos específicos para as condutas delitivas penais, dos mesmos quesitos aplicáveis à valoração da responsabilidade civil por dano ambiental, seja porque a prévia composição civil do dano propiciará uma transação penal ou a suspensão condicional do processo (ou *sursis* processual) e a própria extinção da punibilidade, se reparado integralmente o dano.

Nos desastres ambientais decorrentes de atividades de mineração, no conceito jurídico de dano ambiental, social e socioambiental, devem ser incorporados outros impactos negativos e lesividades, considerando graus de reprovabilidade social. E, sempre, os custos não internalizados pelo empreendimento, relacionados aos riscos não evitados e correspondentes a externalidades negativas, por se traduzirem ao longo do tempo no próprio dano, devem ser considerados para efeitos de valoração.

Bem por isso, também, em tese, deveriam estar somadas ao cômputo das devidas reparações por delitos decorrentes de condutas geradas por atividades de mineração, lesividades em face de outros bens jurídicos tutelados pela lei. Nesse passo, citam-se os crimes, por exemplo, de lavagem de dinheiro e contra o consumidor por condutas de *greenwashing* por riscos operacionais e reputacionais, dentre outros, que, pelo dever de vigilância (*due diligence*), deveriam ter sido evitados.

Diante das responsabilidades criminais, civis e administrativas pelo dano ambiental, também devem ser agregados à valoração do dano os montantes estimados a título de **reprovabilidade social** pela prática de crimes contra o consumidor, de corrupção e os de lavagem de dinheiro, se não foram objetos de persecução, e deveriam ter sido.

Os aspectos jurídicos versados nesta seção ganharão cor e textura ao longo das demais, na medida do aprofundamento e detalhamento das questões técnicas e práticas acerca de como e quando valorar e do papel do MP brasileiro em todo esse processo.

### 3. VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL<sup>37</sup>

Esta seção do Capítulo Mineração objetiva analisar procedimentos para a aplicação de métodos de valoração econômica do dano ambiental e dano social como instrumentos auxiliares em decisões judiciais. Com esse propósito, destaca a potencial contribuição desses métodos e procedimentos para a eficácia do termo de ajustamento de conduta (TAC) e da ação civil pública (ACP) em eventos danosos derivados das atividades minerárias.

As reuniões do Subgrupo Mineração forneceram informações relevantes sobre o estágio atual no uso da valoração econômica no Ministério Público em ocorrências danosas ao ambiente natural ou ao ambiente construído derivadas das atividades de mineração. Se, por um lado, ficou evidente um elogiável esforço em buscar a dimensão econômica dos danos ocorridos, por outro lado ficaram também evidenciadas algumas dúvidas sobre o recomendável pelos fundamentos científicos da valoração econômica.

As atividades de produção e de consumo geram uma pressão sobre serviços e recursos naturais. Resultam dessa pressão dos impactos nos serviços ecossistêmicos

<sup>37</sup> Seção 3, escrita por Romana Coêlho de Araujo, Assessora Econômica 6ª CCR/MPF, e pelo Professor Dr. Jorge Madeira Nogueira, Professor Titular do Departamento de Economia da Universidade de Brasília. Além da íntegra da contribuição do Professor Dr. Ronaldo Seroa da Motta, no item 3.4.

e recursos ambientais. Tais impactos, por sua vez, geram efeitos sobre o sistema econômico (tais como alteração nos níveis de renda, lucros, custos e preços). Embora alguns serviços ecossistêmicos ou recursos ambientais não tenham seu preço reconhecido no mercado, seu valor econômico existe na medida que seu uso altera o nível de produção, consumo e bem-estar da sociedade.

Nesse contexto, esta seção expõe justificativas técnicas e científicas para o uso desejável ou recomendável da valoração econômica de danos ambientais da atividade minerária. Uma vez que o uso possível da valoração econômica é imposto por limitações de recursos orçamentários, humanos e de tempo enfrentadas pelo Ministério Público, aqui são indicados, também, possíveis graus de liberdade no uso da valoração econômica que minimizam perdas na confiabilidade dos resultados obtidos. Enfatizam-se, em particular, limites que diferenciam a obtenção de um valor monetário qualquer da estimativa de um valor econômico expresso em unidades monetárias.

Ao longo do texto são apresentados quadros conceituais que esclarecem as definições aqui usadas para determinados conceitos. Busca-se, assim, evitar uma frequente zona de divergência entre profissionais de diferentes áreas de conhecimento técnico e científico. Em outras palavras: a mesma expressão tem, muitas vezes, um conceito com distintos significados para engenheiros, economistas, advogados, biólogos, entre outros. As definições aqui apresentadas nos quadros conceituais são as frequentemente utilizadas por economistas. Não significa que elas sejam mais ou menos rigorosas do que a definição usual de qualquer outra área de ciência. Significa apenas que elas possuem um significado específico para a Economia.

### 3.1. Fundamentos da valoração econômica ambiental

A Valoração econômica tem sido usada há décadas. Um dos métodos que será mencionado na seção 3.2 (o MPH) tem suas aplicações iniciais em estudos de economia agrícola do início do século XX. O embrião de outro método (o MVC) pode ser rastreado aos anos 1940 em estudos de viabilidade econômica de projetos públicos nos Estados Unidos da América<sup>38</sup>. Por sua vez, métodos agrupados sob a denominação de Métodos Função de Produção (MDR, MCR, MCE e MCO – ver adiante) estão presentes na literatura econômica desde a década de 1940. O uso da valoração econômica surge em (e se difunde por) diferentes setores como saúde (valoração de benefícios econômicos de programas de saúde pública), transporte (custos e benefícios econômicos de projetos de infraestrutura de transporte), segurança pública (custos econômicos da violência), entre outros, ao longo das décadas. Nos vinte anos finais do século XX, a valoração econômica é incorporada ao instrumental analítico dos economistas ambientais. Uma consequência desse uso extenso de valoração econômica é que seus resultados são demandados por diferentes grupos de interesse, corporações, instituições públicas, pesquisadores, apenas para mencionar algumas. Esse amplo interesse é positivo, mas provoca alguns efeitos colaterais que suscitam interpretações confusas sobre o que é valoração econômica frente à valoração financeira ou contábil (tema recorrente nas reuniões do Subgrupo Mineração; ver Quadro Conceitual 3.1) e sobre como interpretar resultados obtidos a partir de determinada sistemática de se obter um valor monetário para um determinado dano ambiental derivado de uma atividade minerária.

<sup>38</sup> Quando o *National Resources Board* decidiu em sua *Flood Control Act* de 1936 que os impactos intangíveis de acompanhamento de seus projetos também deveriam ser considerados. O marco conceitual para avaliação de “serviços não mercado” foi desenvolvido pela Ciriacy-Wantrup (1947). Em 1950, um relatório publicado pelo *Inter-Agency River Basin Committee* e conhecido como “Livro Verde” recebeu atenção generalizada. O Livro Verde tornou-se um guia para avaliação econômica dos efeitos dos projetos de bacias hidrográficas. Recomenda o uso dos preços de mercado ou, se não possível, o uso de métodos alternativos como a contabilidade dos gastos de um usuário para lazer ou contemplação ou sua disposição de pagar por um uso adicional das instalações de recreação.

<b>Quadro Conceitual 3.1</b>	
<b>Estimativas Financeira e Econômica: semelhanças e diferenças</b>	
Estimativa Financeira	Quando se estima o custo ou o benefício de uma perspectiva financeira, utilizam-se apenas os preços de mercado dos componentes dos custos e dos benefícios (insumos, fatores, produtos, despesas, receitas) sem preocupação alguma com possíveis distorções existentes nesses preços (existência de poder de monopólio, de externalidades positivas ou negativas). Essa estimativa financeira tende a capturar (quando o faz) apenas componentes TANGÍVEIS dos custos e dos benefícios.
Estimativa Econômica	Quando se estima o custo ou o benefício de uma perspectiva econômica, essa incorpora as estimativas financeiras e adiciona a ela estimativas de custos e benefícios que não têm preço de mercado (bens públicos – na sua definição econômica –, externalidades positivas ou negativas), assim como realiza ajustes em preços de mercados que apresentam distorções (existência de preços de monopólio). Fica evidente que a estimativa econômica busca capturar, além dos componentes TANGÍVEIS, os componentes INTANGÍVEIS dos custos e dos benefícios.

Fonte: Essa diferenciação pode ser encontrada em livros e manuais sobre estudos de viabilidade financeira e econômica de projetos. Para referenciar um: Jenkins, Kuo e Harberger (2013). *Cost-Benefit Analysis for Investment Decisions*.

Outra consequência da difusão de métodos de valoração econômica é a amplitude de referências bibliográficas existentes. Isso também é verdadeiro para valoração econômica do meio ambiente. Muitas centenas de artigos científicos, manuais, relatórios técnicos, livros sobre valoração econômica do meio ambiente existem em nível internacional e em nível nacional. Um levantamento bibliométrico realizado apenas sobre aplicações acadêmicas dos métodos de valoração econômica do meio ambiente por pesquisadores brasileiros identificou mais de duas centenas de referências publicadas entre 1993 e 2015. Para evitar frequentes e cansativas citações a referências bibliográficas ao longo desta seção, o Apêndice II deste capítulo apresenta uma breve lista de referências consideradas essenciais para um adequado uso de valoração econômica do dano ambiental. Só são mencionadas no texto principal algumas referências consideradas fundamentais para manter o rigor da argumentação.

Um fundamento básico de qualquer mensuração em qualquer área de conhecimento é que o resultado da mensuração deve refletir uma variável que, por sua vez, tem origem em um conceito relevante naquela área de conhecimento. Segundo E. Lawler (1971), “Teoria sem dados é fantasia, dado sem teoria é caos”, uma frase que deve ser sempre lembrada na valoração econômica do dano ambiental.

Uma simples definição de valoração ambiental é “tentativa de colocar valores monetários em bens e serviços ambientais ou recursos naturais”. Esses valores monetários, quando obtidos, são dados (empíricos) que precisam dialogar com fundamentos teóricos da Economia para que possam significar uma evidência cientificamente robusta de um valor econômico de um bem, serviço ou dano ambiental. Se não houver esse diálogo, será algum outro tipo de valoração monetária – financeira ou contábil –, mas não de valoração econômica.

*Fundamento em Destaque pelo Subgrupo Mineração*

*É essencial definir-se se a valoração que se busca de um determinado dano contempla apenas a dimensão financeira/contábil desse dano ou se ela contempla também as dimensões econômica e social do dano causado pela atividade minerária. O instrumento da valoração do dano, na perspectiva jurídica, promove a integração das dimensões econômica e social do dano decorrente da atividade de mineração.*

Para que esse fundamento não seja esquecido ou subestimado, economistas ambientais argumentam que a valoração econômica deve ser iniciada com a identificação de todos os elementos do patrimônio natural (ou do histórico) que foram alterados pela ação danosa, tanto os elementos tangíveis como os intangíveis. No jargão da Economia Ambiental devem ser identificados todos os elementos que compõem o Valor Econômico Total (VET) do patrimônio ambiental que sofreram efeitos danosos derivados da atividade mineral<sup>39</sup>. Esse procedimento de explicitação do VET em exercícios de valoração, apesar de relevante, não deve ser entendido como sendo um método de valoração econômica. Ele não é método nem metodologia de valoração econômica e sim um procedimento básico e orientador para as escolhas dos métodos de valoração econômica adequado. Uma vez que a sobreposição de terminologias foi tema recorrente nas reuniões do Subgrupo Mineração, o Quadro Conceitual 3.2 apresenta as definições conceituais que estão sendo adotadas nesta seção.

<b>Quadro Conceitual 3.2</b>	
<b>Metodologia, Métodos e Procedimentos de Valoração Econômica</b>	
Procedimentos	São etapas, tarefas ou medidas tomadas para alcançar um determinado objetivo ou se chegar ao fim.
Métodos	São ferramentas, instrumentos e procedimentos específicos que são usados para coletar, organizar e analisar dados (informações empíricas).
Metodologia	Estratégia abrangente que envolve estudar e escolher métodos utilizados em determinada área de conhecimento, nos limites das suas teorias e princípios. Permite desenhar uma abordagem, com procedimentos e métodos para alcançar um determinado objetivo.

Fonte: consoante posicionamentos de Jorge M. Nogueira em reuniões no SG-Mineração.

*Fundamento em Destaque pelo Subgrupo Mineração*

*O VET ou o VERA é uma etapa inicial de um procedimento que permite uma escolha mais rigorosa de um método ou de uma combinação de métodos de valoração econômica de um dano ambiental. Ele não é em si um método de valoração econômica. O VET ou o VERA fornece a quem deseja valorar um dano uma visão panorâmica dos diferentes efeitos sobre distintos elementos do patrimônio natural que foram negativamente afetados pelo dano ambiental.*

O valor dos serviços ou recursos ambientais é derivado de todos os seus atributos. Economistas ambientais iniciam o processo de mensuração distinguindo entre valor de uso – com componentes predominantemente, mas não exclusivamente,

<sup>39</sup> Seroa da Motta (1998) utiliza a denominação Valor Econômico do Recurso Ambiental (VERA) em vez de VET.

tangíveis – e valor de não uso – componentes essencialmente intangíveis – do bem ou serviço ambiental. Assim, nos valores de uso, há sempre uma atividade econômica associada. Os de não uso 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 do VET com o componente Valor de Opção (VO), que contempla os VUD e VUI ao longo dos anos. Um outro componente do VET, 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 indivíduo<sup>40</sup>. Como resultado, o valor econômico total (VET) seria a soma dessas parcelas de valores, isto é,  $VU + VNU$ . Ou, de forma desagregada, na soma de  $VUD + VUI + VO + VQO + VNU = VET$ . Um exemplo de um possível VET conceitual do Quadro 3.3. Dele, pode-se capturar de maneira coerente aquilo que deverá ser valorado economicamente para refletir o dano ambiental causado. Mais ainda, com base nessa captura, percebe-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 evidenciados os componentes do VET 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 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.

<sup>40</sup> Valor de não uso pode representar também o desejo do indivíduo de manter certos recursos ambientais para que seus herdeiros, isto é, gerações futuras, usufruam direta e indiretamente. Uma expressão simples desse 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.

<b>Quadro Conceitual 3.3</b>				
<b>Valor Econômico Total - Área com Floresta</b>				
<b>Principais Componentes dos Bens e Serviços Ambientais</b>				
<b>Considerações Qualitativas</b>				
<b>Valor de Uso</b>		<b>Valor de Opção</b>	<b>Valor de Quase Opção</b>	<b>Valor de Existência</b>
<b>Valor de Uso Direto</b>	<b>Valor de Uso Indireto</b>			
<b>Madeira</b>	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, independentemente do uso que possam ter para o ser humano.
<b>Frutos</b>	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.
<b>Beleza natural para lazer</b>	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.	
<b>Beleza natural para turismo</b>	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.	

Fonte: NOGUEIRA, aulas gravadas 2020, cujos vídeos são encontráveis no **Apêndice VII**.

*Fundamento em Destaque pelo Subgrupo Mineração*

*Na valoração econômica não se obtém o valor do estoque (nível) do patrimônio ambiental afetado por um dano derivado da atividade de mineração. A valoração econômica nos fornece o valor econômico de mudanças no estoque (nível) do patrimônio ambiental.*

Mas externalidade negativa está distante de ser uma adequada definição de dano ambiental. A valoração econômica se limita a propor métodos e/ou procedimentos para estimar os valores monetários desse dano ambiental que sejam coerentes com os fundamentos econômicos destacados nesta seção.

### 3.2. Métodos da valoração econômica: classificação e equivalências

Um dano causado a um patrimônio natural (e a um patrimônio histórico) gera efeitos negativos de diferentes características. Alguns desses efeitos são tangíveis, enquanto outros são intangíveis. Como assinalado anteriormente, a valoração econômica visa a conferir valores econômicos precisos a bens e serviços ambientais danificados que apresentam preços de mercado – portanto, tangíveis – e, também, a bens e serviços que não são comercializados em mercados – e, assim, considerados intangíveis.

Nesse contexto, um fator crucial na escolha do método de valoração dos custos de danos ambientais é se os custos em causa são tangíveis ou intangíveis. Danos ambientais tangíveis – por exemplo, perdas de produção ou outros listados como componentes do VUD no Quadro Conceitual 3.3 – podem ser valorados a preços de mercado. Esses também incluem danos “reparáveis”, como danos materiais. Os custos das medidas de reparo necessárias podem ser, sob certas condições a serem detalhadas a seguir, um indicador adequado para o registro desses danos. Em certas situações, serão obtidos apenas valores financeiros (contábeis) dos custos dos danos. A partir desses valores financeiros (contábeis) e com base em determinados ajustes e/ou procedimentos, valores econômicos podem ser obtidos (ler novamente o conteúdo do Quadro Conceitual 3.1).

No entanto, muitos impactos sobre o ser humano e o meio ambiente são de natureza intangível. Esses incluem efeitos que prejudicam a qualidade ambiental (e levam à redução do valor recreativo de rios, lagos, florestas, por exemplo), efeitos adversos sobre o bem-estar físico e mental de pessoas e/ou comunidades, decorrências que influenciam mudanças nos riscos de acidentes, nas taxas de morbidade e/ou de mortalidade, sendo que esses vão além dos custos mensuráveis de hospitalização, medicação e perda de ganhos. Quando se trata de valorar tais perdas de benefícios, o simples expediente de usar preços de mercado ou de estimar custos de restauração e remediação não é suficiente. Isto é, estimar apenas os custos financeiros significa subestimar o valor econômico total dessas perdas.

Os métodos de valoração econômica ambiental usual e tradicionalmente analisadas na literatura – teórica ou empírica – buscam incorporar conceitos e procedimentos para coletar, organizar e analisar dados (informações empíricas) 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 VET de uma alteração no patrimônio ambiental/histórico. É importante enfatizar que todos os métodos de valoração econômica ambiental permitem estimar partes (componentes) do VET. Apenas um dos métodos a serem mencionados a seguir permite a captura do VET como um todo: o Método Valoração Contingente (MVC).

Essa é uma dificuldade enfrentada por executores de experimentos reais de valoração econômica de dano ambiental: a necessidade de combinar métodos de valoração para obter o valor econômico de diferentes elementos do VET do dano ambiental avaliado. Os procedimentos alternativos que proliferam para “substituir” os métodos de valoração econômica ambiental – a serem explicitados em futura seção deste capítulo (transferência de benefício, equivalência de habitat, entre outros) – não eliminam nem minimizam essa dificuldade e geram outras dificuldades para sua rigorosa utilização.

Isso posto, quanto à decisão de se escolher métodos de valoração econômica para estimar o valor de um dano, um cuidado inicial é evitar a confusão potencial derivada da inexistência de uma classificação desses métodos que seja unanimemente aceita pelos estudiosos e praticantes de valoração econômica ambiental. Para um(a) novo(a) entrante em atividades de valoração, a primeira impressão é que existem dezenas de métodos de valoração econômica por causa das inúmeras denominações que um mesmo método recebe de diferentes autores. Nada mais longe da verdade. Não passam de seis ou sete os métodos de valoração econômica dignos de registro na literatura econômica especializada.

Na ausência de uma classificação universalmente aceita sobre as técnicas de valoração econômica ambiental, a alternativa mais rigorosa é sugerir uma classificação derivada da análise dos capítulos 14 a 20 do Volume 2 do *Handbook of Environmental Economics* (Ver Apêndice II deste Capítulo) e muito próxima à consagrada classificação de Bateman & Turner (1992, p.123). Ela distingue os métodos de valoração econômica distinguindo-os pela utilização ou não das curvas de demanda por bens ou serviços ecossistêmicos. A classificação é:

A) Abordagens com Curva de Demanda

1) Métodos de Preferências Expressas

1.1) Método de Valoração Contingente (MVC)

2) Métodos de Preferências Reveladas

2.1) Método de Custos de Viagem (MCV)

2.2) Método de Preços Hedônicos (MPH)

B) Abordagens sem Curva de Demanda (Função de Produção)

3) Método Dose-Resposta (MDR)

4) Método de Custos de Reposição (MCR)

5) Método de Comportamento Mitigatório/de Custos Evitados (MCE)

6) Método Custo de Oportunidade (MCO)

Para facilitar a identificação dos métodos de valoração pela perícia do MP brasileiro, apresentamos o Quadro Conceitual 3.4. com denominações equivalentes dos métodos de valoração econômica que destacamos nesta seção. Alertamos que é uma lista não exaustiva de denominações equivalentes dos métodos aqui nomeados. O corpo pericial do MP deve estar atento às variadas denominações, uma vez que esses métodos não são conhecidos pela maioria dos juízes, promotores e procuradores, e esclarecê-los sobre as equivalências é uma contribuição técnica relevante .

**Quadro 3.4 – Métodos de Valoração Equivalentes**

<b>Método de Valoração</b>	<b>Métodos Equivalentes</b>	<b>Autores</b>
MVC	Disposição a pagar	3
	Aceitação e Compensação	3
	Valoração Contingente	1/4/5/6/7/9
	Estado de Preferência	8
MCV	Método Custos de Viagem	1/3/4/5/6/7/8/9
MPH	Valor de Propriedade	3
	Abordagem Diferencial de Salário	3
	Preços de Casas ou Terras	4
	Salários pelo Risco	4
	Preço Hedônico	1/5/6/7/8/9
MDR	Mudança no valor da Produção	3
	Dose-Resposta	4/5
	Função Produção	6/8
	Produtividade Marginal	1/7
	Mudança na Propriedade	9
MCR	Custo de Reposição	3/4/7/8/9/
	Projeto Sombra	Sem equivalência
MCE	Perda de Salários/Lucros	3
	Gastos Preventivos	3/9
	Gastos Evitados	4/7
	Custo de Controle	7
	Comportamento Evitado	6/8
MPM	Análise Custo Eficiência	3
	Bens de Mercado como substitutos	3/1
	Preço de Mercado	9
	Proxy/Produtos Substitutos	9
	Custos de Oportunidade	7/9
Sem Equivalente	Escolha sem custos	3
	Ordenação contingente (preferência estabelecida/fixa)	4

**Fonte:** Castro e Nogueira (2019, p. 31, Quadro 1.4 no original). “Nesta Tese, a abordagem dos métodos será feita com base em Bateman e Turner (1992).” Portanto, esses autores correspondem a 1ª coluna.

**Nota:** (1) Motta (1998); (2) Bateman e Turner (1992); (3) Hufschidt et al. (1983); (4) Pearce (1993); (5) Hanley e Spash (1993); (6) Nunes e Van Den Bergh (2001); (7) Maia, Romeiro e Reydon (2004); (8) Barbier (2007); (9) David e Richards (1998).

### 3.3. Etapas e Procedimentos na Valoração Econômica

Há um grande número de referências, manuais e relatórios técnicos sobre os métodos de valoração econômica ambiental. O Apêndice II. 2. *Referências Nacionais* indica algumas referências básicas de autores brasileiros sobre esses métodos. É relevante assinalar que o interesse pelo estudo e pela aplicação de métodos de valoração econômica cresceu exponencialmente nos últimos 30 anos entre técnicos e pesquisadores brasileiros<sup>41</sup>. Nas universidades brasileiras, em particular, programas de pós-graduação no Brasil têm desempenhado papel de destaque ao ampliar e difundir nosso entendimento sobre aspectos robustos e frágeis de diversos métodos de valoração econômica. Esta seção não é o local adequado para apresentar, detalhar ou analisar aspectos teóricos e operacionais de cada um dos métodos de valoração econômica apresentados no Quadro Conceitual 3.4. Não obstante, resumimos esses aspectos na Tabela A.3.1 do Apêndice III deste Capítulo. Aqui cabe enfatizar alguns tópicos que foram mencionados e/ou discutidos durante as reuniões do Subgrupo Mineração. Em situações de danos ao meio ambiente derivados da atividade de mineração que exigirem o envolvimento do Ministério Público, a primeira etapa do processo de decisão é sobre que valoração econômica deve ser desenvolvida por demanda do MP e que valoração deve ser desenvolvida pelo corpo técnico do próprio MPF.

#### *Fundamento em Destaque pelo Subgrupo Mineração*

*Na valoração econômica de um dano ambiental da atividade de mineração, é essencial estabelecer a valoração que poderá ser desenvolvida por técnicos do MP com base nos métodos de valoração econômica e a valoração que será requisitada pelo MP a instituições externas. A escala do dano ambiental sob análise é um critério básico no estabelecimento dessa diferenciação. Valoração por atividades externas só deve ser escolhida em danos ambientais de escala significativa.*

O uso dos métodos de valoração econômica nas ações e decisões dos procuradores do Ministério Público deve ser enquadrado pelas especificidades das atividades típicas do MP brasileiro. Um elemento de atuação do MP precisa ser explicitado. Se definirmos a “linha de tempo do dano ambiental” derivado de uma atividade de mineração como o período de tempo entre  $t_0$  – ocorrência de um dano ambiental – e  $t_n$  – início do pagamento do valor da indenização ambiental pelo infrator –, raramente a atuação do MP se inicia próximo a  $t_0$ , apesar de ela se alongar até  $t_n$ . Mais ainda: se  $t$  for estimado em anos e se o MP se incorporar à “linha do tempo” em, por exemplo,  $t_5$ , os procedimentos de valoração econômica no MP serão iniciados em  $t_7$  ou  $t_8$ . Isso significa que o servidor do MP responsável por estimar o valor econômico do dano ambiental terá que basear seus procedimentos em laudos técnicos sobre o dano ambiental elaborados por outros profissionais, ligados a outras instituições, que coletaram, possivelmente, informações com outros objetivos que não os de usá-los para estimar o valor econômico do dano ambiental.

<sup>41</sup> Aplicações dos métodos de valoração econômica do meio ambiente eram inexistentes no Brasil até a segunda metade dos anos 1980. O estudo pioneiro foi o de Oliveira et al. publicado em 1987 pela Revista DAE, sobre o Programa de Esgoto Sanitário da Região Metropolitana de São Paulo. Nele os autores aplicaram o Método Preços Hedônicos (MPH). Nos anos seguintes foram sendo utilizados gradualmente outros métodos de valoração econômica: o Método Custos de Viagem (MCV) em 1993 e o Método Valoração Contingente (MVC) em 1995. Contribuições teóricas iniciam-se na segunda metade dos anos 1990 com Marques e Comune (1995), Motta (1998) e Nogueira e Medeiros (1998). A segunda metade da década de 1990 também experimenta um aumento no número de cursos de pós-graduação *stricto sensu* relacionados com diversos aspectos conexos com o uso e a conservação do capital natural. Dissertações, teses e artigos multiplicaram-se em todas as regiões brasileiras.

Essa realidade impõe restrições aos procedimentos de valoração econômica que podem ser realizadas dentro do MP. Essas restrições podem decorrer dos seguintes fatos:

a) o MP tende a envolver-se com um dano ambiental de atividade de mineração próximo a  $t_0$  nos casos de dano de grande porte de atividade mineral (por exemplo, Mariana) e mais distante de  $t_0$  nos casos de dano ambiental cumulativo (pequeno em um determinado ponto do tempo mas crescente ao longo dos anos e do espaço geográfico) derivado de atividade mineral, como o derivado do garimpo de ouro na Bacia do Rio Cassiporé, Amapá<sup>42</sup>. Assim, as valorações de dano ambiental cumulativo tendem a ser predominantes dentro do MP e elas dependem essencialmente da qualidade das informações contidas nos laudos de instituições outras que não o MP; b) o envolvimento do MP nos casos de dano de grande porte tende a ser, como assinalado, próximo a  $t_0$  na “linha de tempo do dano ambiental”; no entanto, essa entrada precoce tende a ser pouco produtiva, se não existir uma “relação de procedimentos” pré-estabelecida sobre como e o que coletar que possa ser útil para uma posterior valoração econômica do dano ambiental; além disso – e ainda mais relevante –, apesar do desafio técnico de valoração de um grande dano de atividade mineral, o quantitativo de pessoal dentro do MP torna proibitiva a realização dessa valoração dentro do MP.

Os argumentos anteriores indicam a necessidade de que sejam definidas estratégias para valoração econômica de dano ambiental derivado da atividade mineral dentro do MP. O MP enfrenta (e continuará enfrentando) a necessidade de escolher entre duas opções em procedimentos de valoração econômica: a) “interna” ou “in house” no MP e b) “externa ao” ou “sob demanda do” MP. A diferenciação entre **a** e **b** é muito influenciada pelo “porte do dano”, definição esta que ainda necessita de um aprofundamento analítico dos participantes do Subgrupo de Mineração.

Destaca-se que, ainda na opção b (“externa ao” ou “sob demanda do” MP), poderão existir casos em que tal opção não remeta ao porte do dano, mas sim à limitação de recursos financeiros, humanos ou materiais. Em particular, limitações de recursos humanos podem ser explicadas por algumas razões: não conhecimento do tema, ausência de servidores nas ciências cruciais ao dano ocorrido, ou mesmo pela incapacidade logística do MP em não conseguir reunir uma equipe multidisciplinar. Adiciona-se, porém, que caberia ao MP analisar os custos de capacitar seus servidores ou continuar contemplando a alternativa de contratar instituições/empresas externas para realizar a valoração econômica ambiental.

#### *Fundamento em Destaque pelo Subgrupo Mineração*

*Na valoração econômica de um dano ambiental da atividade de mineração a) “interna” ou “in house” no MP prevalecerão os procedimentos relacionados aos Métodos Função de Produção. Já na valoração econômica de um dano ambiental da atividade de mineração b) “externa ao” ou “sob demanda do” MP haverá mais ampla possibilidade de procedimentos relacionados aos Métodos Função Demanda.*

Se essas duas escolhas forem reais, o MP precisa estabelecer “relação de procedimentos” pré-estabelecida **sobre como e o que coletar** que possa ser útil para uma posterior valoração econômica do dano ambiental que contemple:

<sup>42</sup> Detalhes em COSTA, Milena Leal; NOGUEIRA, Jorge Madeira; IMBROISI, Denise; GALLARDO, Juan Vicente Guadalupe. *Nem Tudo que Reluz é Ouro: custos sociais dos efeitos do garimpo sobre a provisão de água na Bacia do Rio Cassiporé, Amapá*. XII Encontro Nacional da Sociedade Brasileira Economia Ecológica. Seção Temática: Gestão do uso dos recursos naturais renováveis e não renováveis. Mineração e meio ambiente. Uberlândia, 2017, 18p.

1) qual instituição é responsável por elaborar laudo com tal conteúdo que esse laudo possa ser fonte de informações confiáveis para procedimentos posteriores de valoração econômica do dano ambiental por parte do corpo técnico do MP? O conteúdo do laudo é insumo básico de – e, por isso, etapa fundamental de – um ritual/protocolo para a valoração “interna” ou “in house” no MP;

2) ao selecionar uma empresa/grupo/organização para desenvolver procedimentos de valoração econômica, qual o conteúdo de uma instrução técnica para garantir adequados procedimentos propostos para valorar um determinado dano ambiental (de grande porte) causado por atividade mineral? Quais as exigências mínimas que o MP deve fazer do executante da valoração? Esses seriam elementos de uma “relação de procedimentos” pré-estabelecida para uma valoração “externa ao” ou “sob demanda do” MP. Essa preocupação será analisada no item 5.3.

Não restam dúvidas de que ambos os procedimentos exigem detalhamento. É essencial destacar que há uma “relação de procedimentos” preestabelecida sobre como e o que coletar para uma valoração econômica do dano ambiental. Fórmulas ou calculadoras podem ser elementos que compõem um determinado protocolo; jamais serão substitutos dele. Ademais, fórmulas e calculadoras podem ser úteis quando aplicadas próximas de  $t_0$  do ciclo de vida do dano ambiental utilidade essa que declina aceleradamente à medida que se avança no tempo desse ciclo de vida.

### **3.3.1. Procedimentos condutores de valoração financeira ou econômica**

Ao logo dos anos, têm sido propostos procedimentos que conduzem à valoração econômica ambiental (*procedures leading to economic valuation*). Dois deles são aqui mencionados para evidenciar seu caráter complementar à valoração econômica ambiental. Assim, eles, portanto, não podem ser propostos como alternativas ou substitutos dos usuais métodos de valoração econômica apresentados pela literatura tradicional ou contemporânea.

#### *3.3.1.1. Transferência de valor (de benefício e/ou de custo)*

Transferências de valor estão na base de procedimentos alternativos de análise de situações nas quais técnicos, analistas e tomadores de decisão não têm a alternativa de desenvolver estudos originais. Assim, nesses casos, os analistas devem usar as informações obtidas originalmente por estudos anteriores e, com base nelas, usar seus valores monetários para estimar o valor econômico de alguma política, proposta de projeto ou, no caso deste Subgrupo de Mineração, dos danos ambientais (ou patrimoniais) causados pela atividade mineral.

Para que esse atalho à valoração econômica possa ser defensável, é essencial explicitar as situações em que a transferência de valor pode ser realizada com confiança e as situações nas quais os profissionais devem proceder com maior cautela. Um alerta que deve estar sempre presente é que há escolhas conflitantes que devem ser explicitadas entre simplicidade e rigor (precisão) quando do uso da transferência de valor resultante. Uma aplicação competente de procedimentos de transferência de valores exige habilidades e conhecimentos técnicos, muitas vezes tão avançadas quanto às necessárias para a valoração original.

Transferência de valor é tema tratado em uma vasta literatura. Com base nessa literatura, pode-se dizer que o esforço na transferência de valor, muitas vezes, reflete duas tradições possivelmente opostas. O primeiro reflete uma busca para tornar a valoração tão acessível quanto confiável. Por um lado, criam-se “bancos de dados de valores a transferir”: valores padrão para danos (tangíveis e não tangíveis) rotineiramente valorados e que são usados em outras estimativas de valores de danos. Por outro lado, a literatura alerta para “transferência malfeita” de valor, que pode resultar em erros no processo de tomada de decisões. Estimativas transferidas que não são suficientemente robustas podem ser facilmente questionadas.

Uma vez que a transferência de valor (TV) tenha sido selecionada como procedimento de valoração – uma escolha que requer alguma reflexão, como destacado –, julgamentos e avaliações são necessários para a realização do exercício. Informações precisam ser obtidas sobre a qualidade e as mudanças ambientais na valoração original (VO), assim como dados socioeconômicos relevantes. Em geral, pelo menos três ajustes devem ser contemplados entre o que foi feito na VO e o que se deseja fazer com a TV:

1) características socioeconômicas e demográficas relevantes das populações (renda, escolaridade e idade, por exemplo);

2) características físicas e ecológicas entre os locais de VO e a(s) de TV; isso deve incluir os serviços ecossistêmicos que os patrimônios ambientais proporcionam, assim como os usos tangíveis e não tangíveis de VO e de TV;

3) diferenças nas condições de “mercado” aplicáveis aos locais. Por exemplo, variação na disponibilidade de substitutos no caso de recursos recreativos, como rios. Dois rios idênticos podem ser caracterizados por diferentes níveis de oportunidades alternativas de lazer. A razão para isso é um recurso recreativo mais escasso do que o segundo.

As condições para aceitar a transferência de valor sem o devido cuidado e sem necessários ajustes precisam ser observadas na prática. Efetivamente, essas condições equivalem a dizer que é uma exceção que dois “locais” sejam “idênticos” em todas as características que influenciam as estimativas de valor obtidas por meio de aplicação de métodos de valoração. Acrescentar metas-análises às transferências de benefícios não elimina essas diferenças.

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.

A única maneira rigorosa de agrupar e padronizar esses dados em meta-análise para transferência de benefícios é ter claros e explícitos 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 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).

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.

### *3.3.1.2. Análise de Habitat Equivalência*

Em estudo recente, Magliano (2019, p. 183) explicita que

A Análise de Equivalência de Habitat (HEA) mede os danos em termos da quantidade de serviços sacrificados em uma área em um determinado período de tempo. Diferencia-se da Análise de Equivalência de Recursos (REA), que se concentra principalmente na

avaliação de lesões em organismos específicos (número de indivíduos) e não na quantidade de serviços do habitat. Essas abordagens de equivalência também se concentram mais no valor implícito do habitat ou do organismo em um sentido ecológico, que no valor final do recurso para os seres humanos, embora não necessariamente ressarciam integralmente o público em termos de serviços ecossistêmicos (NRC, 2012). 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 (p. 99)<sup>43</sup>. Mais uma vez, Análise de Habitat Equivalente (AHE) e a Análise de Equivalência de Recursos (REA) são relevantes procedimentos condutores a valores monetários, mas não como métodos de valoração econômica. 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.

Essa aparente simplicidade de operacionalização – que atrai o seu uso por instituições de aplicação da lei – é contrabalançada por: a) hipótese forte de equivalência de habitats e de recursos de uma perspectiva científica da biologia e da ecologia em danos à diversidade biológica; b) resultados são significativamente dependentes da métrica de quantificação; e c) pouco contribuir para a captura da dimensão dos efeitos negativos de um dano ambiental sobre as comunidades direta e indiretamente afetadas.

Merecem especial destaque as especificidades de **serviços ecossistêmicos** em diferentes pontos do espaço geográfico. Isso ficará óbvio se retornarmos à definição de serviços ecossistêmicos apresentada no início deste capítulo, quando foi mencionado o Art. 2º da Lei 14.119, de 13 de janeiro de 2021, que explicita:

II - serviços ecossistêmicos: benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais, nas seguintes modalidades:

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,

43 Ainda de acordo com Magliano (2019): “O documento intitulado Scientifically Defensible Compensation Ratios for Wetland Mitigation (KING; ADLER, 1991), produzido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos – U.S. EPA, descreveu pela primeira vez a equivalência de habitat como uma metodologia para dimensionar a mitigação compensatória de áreas úmidas (wetlands). A denominada abordagem serviço-a-serviço remonta pelo menos a King e Adler (1991), que tentaram estimar os índices de compensação apropriados para a mitigação de danos em zonas úmidas. Unsworth e Bishop (1994) foram os primeiros a apresentar os princípios econômicos teóricos do método então denominado Habitat Equivalency Analysis – HEA, ou Análise de Habitat Equivalente – AHE” (p. 98)

da identidade cultural, de experiências espirituais e estéticas e do desenvolvimento intelectual, entre outros;

(...)

É recomendável cautela com “argumentos de equivalência de habitats” em uma realidade de tão variada relação 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 realidade temperadas de ecossistemas antropizados. Evidências das dificuldades no uso de Análise de Habitat Equivalente (AHE) e de Análise de Equivalência de Recursos (REA) podem ser depreendidas na Tabela 3.2, em que são relacionados os componentes do VET/VERA e os serviços ecossistêmicos.

**Tabela 3.2 – Elos entre VET e os Serviços Ecossistêmicos**

Componente do VET	Processo ecológico e/ou componente que presta o serviço ecossistêmico ou influencia na disponibilidade	Grupo de Serviços Ecossistêmicos na definição da Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021
<b>Serviços de Provisão</b>		
VUD	Presença de plantas e animais comestíveis	Alimento
VUD	Presença de reservatórios de água	Água
VUD	Presença de espécies ou abióticos componentes com uso potencial para madeira, combustível ou matéria-prima	Fibra e combustível e outras matérias-primas
VQO	Presença de espécies com material genético potencialmente útil	Materiais genéticos: genes de resistência a patógenos vegetais
VUD	Presença de espécies ou abióticos componentes com potencial uso químico e/ou medicinal útil	Produtos bioquímicos e recursos medicinais
VE	Presença de espécies ou abióticos recursos com uso ornamental	Espécies e/ou recursos ornamentais
<b>Serviços de Regulação</b>		
VUI	Capacidade dos ecossistemas para extrair aerossóis e produtos químicos da atmosfera	Regulamentação da qualidade do ar
VUI	Influência dos ecossistemas no clima local e global por meio de processos de cobertura de terra e mediados biologicamente	Regulamentação climática
VUI	Função das florestas na atenuação de eventos extremos	Mitigação dos riscos naturais
VUI	Papel das florestas na infiltração e liberação gradual da água	Regulação da água

VUI	Papel dos processos biota e abiótico na remoção ou quebra de matéria orgânica, nutrientes e compostos xênicos	Tratamento de resíduos
VUI	Papel da vegetação e da biota na retenção do solo	Proteção contra a erosão
VUI	Papel dos processos naturais na formação e regeneração do solo	Formação e regeneração do solo
VUI	Abundância e eficácia dos polinizadores	Polinização
VUI	Controle de populações de pestes por meio de relações tróficas	Regulamentação Biológica
		<b>Serviços de Suporte</b>
VUI	Importância dos ecossistemas para fornecer habitat de reprodução, alimentação ou repouso para espécies transitórias	Habitat de berçário
VQO	Manutenção de um determinado equilíbrio e processos evolutivos	Proteção de informação genética
		<b>Serviços Culturais</b>
VE	A qualidade estética da paisagem com base, por exemplo, na diversidade estrutural, “verde”, tranquilidade	Estética: apreciação de cenários naturais e atividades recreativas
VE	Características paisagísticas	Recreativo: oportunidades para turismo e recreação/atividades
VE	Características paisagísticas ou espécies com valor inspirador para as artes humanas	Inspiração para a cultura, a arte e o <i>design</i>
VE	Paisagem culturalmente importante – características ou espécies	Patrimônio cultural e identidade: senso de lugar e de pertença
VE	Características paisagísticas ou espécies com valor espiritual e religioso	Inspiração espiritual e religiosa
VE	Características com especial valor educativo e científico/interesse	Oportunidades de educação e ciência para a educação formal e informal e treinamento

Fonte: Elaborado por PIMENTEL, Fernanda. *A Dimensão Macroeconômica dos Serviços Ecossistêmicos: da Valoração Ambiental ao PIB Verde*. Monografia de Bacharelado em Ciências Ambientais da Universidade de Brasília. 2021, 82p, com base em Castro e Nogueira, 2019; DE GROOT et al., 2010; MEA, 2005.

### 3.4. A experiência internacional na valoração do dano ambiental<sup>44</sup>

As atividades econômicas produtivas (como mineração, manufatura, transporte ou comercialização) ou de consumo geram uma pressão sobre serviços e recursos

<sup>44</sup> Íntegra da contribuição realizada pelo Professor Dr. Ronaldo Seroa da Motta (UERJ) ao SG Mineração, em 10 de janeiro de 2021. Seu propósito: “Este documento procura, de forma breve e sucinta, analisar as abordagens para valoração de danos ambientais. Para tal, inicia-se discutindo a taxonomia do valor econômico dos recursos ambientais. Seguindo os protocolos adotados nos EUA e na Comunidade Europeia, discutem-se os aspectos metodológicos tanto das abordagens que estimam valores econômicos como das que se utilizam da equivalência

naturais. Resultam dessa pressão os impactos nos serviços e recursos ambientais. Tais impactos, por sua vez, geram efeitos sobre o sistema econômico (tais como alteração nos níveis de renda, lucros, custos e preços) que, quando negativos, são denominados danos ambientais.

Muitos desses efeitos econômicos não são pagos por aqueles que o geram ou deles se beneficiam. Ou seja, são custos que afetam terceiros sem a devida compensação, as chamadas externalidades negativas. Embora alguns serviços ou recursos ambientais não tenham seu preço reconhecido no mercado, seu valor econômico existe na medida que seu uso altera o nível de produção, consumo e bem-estar da sociedade.

Na ocorrência de danos ambientais e ao patrimônio histórico e cultural, ações podem ser realizadas para compensar o público pela perda desses recursos durante o tempo em que estão prejudicados, seja na forma de recuperação ou compensação. Em ambos os casos, há de se valorar os danos ambientais.

Esta seção procura, de forma breve e sucinta, analisar as abordagens para valoração de danos ambientais. Para tal, inicia-se discutindo a taxonomia do valor econômico dos recursos ambientais. Seguindo os protocolos adotados nos EUA e na Comunidade Europeia, discutem-se os aspectos metodológicos tanto das abordagens que estimam valores econômicos como das que se utilizam da equivalência dos serviços e recursos ambientais, apontando suas respectivas limitações e potencialidades. Uma discussão sobre a determinação da taxa de desconto apropriada a ser aplicada por abordagem antecede os comentários finais. Por fim, apresentam-se recomendações metodológicas como base de um protocolo a ser adotado na valoração de danos causados por incidentes ambientais.

Nesse sentido, aqui serão apresentadas e discutidas as principais metodologias consagradas na literatura para valorar os danos ambientais e ao patrimônio histórico e cultural, a saber:

- Análise de equivalência de valor (AEV) – valor por valor
- Análise de equivalência de habitat (AEH) – serviço por serviço
- Análise de equivalência de recurso (AER) – recurso por recurso

Todas as três abordagens são utilizadas para determinar o tipo e a quantidade de correção necessária para compensar os danos presentes e futuros. Isto é, o objetivo de cada um desses métodos consiste em determinar a quantidade apropriada de recuperação e/ou compensação necessárias para reparar totalmente a sociedade por um dano ambiental.

A AEV se baseia na teoria microeconômica, que mede variações de bem-estar social resultantes das alterações dos fluxos de serviços e recursos ambientais que afetam os produtores e consumidores em termos de variações de renda, lucro e/ou consumo. Para tal, utiliza preços observados ou disposição a pagar, no caso de danos que não são precificados no mercado. Sua aplicação nem sempre é trivial quando se adotam modelos estatísticos com uma grande exigência de dados ecológicos e econômicos.

As abordagens AEH e ERA foram desenvolvidas mais recentemente para evitar a complexidade da AEV. Nelas, a compensação é medida pelo custo dos projetos de recuperação necessários para reaver o fluxo de serviços ou recursos ambientais impactados ao longo do tempo.

---

dos serviços e recursos ambientais, apontando suas respectivas limitações e potencialidades. Uma discussão sobre a determinação da taxa de desconto apropriada a ser aplicada por abordagem antecede os comentários finais. Por fim, apresentamos as recomendações metodológicas como base de um protocolo a ser adotado na valoração de danos causados por incidentes ambientais”. V. Seção 2.2 deste capítulo sobre conceito de dano ambiental. Esta seção encontra-se também publicada no Relatório Metodológico de Valoração Econômica e Identificação de Danos Ambientais – versão preliminar, disponível em: <[http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/documentos/relatorios-lactec/lactec\\_relatorio-metodologico-de-valoracao-economica-e-de-identificacao-de-danos-ambientais](http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/documentos/relatorios-lactec/lactec_relatorio-metodologico-de-valoracao-economica-e-de-identificacao-de-danos-ambientais)>. Acesso em: 22. jun. 2021.

Esse documento descreve inicialmente os procedimentos metodológicos da AEV e, em seguida, os da AEH e da AER, procurando sempre apontar a potencialidade e as limitações de cada uma. Para tal, primeiro, analisam-se as fontes de valor dos serviços e recursos ambientais.

### 3.4.1. O valor do meio ambiente<sup>45</sup>

O valor dos serviços ou recursos ambientais é derivado de todos os seus atributos, que podem estar ou não associados a um uso econômico. Nos valores de uso, há sempre uma atividade econômica associada. Os de não uso são atributos de consumo associados à própria existência do recurso ambiental, ou seja, um valor de não uso independe do uso do fluxo atual e futuro de serviços ambientais.

Assim, é comum, na literatura, desagregar o valor econômico de um serviço ou recurso ambiental em valor de uso (VU) e valor de não uso (VNU).

Valores de uso podem ser, por sua vez, desagregados em:

- Valor de Uso Direto (VUD) – utilização direta de um serviço ou recurso ambiental nas atuais atividades de produção ou consumo;
- Valor de Uso Indireto (VUI) – utilização indireta de um serviço ou recurso ambiental nas atuais atividades de produção ou consumo;
- Valor de Opção (VO) – usos diretos e indiretos ainda não conhecidos ou consumidos que poderão potencialmente se realizar em futuro próximo em atividades de produção ou consumo<sup>46</sup>.

O valor de não uso (ou valor passivo) representa o valor de existência, ou de legado, que está dissociado do uso (embora represente consumo ambiental) 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 indivíduo<sup>47</sup>. Valor de não uso pode representar também o desejo do indivíduo de manter certos recursos ambientais para que seus herdeiros, isto é, gerações futuras, usufruam direta e indiretamente (“bequest value”). Uma expressão simples desse 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. No caso do patrimônio histórico e cultural, essa tipologia se aplica da mesma forma.

Assim, o valor econômico total seria a soma dessas parcelas de valor, isto é,  $VUD + VUI + VO + VNU$ .

Desse modo, o primeiro passo na determinação do valor econômico total do bem ou serviço ambiental será a identificação dos serviços e recursos ambientais impactados, e como os respectivos impactos ambientais geram perdas em cada parcela de valor econômico.

<sup>45</sup> Com base em Seroa da Motta (1998).

<sup>46</sup> Os VD e VDI atuais são conhecidos e, portanto, não requerem fazer uma opção de tê-los. Valor de opção está condicionado a usos futuros ainda não conhecidos devido à incerteza e à irreversibilidade. A literatura diferencia o Arrow-Fisher-Hanemann-Henry *quasi-option value* e o Dixit-Pindyck *option value*, mas ambos medem como a irreversibilidade e a incerteza mudam o valor de preservação de um ecossistema ou de adiamento de um investimento. *Quasi-option value* captura o valor da aprendizagem condicional à preservação, enquanto o *option value* captura o valor líquido da preservação com aprendizagem. Como um ajuste à regra simplista do valor presente líquido, o valor da opção de Dixit Pindyck provavelmente será a abordagem mais direta, capturando diretamente o ganho líquido de bem-estar de um adiamento. Ver Traeger (2014).

<sup>47</sup> Bens privados também podem apresentar esses atributos expressando o que as pessoas chamam de valor de estimação.

### 3.4.2. Análise de Equivalência de Valor (AEV)

Os métodos de AEV são parte do arcabouço teórico da microeconomia do bem-estar, na qual os custos e os benefícios sociais se equivalem ao valor da produção ou consumo sacrificados. Portanto, essas técnicas permitem estimar uma função de oferta ou demanda que correlaciona os valores econômicos em relação à variação de disponibilidade do serviço ambiental condicionados às características desse serviço e ao nível de renda e preferências dos indivíduos. A literatura das suas bases teórica e metodológica é muito ampla, cada vez mais sofisticada e tem sido amplamente aceita nos tribunais americanos, em particular para indenizações diretas aos produtores e consumidores (KUPRICK, 2011).

#### 3.4.2.1. Procedimentos Estimativos

Não se pretende aqui apresentar um manual de valoração econômica, mas, sim, apontar alguns aspectos metodológicos importantes para qualificar sua utilização<sup>48</sup>. Os métodos de valoração utilizados na AEV podem ser classificados em duas categorias: métodos da função de produção e métodos da função de demanda.

#### • Função de Produção

Os métodos da função de produção são os métodos da produtividade marginal (produção sacrificada) e de mercados de bens substitutos (custos de reposição, gastos defensivos, custos evitados e custos de controle). Nesses métodos, estima-se quanto a produção ou o custo do bem privado é afetado quando da variação de disponibilidade do serviço ou recurso ambiental.

Com base nos preços desses recursos privados, geralmente admitindo que não se alteram frente a tais variações de disponibilidade, estimam-se indiretamente os valores econômicos dos recursos ambientais cuja variação de disponibilidade está sendo analisada.

O custo (ou benefício) da variação da disponibilidade do recurso ambiental é dado pelo produto da quantidade variada do recurso vezes o seu valor econômico estimado. Esse valor econômico pode ser lucro perdido, tanto pela redução de produção como pelo aumento de custos para as empresas, ou gastos defensivos, ou perda de renda dos indivíduos. Em ambos, há uma variação do excedente do produto medido pela diferença de receita e custo de produção.

Por exemplo, a perda de nutrientes do solo causada por desflorestamento pode afetar a produtividade agrícola e, portanto, o lucro (renda líquida) de uma empresa agropecuária ou a renda do trabalho de um lavrador; ou, ainda, o aumento de sedimentação ou de contaminação numa bacia hidrográfica pode reduzir o volume de pesca e, portanto, a renda líquida dessa atividade.

Caso a provisão do insumo ambiental seja afetada significativamente, a aplicação do método deveria levar em conta os impactos nos preços de equilíbrio do bem privado que é utilizado, como bens e serviços substitutos e complementares ao insumo ambiental analisado. Todavia, na prática, dada a dificuldade de considerar essas interações, é comum admitir que tais impactos são marginais e temporários e, assim, o preço corrente não se altera. Nesta hipótese de preço de equilíbrio estável também não ocorrem variações de bem-estar pelo efeito na variação de consumo causado por variações de preços (variações do excedente do consumidor). Dessa forma, na hipótese de preços constantes, a aplicação desse método se torna bastante trivial.

<sup>48</sup> Para manuais, ver, por exemplo, Freeman III (1993), Seroa da Motta (1998), Bateman et al. (2002) e List e Price (2013).

### • Função de Demanda

Os métodos com base na demanda podem ser aplicados com preferências reveladas onde existe um mercado ou por preferências declaradas onde, na ausência de um mercado real, cria-se um mercado hipotético.

Uma forma simplificada, para quando há preferências reveladas, é o mercado de bens substitutos nos casos em que os impactos afetam o consumo direto do serviço ou recurso ambiental. Por exemplo, a contaminação de um rio que impede o uso da água pelas famílias gera custos de acesso a fontes alternativas. Tais custos, observáveis a preços de mercado, podem indicar uma base para os danos. Note que a simplificação, nesses casos, inclui a identificação do bem substituto e a hipótese de que os preços não variam com o dano.

Métodos de preferências reveladas menos simplificados observam mercados de bens ou serviços privados complementares ou substitutos ao recurso ambiental, tais como custo de viagem e preços hedônicos. No primeiro caso, é possível identificar a disposição a pagar dos indivíduos com uma demanda precificada pelos custos de viagem. Nos preços hedônicos, como valores de aluguel ou compra de imóveis, é possível decompor deles a disposição a pagar de um atributo ambiental. Da mesma forma, com a técnica de preços hedônicos, os valores dos salários podem ser decompostos para estimar a disposição a receber por um tipo de risco ocupacional.

Nos métodos de preferências declaradas, utilizam-se mercados hipotéticos construídos especificamente para o recurso ambiental em análise dos quais se estima diretamente a disposição a pagar frente à variação de disponibilidade do recurso ambiental, como os métodos de valoração contingente ou de escolha discreta.

Em todos os métodos, com base nessas medidas de disposição a pagar, estimam-se as variações do nível de bem-estar pelo excesso de satisfação que o consumidor obtém quando paga um preço (ou nada paga) abaixo do que estaria disposto a pagar pelo recurso. Tais variações são chamadas de variações do excedente do consumidor frente às variações de disponibilidade do recurso ambiental. O excedente do consumidor é, então, medido pela área abaixo da curva de demanda e acima da linha de preço.

Assim, o benefício (ou custo) da variação de disponibilidade do recurso ambiental será dado pela variação do excedente do consumidor medida pela função de demanda estimada para esse recurso.

Nos métodos de preferências reveladas, por exemplo, os custos de viagem que as pessoas incorrem para visitar um parque nacional podem determinar uma aproximação da disposição a pagar destas em relação aos benefícios recreativos do parque. Já no método de preços hedônicos, decompondo o valor de imóvel urbano, é possível medir como esse valor oscila por conta de variações nos seus atributos, entre eles, os associados à qualidade ambiental.

Nos métodos de preferências declaradas, essas medidas de disposição a pagar são identificadas em uma pesquisa que questiona, por exemplo, junto a uma amostra da população, valores de pagamento (por exemplo, um imposto) para investimentos ambientais em proteção da biodiversidade<sup>49</sup>. Como no custo de viagem e nos preços hedônicos, tal demanda é derivada de bens privados complementares, suas estimativas somente se restringem a valores de uso. Todavia, a valoração contingente ou escolha/conjunta, ao utilizar mercados hipotéticos, permite estimar qualquer tipo de valor ambiental, inclusive de opção e existência.

<sup>49</sup> Na valoração contingente, oferece-se um pagamento único para uma determinada ação de preservação, e, na valoração de escolha, oferecem-se valores de pagamento que variam com níveis e atributos dessa ação de preservação. Na de escolha, obtêm-se mais informações e, portanto, maior eficiência das estimativas, mas a definição de níveis e atributos afeta os resultados.

### 3.4.2.2. Transferência de valores<sup>50</sup>

Embora os princípios metodológicos para valorar danos ambientais sejam comuns, a transferência de um valor de um local para outro requer cuidados metodológicos não triviais. A literatura de valoração ambiental, nesses casos, adota a metodologia de transferência de valor (TV). A TV consiste em estimar o valor econômico de um serviço ou recurso ambiental com base em estudos realizados para serviços ou recursos equivalentes existentes em outros sítios ou regiões. Em suma, a TV é uma abordagem que procura superar a falta de informações específicas de uma forma relativamente barata e rápida. Contudo, como será discutido mais adiante, nem sempre será possível validar as estimativas transferidas<sup>51</sup>. Metodologias de TV podem ser divididas em três tipos, a saber: Ajuste Unitário, Função de Transferência e Função Meta-Analítica. Nas três abordagens, o primeiro passo é identificar a equivalência do serviço ou recurso ambiental impactado e das perdas econômicas resultantes. Em seguida, seleciona-se a abordagem mais compatível com as informações disponíveis de estudos equivalentes com o impacto que se quer medir.

As técnicas de TV são assim formalizadas:

*Ajuste Unitário*: envolve ajustes indiretos e simples para as unidades de valores transferidas para refletir diferenças das características do serviço ou recurso impactado da população afetada. Assim, o ajuste de um valor de dano ( $V_{dano}$ ) estimado para a população  $j$  para uma população  $i$  de um serviço ou recurso impactado seria:

$$V_{dano_i} = V_{dano_j} (Y_i/Y_j)^\lambda (C_i/C_j)$$

Onde  $Y$  é a renda per capita que, no caso de comparações internacionais, deve ser valorada pela paridade do poder de compra (PPP) e  $C$  são outros indicadores de ajustes de valor correlacionados com o nível de provisão do serviço que afetariam a magnitude do dano que se quer medir (por exemplo: população impactada, área afetada, volume de água contaminada etc.).

Já  $\lambda$  é a elasticidade da utilidade marginal do consumo, isto é, quanto vale para uma população uma unidade adicional de consumo, aqui adotada para ajustar pela diferença de preferências entre as populações. Ela é importante para garantir equivalência de percepções de dano, independentes da renda, que sejam diretamente associadas às preferências dos indivíduos.

Se as populações têm preferências ambientais semelhantes, então,  $\lambda = 1$  e, portanto, o valor de um dano de mesma magnitude de impacto gera perdas de bem-estar iguais nas duas populações. E quanto mais importante é a questão ambiental para a população para a qual se quer transferir o valor, por conseguinte, maior a percepção de perda de bem-estar com o mesmo dano, esse parâmetro se aproxima de zero.

*Função de transferência*: ao invés de ajustar um valor, essa técnica se utiliza das funções de produção ou demanda estimadas por outro estudo usando técnicas, tais como produção sacrificada, custo de viagem, preços hedônicos, valoração contingente etc. Essa parametrização captura diretamente as variáveis que afetam o valor do dano, tais como a renda e as preferências dos indivíduos e as características do sítio dos serviços e recursos ambientais impactados.

<sup>50</sup> Na ação civil pública principal em face do desastre em Mariana, emergencial e preliminarmente, apenas foi realizada uma comparação analógica com o precedente de valoração preliminar dos danos após o desastre da *British Petroleum* no Golfo do México em 2010, como base para um diagnóstico inicial e aferição de indenizações preliminares, diante de comparação analógica com similar caso paradigmático, em relação a alguns resultados, como número de mortes (bem inferior em Mariana/MG frente às vítimas letais na explosão da plataforma de exploração de petróleo no Golfo do México e extensão de águas contaminadas, ainda que fossem em águas marinhas o desastre da BP). Disponível em: <<http://www.mpf.mp.br/mg/sala-de-imprensa/docs/acp-samarco>>. Acesso em: 22 jun. 2021.

<sup>51</sup> Ver, por exemplo, Navrud (2004) e Seroa da Motta *et al.* (2000).

Assim, com os parâmetros ( $\beta_j$ ) dessa função de valoração estimada para a população  $j$ , estima-se um valor ( $V_{\text{dano}}$ ) para uma população utilizando, nessa função, as magnitudes das características do dano e da população  $i$ , tal que a transferência seria:

$$V_{\text{dano}_i} = \alpha + \beta_{j1} S_i + \beta_{j2} U_i + \varepsilon$$

Onde  $S_i$  é um vetor de características do recurso em  $i$  (área, vazão etc.),  $U_i$  é um vetor de características da população  $i$  (renda, idade etc.) e  $\varepsilon$  é o erro estocástico que reflete variáveis omitidas (não observadas) no exercício econométrico.

*Função meta-analítica:* estima uma função parametrizada com base em análise estatística de um conjunto de estudos. Como a função do valor não resulta de um único estudo, e sim de vários, permite considerar a variabilidade de características do serviço ou recurso ambiental que se quer valorar e da população afetada. Assim, utilizando um painel de estudos, identifica-se uma função econométrica com parâmetros ( $\beta_k$ ) das variáveis identificadas por tais estudos como correlacionadas ao valor do dano, tal que a função de transferência seria:

$$V_{\text{dano}_i} = \alpha + \beta_{k1} S_i + \beta_{k2} U_i + \beta_{k3} M_i + \varepsilon$$

Onde,  $S$  e  $U$  são, respectivamente, as características do recurso e da população afetada em  $i$ ;  $M$ , as características dos estudos associados à população  $i$  ou ao recurso (ano de realização, tipo de valor econômico etc.); e  $\varepsilon$  é o erro estocástico que reflete variáveis omitidas (não observadas) no exercício econométrico.

Em que pese a simplicidade metodológica das técnicas de TV, Ready & Navrud (2006), apontam evidências da imprecisão dos métodos de transferência que podem ser assim resumidas:

- 1) Quando o método é de valor unitário, a faixa de erro sobe para 100-200%;
- 2) Transferência do estudo de uma população para outra aumenta ainda mais o nível de erro;
- 3) A função de transferência não parece indicar menor erro do que a transferência de valor unitário;
- 4) Meta-análises são mais confiáveis, com erros na faixa de 20 a 40%, mas também podem produzir erros elevados se o escopo dos atributos ambientais e a qualidade dos métodos de valoração adotados não forem similares.

Dessa forma, a literatura de TV sugere muita 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.

#### 3.4.2.3. Análise de Equivalência de Habitat (AEH) ou Recurso (AER)

AEH e AER se baseiam na conceituação do meio ambiente como um ativo que proporciona um fluxo de serviços, e a recuperação do dano se concentra na escala de ações compensatórias necessárias para gerar serviços ou recursos equivalentes. Sua aplicação metodológica considera que o habitat ou os recursos recuperados demoram para atingir sua plenitude de serviços, o que gera uma perda interina nesse período. Assim, a compensação teria de ser maior relativamente ao dano efetivo para compensar tal perda, isto é, para gerar equivalência de serviços ou recursos.

AEH e AER são conceitual e metodologicamente iguais, mas com unidades de quantificação diferentes. Na AEH, o dano é focado em serviços de habitats, e a correção pode ser feita com a restauração natural no local impactado ou em habitat equivalente. Logo, os danos são os impactos sobre a prestação de serviços ecológicos do habitat. A AEH calcula, assim, os custos das ações necessárias para reverter esses danos.

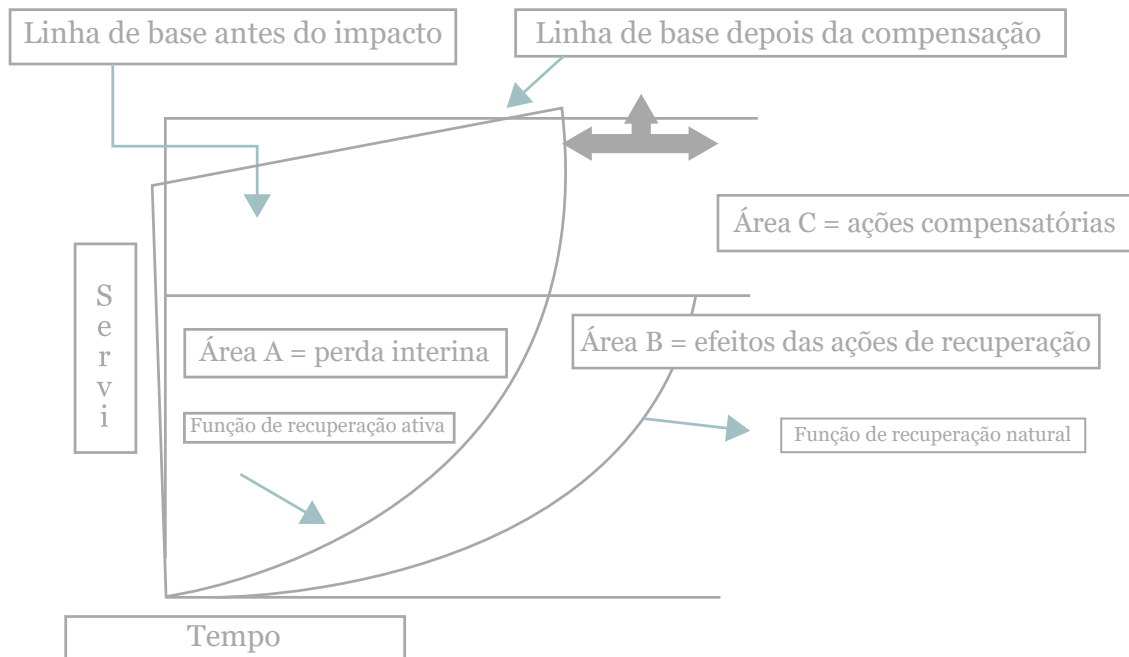
A AER, por sua vez, aplica-se aos casos em que o dano é mais apropriadamente medido em número de indivíduos perdidos, tais como aves ou peixes, que em unidades de habitat. Assim, a AER indica o custo das ações para fornecer o número equivalente de indivíduos que iria compensar o conjunto completo de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

Ambos permitem, conseqüentemente, evitar a complexidade metodológica e a interação dos dados ecológicos e econômicos (por exemplo, linhas de base com preços e quantidades afetados) da abordagem AEV.

Sua aplicação avançou na década de 1990, quando decisões judiciais nos Estados Unidos apoiaram fortemente a admissibilidade da AEH e da AER como métodos adequados para reparação compensatória desde que: (i) os serviços recuperados pertençam à função ecológica/biológica da área impactada; (ii) os projetos de compensação viáveis estejam disponíveis para fornecer serviços do mesmo tipo, qualidade e valor comparável aos que foram perdidos; e (iii) haja dados suficientes disponíveis ou que o custo de obtenção desses dados seja viável para sua aplicação. Nos Estados Unidos (EUA), esses protocolos aparecem no NRDA (*Natural Resource Damage Assessment*), do NOAA (*National Ocean and Atmospheric Administration*), e no NRDAR (*Natural Resource Damage Assessment and Restoration*), do DOI (*Department of the Interior*) (NOAA, 2000). Na Comunidade Europeia, o protocolo seria o *Resource Equivalency Methods for Assessing Environmental Damage* (REMEDEE), que adotou esses procedimentos à semelhança dos EUA (REMEDE, 2007).

Os procedimentos estimativos nas abordagens AEH e AER baseiam-se na mensuração do montante de serviços ou recursos a serem recuperados para compensar as perdas interinas. O gráfico abaixo ajuda a ilustrar esses procedimentos. Nele, observa-se 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 natural igual as áreas A + B. Com as ações de recuperação, a perda interina se reduz para a área A. Para compensar essa área A, obrigam-se outras ações efetivas de restauração além da recuperação possível, de forma que eleva a linha de base após compensação. Isto é, como mostra o gráfico abaixo, obrigar uma recuperação de um montante maior de serviços ou recursos acima daquele que foi impactado, equivalente à área (B+C) do gráfico acima, de tal forma que a perda interina da área A seja totalmente compensada pela área B das ações de recuperação e da área C das ações de compensação.

## Perda Interina e Ações Compensatórias



Fonte: Adaptado de DUNFORD, R. W.; GINN, T. C.; DESVOUSGES, W. D. *The use of habitat equivalency analysis in natural resource damage assessments. Ecological Economics* 48:49–70, 2004.

Nesse caso, o nível de geração de serviços ao fim do processo de recuperação e compensação ficará acima daquele observado antes do impacto. Isto é, por obrigar uma compensação maior, a sociedade se beneficiará, ao final total da recuperação e compensação, 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).

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 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).

Para estimar exatamente a recuperação compensatória da perda interina, a literatura (DUNFORD et al., 2004; NOAA, 2000) adota a seguinte igualdade para a equivalência dos serviços ou recursos:

$$\underbrace{[\sum_{0,B} V_j * \sigma t * \{(bj - xtj) / bj\}] * J}_{\text{Perdas}} = \underbrace{[\sum_{I,L} V_p * \sigma t * \{(xtp - bp) / bj\}] * P}_{\text{Ganhos}}$$

Onde:

t refere-se ao tempo (anos);

t = 0, ano no qual o dano ocorreu;

t = B, ano no qual o habitat ou recurso impactado recupera seus serviços em relação à linha de base;

t = C, ano no qual a recuperação se inicia;

t = I, ano no qual a recuperação começa a prestar serviços;

$t = L$ , ano no qual a recuperação cessa de gerar serviços;

$V_j$  = valor unitário dos serviços impactados;

$V_p$  = valor unitário dos serviços recuperados em termos de equivalência;

$x_{tj}$  = nível de serviços  $j$  do habitat ou recurso impactado no final do ano  $t$ ;

$b_j$  = linha de base (sem danos) dos serviços do habitat ou recurso impactado;

$x_{tp}$  = nível de serviços  $p$  do habitat ou recurso recuperado no final do ano  $t$ ;

$b_p$  = nível inicial dos serviços  $j$  recuperados;

$\sigma$  é o fator de desconto, onde  $\sigma = 1 / (1 + d)^{t-C}$ , e  $d$  é a taxa de desconto social;

$J$  é o número de serviços danificados; e

$P$  é o número de serviços recuperados que equivalem às perdas interinas e danos residuais.

Em suma, a área impactada  $J$ , após as ações emergenciais, requereria um total de recuperação compensatória equivalente a  $(P)$ . Todavia, note que a aplicação da AEH/AER exige decisões sobre questões científicas ecológicas a serem definidas antes da aplicação do método.

Primeiramente, identificar uma unidade métrica do habitat ou recurso impactado a ser expressa no indicador  $V$  que capture os serviços perdidos. Por exemplo: área de solo florestal, vazão hídrica, volume de biomassa ou carbono, indivíduos de uma espécie ou concentração de poluentes. Em segundo lugar, quando há evidências de que a recuperação não será plena em valor (qualidade ou tipo equivalente), então, como  $V_j$  será maior que  $V_p$ , caberá ao analista especificar também essa disparidade. Por exemplo, sugerindo um percentual  $X$  (menor que um) de  $V_j$  que não foi recuperado, isto é,  $V_p$  seria  $X\%$  de  $V_j$ . Ademais, tal como na abordagem AEV, uma taxa de desconto deve ser também previamente determinada (ver discussão em seção específica mais adiante).

Note-se que a escolha da métrica é o passo inicial dessa metodologia de equivalência e deve considerar:

- a capacidade na garantia das características biofísicas após a recuperação;
- a oportunidade em termos de aplicabilidade das ações na área impactada e/ou fora dela;
- os benefícios no tocante à equidade em termos intra e intertemporais (perdedores e ganhadores de serviços hoje e no futuro).

Para estimar os créditos ganhos com a recuperação compensatória  $(P)$ , há de se considerar quatro possibilidades, a saber:

- a) Mesmo local impactado;
- b) Quando  $a$  não é possível ou desejável, em outro local;
- c) Quando  $a$  e  $b$  não são possíveis ou desejáveis, por uma compensação pecuniária equivalente;
- d) Quando necessário ou desejável, por uma combinação de  $a$ ,  $b$  e  $c$ .

Logo, as estimativas dos créditos com a recuperação compensatória terão de, antecipadamente, identificar uma das possibilidades acima a ser adotada.

O valor monetário da compensação ao dano será o custo total unitário de implantar as ações de compensação equivalentes estimada em  $P$  na fórmula acima.

Já esse custo unitário de cada ação seria a soma dos seguintes custos medidos por unidade da métrica adotada (por  $m^3$ , hectare etc.):

- *Custo de identificar e avaliar o dano*: inclui todos os serviços de especialistas e pesquisas de campo de avaliação do dano;
- *Custo da intervenção*: inclui os custos de planejamento e projeto de recuperação, avaliação de impacto, licenças e custos fixos e variáveis de execução;
- *Custo de monitoramento*: inclui custos de sistemas de vigilância, de acompanhamento remoto e avaliações intermediárias.

Os custos devem ser estimados pelo valor presente com a mesma taxa de desconto aplicada na estimativa de P.

Dessa forma, com os métodos de equivalência, além dos valores monetários da compensação, oferecem também um plano de compensação para cada dano avaliado.

#### 3.4.2.4. Taxa de desconto social

Note que, nos métodos acima descritos, tanto os valores de AEV como os serviços de AEH e AER ocorrem ao longo de um período. Dessa forma, será necessário identificar esses valores no tempo, ou seja, identificar valores resultantes não somente das condições atuais, mas também das condições futuras. A prospecção das condições futuras poderá ser feita com cenários alternativos para minimizar o seu alto grau de incerteza.

Entretanto, seja qual for o cenário prospectivo, os valores futuros terão de ser descontados no tempo, isto é, calculados nos seus valores presentes utilizando um fator de desconto igual a  $1/(1+d)^t$ , onde  $d$  é a taxa de desconto social. Ou seja, há uma questão distributiva intertemporal na alocação de custos e benefícios. O valor presente de custos muito distantes no tempo tende a diminuir na forma exponencial com o fator de desconto  $e$ , portanto, quanto maior  $d$ , menor será o valor presente.

Essa taxa de desconto social difere daquela observada no mercado devido às imperfeições no mercado de capitais e questões de equidade com as gerações futuras. Assim, sua determinação não é trivial, embora, como discutido acima, possa afetar significativamente os resultados de uma valoração.

No contexto ambiental, a complexidade é ainda maior, e a prospecção das condições futuras apresentará um alto grau de incerteza. Mesmo com uma regulação ambiental mais efetiva, e com as inovações tecnológicas, a pressão sobre a base de recursos naturais tende a aumentar, e a escassez desses recursos será maior no futuro.

Como estimar essa escassez futura e traduzi-la em valor monetário é uma questão complexa que exige certo exercício de futurologia.

Teoricamente, a taxa de desconto carrega um componente de preferência pura no tempo que os indivíduos têm devido à sua finitude, e um componente específico relacionado às suas expectativas de consumo futuro.

Por isso, Stern (2007) iguala o componente de preferência pura no tempo a zero, por razões éticas de igualdade entre gerações, e ainda estima um custo muito baixo, 1,4%, para o custo de oportunidade do consumo futuro. Ao usar a taxa de desconto muito baixa, Stern (2007) coloca, assim, um peso muito grande sobre as gerações futuras em relação às gerações atuais. A diferença causada pela escolha da taxa de desconto é muito grande. Por exemplo, um dano que irá ocorrer daqui a cem anos trazido a valor presente pela taxa de 6% é cem vezes menor do que se descontada a taxa usada por Stern (2007), de 1,4%.

Dasgupta (2007) também critica a escolha de Stern (2007) para os dois componentes, inclusive quanto ao segundo componente que induziria, a taxas tão baixas, a níveis muito altos de poupança que nunca foram historicamente observados e, se ocorressem, levariam a níveis muito baixos de investimentos e, daí,

de crescimento, que fariam as gerações futuras mais pobres. Por outro lado, aponta evidências empíricas que demonstram que os indivíduos não descontam no tempo de forma exponencial. Ou seja, a trajetória do fator de desconto seria mais próxima de uma curva logística e, portanto, resultaria em um fator de desconto constante (por exemplo, taxas de desconto hiperbólicas) a partir de um certo momento.

Já Weitzman (2007) aponta que as magnitudes do desconto sugeridas por Stern (2007) estariam validadas em termos teóricos, não por razões outras de justiça social que seriam difíceis de arbitrar, mas, sim, porque a incerteza, por conta dos danos derivados de eventos extremos que geram assimetria de ganhos e perda. Isto é, os indivíduos nessas situações tendem a ser conservadores (efeito inércia ou da calda grossa da curva da distribuição de eventos), considerando que as perdas afetariam muito mais seu bem-estar do que os ganhos de mesma magnitude.

Há parâmetros econômicos que balizam a taxa de desconto do capital no Brasil. A taxa de remuneração da poupança no Brasil (taxa de desconto do consumo), que dá um prêmio à postergação de consumo, acima da inflação, estaria entre 2% e 3%, enquanto a que remunera os investimentos (custo de oportunidade do capital), entre 10% e 12%. Segundo o IPEA, um valor médio ponderado pelos efeitos dessas taxas no consumo e nos investimentos (elasticidades) estaria entre 8% e 10%.

Dessa forma, em casos de impactos com baixo nível de incerteza de recuperação, aconselhar-se-ia o limite superior dessas estimativas, que seria uma taxa de 8%. Quando a incerteza de recuperação dos serviços for muito alta com as ações de compensação, então, o limite inferior de 3% seria o mais aconselhável.

Quando a abordagem AEV é utilizada, o fluxo de danos monetariamente estimados é descontado no tempo e, portanto, quanto maior a taxa de desconto social, menor o valor presente do dano. Todavia, no caso dos métodos AEH e AER, o efeito do desconto no tempo é distinto porque a perda interina, equivalente ao custo da perda de serviços, ocorre muito antes dos benefícios dos ganhos das ações de compensação. Por conseguinte, quanto menor a taxa de desconto, maior o fator de desconto que aumenta os ganhos em detrimento dos custos da perda interina. Como a aplicação dos métodos AEH e AER é indicada para danos reversíveis, i.e., impactos com baixo nível de incerteza de recuperação, seria, então, mais aconselhável usar o limite superior, em torno de 8%.

## Comentários finais

O conhecimento limitado sobre as relações entre as ações antrópicas e a capacidade de suporte dos ecossistemas, e como o impacto na capacidade de suporte afeta as atividades econômicas, costumam ser a principal barreira para a valoração econômica. Não valoramos o que não conhecemos. Isto porque, para estimar o efeito do dano, há de se conhecer as relações ecológicas que permitam estimar exatamente quanto foi a responsabilidade do impacto na variação da disponibilidade do serviço ambiental e como essa variação afetou o nível das atividades de produção e consumo.

Sendo assim, está claro que esse diagnóstico dos impactos físico-químicos e biológicos, e sua repercussão na base econômica, precedem a identificação e a aplicação do método de valoração dos danos ambientais.

Uma vez mensurado o impacto ambiental, inicia-se a identificação dos danos que resultam na perda de distintos valores de uso e não uso dos serviços e recursos ambientais.

A literatura indica duas abordagens para medir valores ou compensações desses danos. A análise de equivalência de valor econômico (AEV) – valor por valor – e de equivalência de serviços do habitat (AEH) – serviço por serviço – ou do recurso (AER) – recurso por recurso.

A AEV baseia-se em valores que os indivíduos e as unidades produtivas associam ao recurso ambiental. Essa abordagem requer a estimativa do valor específico de cada dimensão do dano e, portanto, além de complexa, exige base de dados e metodologia bem definidas para cada bem ou serviço ambiental, e pode custar caro e ser demorada. Logo, sua adoção deve ser justificada pela irreversibilidade do dano. Sua simplificação metodológica com técnicas de transferência de valor de um local para o outro mostra que o nível de erro das estimativas é muito alto.

Já a AEH e a AER exigem esforço na geração de indicadores ecológicos, mas com metodologia menos complexa, e devem ser preferidas toda vez que os danos possam ser remediados ou compensados. Por outro lado, dependem do conhecimento das funções de recuperação dos danos.

Cada abordagem apresentará limitações na cobertura de valores, as quais estarão quase sempre associadas ao conhecimento ecológico, ao grau de sofisticação (metodológica e de base de dados) exigido e aos efeitos dos impactos ambientais nas atividades econômicas. Ademais, a escolha da magnitude da taxa de desconto social é crucial para igualar valores ou serviços perdidos ou recuperados ao longo do tempo.

Entretanto, a prática que vem sendo adotada internacionalmente é de aplicação de AEH e AER para danos recuperáveis e AEV para perdas de bem-estar de danos irrecuperáveis ou perdas de bem-estar que transcendem a recuperação dos danos ao afetar riscos e estilos de vida que podem ser compreendidos como base de risco moral público.

Em suma, a adoção de cada abordagem e métodos dependerá da disponibilidade de dados permitida pelo conhecimento da dinâmica ecológica e da singularidade do patrimônio histórico e cultural do objeto que está sendo valorado.

Nessa situação, a regra é garantir que a valoração seja metodologicamente a mais adequada possível no balanço entre precisão da mensuração e tempo de resposta na execução da valoração de forma a garantir que os danos mais complexos e impactantes sejam valorados com aplicações metodológicas mais robustas.

Portanto, à guisa de sugestão, recomenda-se um protocolo de aplicação metodológica de acordo com o nível de complexidade do incidente e, portanto, da dimensão dos danos, diferenciando os casos de baixa e alta complexidades. A seguir descreve-se uma tipologia considerando uma configuração de atributos sociais, espaciais, ambientais e temporais.

### Incidentes de Baixa Complexidade

Incidentes de Baixa Complexidade seriam aqueles que:

- Não comprometem escalas espaciais, tais como bacia hidrográfica ou aérea e bioma;
- Há possibilidade de recuperação rápida inferior a, por exemplo, cinco anos;
- Não geram efeitos externos à área impactada nem impactos indiretos em comunidades não afetadas diretamente;
- Permite diagnóstico expedito dos principais impactos diretos medidos com dados existentes;

- Há conhecimento ecológico para estimativas de funções de recuperação.

#### Recomendação:

- Uso dos métodos de equivalência de serviços do habitat (AEH) – serviço por serviço – ou do recurso (AER) – recurso por recurso – para danos difusos ambientais e ao patrimônio histórico e cultural.
- Uso de métodos de equivalência de valor (AEV) simplificados ou com transferência de valores com meta-análise para quando o conhecimento das funções de recuperação dos métodos de equivalência ambiental não for de elaboração acessível e expedita.
- Execução das estimativas de danos no prazo pode ser de um a dois anos.

#### Incidentes de Alta Complexidade

Incidentes de Alta Complexidade seriam aqueles que:

- Comprometem escalas espaciais, tais como bacia hidrográfica ou aérea e bioma;
- A recuperação será longa, superior a, por exemplo, cinco anos;
- Geram efeitos externos à área impactada e impactos em comunidades não afetadas diretamente;
- Os impactos têm sinergia e devem ser tratados isoladamente e em conjunto;
- Não permite diagnóstico expedito dos principais impactos diretos medidos com dados existentes e, assim, requer um diagnóstico ambiental com pesquisa de campo e uso de modelos teóricos.

#### Recomendações:

- Adotar as metodologias de equivalência ambiental (AEH e ERA) para danos difusos ambientais e ao patrimônio histórico e cultural para identificar programas de recuperação e compensação, uma vez que a restauração será lenta e precisa ser continuada por vários anos.
- Aplicar metodologias não simplificadas de valoração econômica (AEV) com preferências reveladas para perdas de renda e lucros. Não usar transferência de valores.
- Aplicar metodologias de valoração econômica (AEV) com preferências declaradas para estimar outras perdas de bem-estar de toda população brasileira, incluindo também perdas associadas a sofrimento, estilo de vida e risco moral público.
- Execução das estimativas de danos no prazo pode variar de 3 a 6 anos.

Note que incidentes podem ter atributos de baixa e alta intensidades como, por exemplo, abrangência social, espacial e ambiental reduzida, mas com recuperação muito longa, ou vice-versa. Nesse caso, como mostra a experiência internacional, cabe à equipe de especialistas responsável pela valoração identificar esses atributos e justificar as escolhas metodológicas que permitam maior precisão dos danos *vis a vis* as dimensões social, espacial, ambiental e temporal.

## 4. O QUE VALORAR?

Em relação à proposição de métodos por tipo de mineração, faz-se necessário identificar-se, primeiramente, quais os impactos e riscos envolvidos com a atividade e quais desses, não evitados, acarretaram ou podem acarretar danos ambientais e/ou

sociais. A compreensão, a mais completa possível do inquérito civil ou do processo judicial, assim como das demandas do membro do MP em relação aos quesitos, são muito relevantes nessa etapa. Para tanto, mais que recomendável o diálogo constante entre o perito e o membro do MP, o promotor natural da causa.

#### 4.1. Impactos da mineração

No intuito de ajudar na compreensão de ambos, membros de MP e o corpo pericial, a Tabela A.4.1, localizada no Apêndice IV, traz os impactos mais usuais por fases e por tipo de mineração e seus possíveis efeitos negativos. Apresenta-se, também, o detalhamento técnico sobre as fases de descomissionamento e sobre a gestão de resíduos, no Apêndice IV, A.4.3 e A.4.4.

Verifica-se que a Tabela A.4.1 detalha quais os possíveis impactos oriundos da atividade minerária, sobretudo no estado de Minas Gerais. Apesar de as fases e os tipos estarem juntos em colunas, é possível vislumbrar dois tipos distintos do tipo de mineração – lavra a céu aberto e lavra subterrânea. Nessa tabela procedeu-se da seguinte forma:

1) Nos títulos das colunas estão especificados os diferentes tipos/fases das atividades minerárias;

2) Nas linhas da tabela foram apresentados:

a) Item (número sequencial dos impactos apresentados na coluna b);

b) Impacto (designação genérica do impacto, abordando-se o aspecto ambiental geral impactado (flora, ar, águas superficiais e subterrâneas, fauna, antrópica externa à atividade produtiva (ruídos e ultralancamento), patrimônio cultural e natural (cavidades naturais e sítios históricos/arqueológicos, solo, paisagem);

c) Detalhamento do impacto (apresentação com maior detalhe dos eventuais tipos de impactos relacionados ao aspecto apresentado na coluna b);

d) Demais colunas (nas colunas seguintes, procurou-se assinalar com um “X”, onde é possível ocorrer o impacto detalhado na coluna c, conforme o tipo/fase da atividade da mineração).

3) Nas células: a presença de “x” significa a ocorrência do impacto.

**Apêndice IV – Tabela A.4.1**

#### 4.2. A mineração e os serviços ecossistêmicos

Em relação aos possíveis impactos da mineração frente aos serviços ecossistêmicos, importa destacar a contribuição do MPSP, consistente no relatório final do GT de valoração do dano ambiental, elaborado no período de 27 de setembro de 2012 a 14 de setembro de 2014, pelo Ato PGJ 45/2012, o qual enumera tais serviços perdidos por tipo de mineração – bancada com/sem explosivo, cava, dragagem, água subterrânea, extração subterrânea, desmonte hidráulico, garimpo e cantaria – em quatro áreas temáticas: provisão, regulação, suporte e cultural.

A tabela publicada nas diretrizes de valoração do dano ambiental do MPSP, em 2014, explicita os serviços ecossistêmicos a serem internalizados na contabilidade do usuário dos bens ambientais no controle dos riscos ambientais de evitação do dano.

Serviços ecossistêmicos perdidos		Tipo de mineração								
		BE	BS	CV	DR	AS	ES	DH	GA	CA
Provisão	Alimento	x	x	x	x		x	x	x	x
	Água	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Madeira/fibras	x	x	x	x		x	x	x	x
	Compostos bioquímicos	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Material genético	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Regulação	Controle da qualidade do ar	x	x	x	x		x	x	x	x
	Controle do clima	x	x	x	x		x	x	x	x
	Controle da água	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Purificação da água e trat. de resid.	x	x	x	x		x	x	x	x
	Controle de erosão	x	x	x	x		x	x	x	x
	Controle biológico	x	x	x	x		x	x	x	x
	Controle de doenças	x	x	x	x		x	x	x	x
	Controle de pragas	x	x	x	x		x	x	x	x
	Polinização	x	x	x	x		x	x	x	x
	Controle de desastres naturais	x	x	x	x		x	x	x	x
	Centro de evolução biológica	x	x	x	x		x	x	x	x
Suporte	Biodiversidade	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Formação de solo	x	x	x			x	x	x	x
	Produção primária	x	x	x	x		x	x	x	x
	Ciclagem de nutrientes	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Habitat de espécies endêmicas/desconhecidas	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Dispersão de sementes florestais	x	x	x	x		x	x	x	x
Culturais	Patrimônio espeleológico	x	x				x		x	x
	Valores espirituais e religiosos	x	x	x	x		x	x	x	x
	Valores estéticos	x	x	x	x		x	x	x	x
	Lazer e ecoturismo	x	x	x	x		x	x	x	x
	Educacionais	x	x	x	x		x	x	x	x

BE = Bancada com explosivo; BS = Bancada sem explosivo; CV = Cava; DR = Dragagem; AS = Água Subterrânea; ES = Extração Subterrânea; DH = Desmonte Hidráulico; GA = Garimpo e CA = Cantaria

Fonte: Relatório do MPSP de 2014, fl. 100

O foco no conceito de serviços ecossistêmicos fornece uma nova maneira para abordar o manejo do meio ambiente e para conectar natureza e sociedade em processos de avaliações, e o uso da abordagem dos serviços ecossistêmicos está se tornando dominante em todos os níveis de tomada de decisão com foco ambiental<sup>52</sup>. O uso de serviços ecossistêmicos na avaliação de impactos fornece uma oportunidade para identificar conflitos e sinergias entre as atividades antrópicas e os ecossistemas, permitindo estabelecer diálogos e processos de negociação para aumentar os ganhos entre os beneficiários e evitar prejuízos, bem como para explorar os benefícios a longo prazo (HONRADO et al., 2013), além de revelar medidas adicionais de mitigação de impactos, especialmente os sociais, e medidas de gestão de riscos operacionais (LANDSBERG et al., 2013).

<sup>52</sup> Parte final deste item é de autoria de Mariana Hortelani Carneseca Longo, bióloga-mestre em Conservação dos Recursos Florestais e servidora do IPT.

No entanto, observa-se que a abordagem dos serviços ecossistêmicos dentro de avaliações ambientais e de tomada de decisão introduz um novo nível de complexidade. Ainda existem muitos desafios na utilização dos serviços ecossistêmicos em avaliação de projetos, tais como: seleção dos serviços ecossistêmicos a serem avaliados; compreensão das interações entre os serviços; preferências da sociedade no que diz respeito a toda a gama de serviços; e seleção de uma escala específica para avaliação.

Pesquisas sobre interações entre múltiplos serviços ecossistêmicos e a utilização em planejamento e em tomada de decisões ainda são limitadas. Interações entre serviços ecossistêmicos ocorrem quando múltiplos serviços respondem ao mesmo agente de mudança ou quando relações entre os próprios serviços causam mudanças em um serviço específico, alterando a provisão de um segundo (BENNETT; PETERSON; GORDON, 2009). O *tradeoff* entre os serviços ecossistêmicos ocorre quando a provisão de um serviço é aumentada aos custos da redução na oferta de outro serviço, e, por outro lado, a sinergia entre os serviços ecossistêmicos acontece quando serviços são favorecidos simultaneamente.

Embora a definição de uma classificação clara do que é serviço ecossistêmico seja importante para sua utilização em ferramentas de avaliação e planejamento ambiental, outras questões também são imprescindíveis, como a definição de metas espaciais e temporais. Sendo assim, em uma análise envolvendo a abordagem de serviços ecossistêmicos, é importante considerar a questão da escala. Por escala, entende-se a dimensão física (em espaço e tempo) de fenômenos diversos e observações.

O processo de avaliação ambiental concentra-se em uma área geográfica delimitada, enquanto os serviços ecossistêmicos são fornecidos e utilizados em diferentes escalas, que podem ser muito mais amplas do que os limites considerados no processo de avaliação (GENELETTI, 2011). Os serviços ecossistêmicos são ofertados num intervalo de escalas espaciais e temporais, variando entre curto e longo prazos e entre escala local e global, o que indica que os processos ecológicos que os geram podem ocorrer em níveis distintos, tais como: abordagem global, bioma, paisagem, ecossistema, frações de ecossistemas e em nível de plantas (HEIN et al., 2006).

Ao mesmo tempo, a avaliação ambiental e a abordagem dos serviços ecossistêmicos podem afetar diferentes grupos de interesse (*stakeholders*) em vários níveis institucionais (internacional, nacional, estadual/provincial, municipal, família e individual). Sendo assim, além dos conflitos entre as escalas espacial e temporal, os problemas com as escalas ecológica e institucional reforçam a complexidade envolvida nos estudos de serviços ecossistêmicos em avaliações ambientais (GENELETTI, 2011), o que sugere que há uma necessidade premente de utilização de abordagem multiescalares. A compreensão das diferentes escalas em que os serviços ecossistêmicos operam é um passo fundamental na construção de estratégias para sua gestão (KREMEN, 2005).

Além da questão da escala, no procedimento de avaliação ambiental é essencial que o conhecimento e os valores dos grupos afetados e interessados (*stakeholders*) sejam refletidos nas várias etapas de análise. Abordar os serviços ecossistêmicos implica explorar os beneficiários desses serviços. Assim, uma grande questão é como os métodos clássicos de avaliação ambiental podem ser aprimorados para incluir os principais serviços ecossistêmicos e, ao mesmo tempo, levar em consideração os outros fatores ecológicos, socioculturais e econômicos, bem como os valores dos grupos sociais afetados e interessados (KARJALAINEN et al., 2013).

Muitos trabalhos recentes enfatizam a necessidade de se fazer uma análise holística dos serviços ecossistêmicos. Landsberg et al. (2011) desenvolveu uma ferramenta para incorporar os serviços ecossistêmicos no processo de avaliação de impacto ambiental. O método de Análise de Serviços Ecossistêmicos para Avaliação de Impactos (*ESR for IA*) reconhece explicitamente as interações causais entre o

desempenho de um projeto, o bem-estar humano e os agentes diretos e indiretos da mudança do ecossistema, e destaca a necessidade de realização de uma avaliação integrada dos impactos do projeto e da dependência desse projeto sobre os serviços ecossistêmicos, por meio do enfoque sistemático dos serviços ecossistêmicos nas diferentes fases do processo de avaliação (escopo, análise de impacto e mitigação).

Sendo assim, fica claro que a abordagem dos serviços ecossistêmicos apresenta um valor adicional às ferramentas de avaliação ambiental, focando nas estruturas e nas funções ecológicas que fornecem serviços e benefícios para o homem.

Muitos ecossistemas têm sido convertidos em outro tipo de cobertura do solo, que pode ser decorrente dos diferentes tipos de manejo ou de uso e ocupação do solo. Essa mudança influencia as propriedades, os processos e os componentes do sistema, que são a base para a provisão de serviços ecossistêmicos. Sendo assim, a conversão do uso do solo ou a alteração do tipo de manejo pode causar a mudança na oferta de serviços ecossistêmicos, não só para um serviço específico, mas para o pacote completo de bens e serviços prestados pelo ecossistema.

Considerando que bens e serviços são os benefícios para a sociedade e que seu provimento depende tanto da capacidade da paisagem em fornecer esses benefícios quanto da demanda da sociedade, um princípio implícito da sustentabilidade é que não se pode exceder a capacidade da paisagem em fornecê-los em longo prazo.

Paisagens podem hospedar diversos ecossistemas, que, por sua vez, apresentam diferentes funções com base na estrutura e nos processos ecológicos envolvidos (integridade ecológica). Consequentemente, a capacidade para fornecer um particular serviço ecossistêmico pode variar significativamente. A capacidade individual do ecossistema para prover serviços está fortemente ligada às condições naturais, ou seja, cobertura natural do solo, hidrologia, características do solo, fauna, clima, topografia, entre outros, e aos impactos humanos, principalmente o uso e a ocupação do solo, além das emissões e outras fontes de poluição (BURKHARD et al., 2012).

Uma das dificuldades na aplicação do conceito de serviços ecossistêmicos em nível da paisagem é a ausência de dados adequados para a avaliação e quantificação dos serviços, já que muitos estudos estão focados em avaliações globais, que fornecem informações valiosas, mas não são diretamente aplicáveis para a tomada de decisão regional ou local.

Como os serviços ecossistêmicos podem ser difíceis de medir diretamente, pesquisadores tendem a utilizar o uso e a ocupação do solo como indicador indireto para a prestação de serviços, e esses estudos geralmente assumem uma relação linear entre a estrutura dos ecossistemas presentes na paisagem e na prestação de serviços. Braat et al. (2008) sugeriram um modelo simplificado de associação entre os serviços ecossistêmicos ofertados e o grau de perda da biodiversidade com os diferentes níveis de intensidade de uso e manejo do solo, em que quanto maior o grau de intensidade no uso do solo, menor é o potencial da paisagem em prover serviços ecossistêmicos.

Alguns autores desenvolveram ferramentas de modelagem envolvendo funções da paisagem com o intuito de avaliar as capacidades das diferentes paisagens na prestação de serviços ecossistêmicos. Burkhard et al. (2009) e Kienast et al. (2009) utilizaram opiniões de diversos pesquisadores e especialistas para relacionar os variados aspectos das diferentes classes de uso e ocupação do solo com o potencial de gerar serviços ecossistêmicos. No entanto, cada estudo foi desenvolvido em diferentes níveis de escala, sendo que o primeiro esteve mais focado na escala regional, enquanto o segundo realizou uma avaliação global.

Nesse contexto de avaliação, o estudo realizado por Longo (2014) demonstra a relação entre o uso e a ocupação do solo com o potencial de fornecimento de serviços ecossistêmicos em uma paisagem associada às atividades minerárias. O estudo

esteve sustentado sob a seguinte questão: “Como a mudança de uso e ocupação do solo decorrente da atividade minerária interfere na oferta local de serviços ecossistêmicos?”. As hipóteses que nortearam o estudo foram: (i) a mineração, ao longo de sua operação, interfere na dinâmica local das funções ecológicas e, portanto, reduz a oferta de serviços ecossistêmicos; (ii) a implantação do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) aumenta a oferta local de serviços ecossistêmicos. Para isso, este estudo propôs uma metodologia para atender a três objetivos: (1) identificar os serviços ecossistêmicos potenciais associados à área de estudo; (2) caracterizar o potencial das diferentes classes de uso e ocupação do solo presentes na área de estudo em fornecer os serviços ecossistêmicos; (3) analisar as diferenças na oferta local de serviços ecossistêmicos ao longo do desenvolvimento da atividade minerária. Para ilustrar a aplicação do método, o estudo foi conduzido no Complexo Mineralógico, em Cajati/SP. O método de análise foi fundamentado em um modelo de avaliação não monetária com base em padrões das atividades humanas ao longo do tempo e do espaço, bem como na capacidade de diferentes classes de uso do solo em fornecer serviços ecossistêmicos.

Foram selecionados 27 serviços ecossistêmicos com potencial de serem ofertados localmente pela paisagem, agrupados em quatro categorias: suporte (integridade ecológica), regulação, provisão e cultural, e foram analisados sete cenários da composição da paisagem (1962, 1973, 1981, 1997, 2009, Final – 2036, após PRAD).

O quadro a seguir apresenta a matriz de correlação dos impactos ambientais decorrentes da extração mineral e atividades vinculadas com os serviços ecossistêmicos potenciais identificados na paisagem. Essa matriz serviu de base para a elaboração de outra matriz que apresenta a significância relativa da ocorrência de um impacto interferir na dinâmica das funções ecológicas e, portanto, no fornecimento de serviços ecossistêmicos.

Essa concepção ampliada do conceito de impacto para além do previsto na Resolução CONAMA 1/1986 está normatizada na NBR 14.5653-1 e na NBR 14653-4 sobre valoração do dano ambiental, definindo-se impacto ambiental como

qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais.

É relevante destacar que a definição rigorosa de serviços ecossistêmicos no art. 2 da Lei nº 14.119/21 evidencia os elos existentes entre esses serviços ecossistêmicos e a valoração econômica do meio ambiente. Os serviços de provisão e culturais compõem o Valor de Uso Direto da fórmula do VET/VERA já apresentado neste Capítulo. Por sua vez, os serviços de suporte e de regulação são os componentes usuais do Valor de Uso Indireto do VET/VERA. O tratamento à dimensão temporal (Valor de Opção), às incertezas do conhecimento atual (Valor de Quase Opção) e à existência é o usualmente dado em exercícios de valoração econômica ambiental. Por fim, a definição de serviços ecossistêmicos na Lei nº 14.119/21 reforça os cuidados na aplicação de procedimentos de transferência de valor e de habitat equivalente, conforme enfatizado neste Capítulo, seção 3.

IMPACTOS (*) impactos positivos	SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS																										
	Suporte				Regulação						Provisão				Cultural												
	S1 . Manutenção da produtividade natural do solo	S2 . Manutenção da produção primária dos ecossistemas	S3 . Manutenção da diversidade biológica e genética	S4 . Capacidade de armazenamento	R1 . Manutenção de clima global favorável	R2 . Manutenção da qualidade do ar	R3 . Influência favorável no clima local	R4 . Prevenção contra eventos extremos	R5 . Manutenção da drenagem, irrigação e precipitação natural	R6 . Controle de erosão e estabilização de sedimentos	R7 . Manutenção da qualidade da água	R8 . Filtro de partículas de pó	R9 . Atenuação da poluição sonora	R10 . Manutenção da polinização de plantas	R11 . Manutenção da regeneração natural de espécies	R12 . Controle de pragas e vetores de doenças	R13 . Redução de herbivoria (dano em culturas)	P1 . Provisão de água para consumo	P2 . Provisão de alimentos silvestres	P3 . Provisão de alimentos cultivados	P4 . Provisão de recursos genéticos	P5 . Provisão de recursos para usos bioquímicos e medicinais	P6 . Provisão de recursos como matéria-prima	C1 . Informação estética (apreciação da natureza)	C2 . Recreação	C3 . Valores culturais, espirituais e religiosos	C4 . Valores educacionais e científicos
Aceleração de processos erosivos	1	1		2				2	2	2	1							1					1	1	1		
Afugentamento de fauna (incluindo espécies ameaçadas)			2										2	1	1	2		1	1				1	2	1	1	2
Alteração da morfologia do terreno	1	1	2				1	2	1			1					1						2	1	1	1	
Alteração da qualidade das águas superficiais		2	1							2						1		2	1	1			1	1	1	1	1
Alteração da qualidade das águas subterrâneas		1									2							2									
Alteração da qualidade do ar					2						2													2	2	2	1
Alteração da qualidade do solo	2	2	1							2								2	2				2		1	1	1
Alteração do nível e fluxo das águas subterrâneas			2				2	2									2										
Alteração do regime hidrológico		1	2				1	2	2	1					1		2	2	2				2	1	2	1	
Alterações de microclima					1	2																		1	1		
Alterações de uso do solo	2	2	1	2	1	1	2	1	1	1							1	1	1	1			2	1	1	1	1
Alterações na disponibilidade hídrica		1	2				1	2	2	1					1		2	2	2				2	1	2	1	
Composição de estoques de materiais passíveis de aproveitamento futuro *			2																								
Conflitos de interesses																											
Criação de habitats aquáticos *			2	1			1	1		1								1					1	1	1	1	1
Criação de habitats terrestres *			2	2									1	1	1	1		2	2	1	1	2	1	1	1	2	
Danos a propriedades vizinhas																											
Deslocamento de pessoas																											
Especulação imobiliária																											
Eutrofização de drenagens			1							2							2	1	1				1	1	1	1	1
Ganho de área de mata nativa *	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1		2	1	2	2	2	2	1	1	2	
Incômodo e desconforto aos vizinhos																								1	2	1	
Manutenção da arrecadação tributária *																											
Manutenção da nível de renda local *																											
Perda de área de mata nativa	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1		2	1	2	2	2	2	1	1	2	
Perda de espécimes da fauna			2										2	1	1	2		1	1				1	2	1	1	2
Perda de habitats aquáticos			2												1			2	2				1	1	1	1	2
Perda de habitats terrestres			2	2									1	1	1	1		2	2	1	1	2	1	1	1	1	2
Redução da arrecadação tributária																											
Redução das reservas de recursos naturais não renováveis				1																			2			1	
Redução do nível de renda local																											
Risco de acidentes																											

Matriz: Correlação entre os impactos ambientais decorrentes da extração mineral e atividades vinculadas, e os serviços ecossistêmicos potenciais identificados na paisagem. 0 (nulo) = não apresenta relação relevante; 1 = apresenta relação indireta; 2 = apresenta relação direta. Fonte: Serviços ecossistêmicos e a atividade minerária: um estudo de caso no Vale do Ribeira, SP - Longo (2014).

Obs. 1: Os impactos identificados foram classificados de acordo com seu caráter, que pode ser positivo, quando tende a acarretar melhoria na qualidade do meio ambiente, ou negativo, quando tende a acarretar declínio da qualidade do meio ambiente;

Obs. 2: Para a classificação e a avaliação da significância dos impactos ambientais, foram consideradas as fases de operação e a futura desativação do Complexo Mineraloquímico da Vale Fertilizantes, em Cajati. Como na desativação estava prevista a recuperação de áreas degradadas (PRAD), alguns impactos positivos estão associados a esses cenários. Na avaliação completa, em geral, esses impactos positivos são de menor significância, visto que os cenários resultantes do PRAD apresentam funções ecológicas “inferiores”, ou seja, qualidade ambiental menor que a área original que foi degradada.

### 4.3. Indicação de métodos da valoração por impactos da mineração<sup>53</sup>

Não há que se cogitar em indenizações apenas quando os danos já eclodiram, porquanto o direito ambiental, norteado pelo princípio da prevenção e da precaução, visa à proteção do meio ambiente e dos serviços ecossistêmicos antes de consumada a lesão. Isso fica muito evidente em relação ao meio ambiente, à saúde ambiental e à sadia qualidade de vida, quando o dano é irreparável e quando a conduta lesiva ou o impacto teriam deixado de existir pelo risco controlado ou mesmo por alguma forma de compensação.

Com efeito, consoante Vera Jucovsky (2000, p. 50):

Há duas formas de reparação do dano ambiental. A primeira, a tentativa de recuperação ambiental, com a paralisação da causa de degradação, tanto que a Constituição determina que o explorador de recursos minerais deve recuperar o meio ambiente lesado, de acordo com a solução técnica do órgão público competente e conforma lei (art. 225, § 2º, da CF). Mas, se a restauração ecológica não pode ser realizada, cabe a segunda forma de reparação, a indenização.

Após a visualização dos principais impactos da mineração, bem como sua afetação nos serviços ecossistêmicos, torna-se essencial verificar quais desses impactos propiciariam danos ambientais e danos sociais. Somente após, devem ser enumerados os quesitos essenciais a serem solicitados, bem como identificado o melhor método possível para devida aplicação da valoração ambiental. A Tabela A.4.2, localizada no Apêndice IV, é exemplificativa de alguns impactos e danos em mineração, com indicação de alguns quesitos. Os impactos estão considerados por cada fase da atividade de mineração, desde a pesquisa minerária até depois do descomissionamento, já que permanece a responsabilidade pela gestão de resíduos que vai além do fechamento, com respectivos planos, avaliação de riscos e contínuos monitoramento e gerenciamento de riscos.<sup>54</sup> Além dos quesitos listados na Tabela A.4.2, outros foram listados por situação e em caso concreto, como poluição hídrica pela mineração, por atividades carboníferas como sugestão quando da necessidade de se requisitar dados e informações (Apêndice IV, após a citada tabela). Ainda, deve-se atentar quanto à existência de outras publicações de outros MPs Estaduais e do MPF, conforme Anexo VI e seguintes.

Ainda em relação aos quesitos, faz-se necessário apontar quais métodos são utilizados para respondê-los. A resposta a todos os quesitos deve apresentar explicitamente uma descrição dos métodos utilizados. Tais métodos devem preferencialmente estar baseados em normas nacionais ou internacionais validadas e acreditadas por órgãos vinculados ao Fórum Internacional de Acreditação (IAF),

<sup>53</sup> Seção elaborada por Romana Coêlho de Araujo e Reinaldo Paulino Pimenta, revisto por Sandra Kishi.

<sup>54</sup> Esta Tabela A.4.2, localizada no Apêndice IV, foi elaborada por Reinaldo Paulino Pimenta, analista do Ministério Público de Minas Gerais e engenheiro de minas, MPMG; por Romana Araújo, assessora econômica 6ª CCR/PGR/MPF; por Sidnei Zomer, analista do MPU e perito em Geologia, SPEEA/MPF; por Soraia Knez, assessora técnica especializada, bióloga e especialista em gestão ambiental, MPPA; e pelo pesquisador colaborador do SG-Mineração de Valoração do Dano Ambiental Marcelo Lima, do Instituto Evandro Chagas.

nos campos de sistemas de gestão, produtos, serviços, pessoal e outros programas similares de avaliação de conformidade. Deve, também, ser contemplada a Cooperação Internacional de Acreditação de Laboratórios (ILAC), no campo de laboratório e inspeção, acreditação. Caso não existam métodos e procedimentos devidamente acreditados para a produção das respostas solicitadas, devem ser utilizados os decorrentes de citações em artigos científicos ou livros técnicos especializados, de modo a permitir a avaliação dos métodos empregados num ambiente cientificamente rigoroso.

Se, não obstante, não houver normas ou artigos científicos disponíveis para a escolha dos métodos, cabe ao responsável pela resposta aos quesitos apresentar, juntamente à sua descrição de procedimentos, os sistemas empregados para a validação dos resultados obtidos. Cabe notar que é aconselhável que os métodos empregados estejam devidamente balizados por critérios estatisticamente válidos de medição de erros, ou seja: de incertezas estatísticas, no caso de respostas a quesitos quantitativos e de sensibilidade e especificidade no caso de respostas a quesitos qualitativos binários (aqueles que aceitam respostas do tipo sim ou não).

Em casos excepcionais, mediante justificativa tecnicamente embasada da impossibilidade em desenvolver procedimentos com faixas de erro mensuradas no prazo adequado, esse aspecto metodológico de medição dos erros pode ser adiado. Haverá, no entanto, a necessidade de acordo de desenvolvimento de tais métodos (por meios próprios ou contratados junto às empresas especializadas, universidades ou institutos de pesquisa) com cronograma de desenvolvimento apresentado acrescido de justificativa(s). Posteriormente, far-se-á necessário o reenvio da resposta aos quesitos formulados sem a determinação dos erros estatísticos, tão logo tenham sido desenvolvidos os métodos de determinação dos erros.

Em relação à indicação de métodos para se valorar cada dano ambiental e social, deve-se verificar que tal escolha dependerá de outras variáveis, como abordado na seção 3. A título exemplificativo, citam-se algumas situações para devida escolha dos procedimentos e métodos de valoração econômica ambiental para alguns dos impactos listados na Tabela A.4.2. Ademais, recomenda-se a leitura da seção 3, item 3.3.4:

#### **Supressão de vegetação (cobertura vegetal):**

- Se for medir apenas a perda de renda dos indivíduos e empresas com uso do recurso florestal: usar o método da produção sacrificada.
- Se não há dados para custo de viagem e valoração contingente: usar método de transferência de valores por meta-análise.
- Se o dano afetar recreação: considerar, caso as informações de uso sejam disponíveis, o método de custo de viagem.
- Se incluir valor de opção ou valor de não uso: usar a valoração contingente.

Com base nas informações física, química e biótica disponibilizadas pelos laudos técnicos realizados quando da ocorrência do dano, é possível desenvolver as etapas indicadas na literatura especializada para o MCR, ou seu equivalente MCS. O MCR permite estimar o valor da perda derivada da retirada da cobertura vegetal (em termos da sua reposição). O MCS fornece estimativas dos custos incorridos para obter substitutos (perfeitos) dos elementos da cobertura vegetal e da biodiversidade perdidos por causa do dano. Importa não esquecer de explicitar a dimensão temporal (número de meses/anos) necessária para a reposição/recuperação de gastos necessários com a substituição.

## **Impactos qualitativos/quantitativos em águas superficiais e subterrâneas**

Com base nas informações disponíveis nos laudos, estimativas monetárias do valor do dano causado podem ser obtidas com procedimentos de: MDR, MCR e MCE. O MDR permite relacionar doses da contaminação dos recursos hídricos sobre lavouras, pecuária e saúde humana. Para isso, é essencial que funções físicas existam relacionando quantidade/qualidade da água com lavouras (função estimada na veterinária) e com a saúde humana (na medicina). Havendo essas funções físicas, a escolha da função econômica não será tarefa complexa. O MCR é recomendável para estimar os gastos necessários para recuperação (descontaminação) do recurso hídrico a condições próximas às existentes antes do dano. O MCE explicita procedimentos para refletir gastos realizados pela população, pelas empresas e/ou autoridades públicas para evitar/prevenir que efeitos negativos da redução da quantidade/qualidade da água afetasse negativamente o bem-estar da população atingida.

## **Vibração, ruídos e ultralanchamentos**

Os efeitos derivados do dano ambiental causado pela atividade mineral manifestam-se, em geral, via mudanças na saúde humana e animal, e na quantidade e qualidade de atividades produtivas. A dimensão econômica desses efeitos pode, de acordo com diversos estudos empíricos, ser estimada pelo MDR, com as exigências desse método já assinaladas acima. Gastos realizados para minimizar os efeitos negativos da poluição (sonora e do ar) e da erosão devem ser computados, também, a seus preços correntes ou em mercados. Isso é a base do MCE. Processos erosivos, além de perdas de produção (já estimados pelo MDR), também causam assoreamento de cursos de água. A correção desse problema envolve gastos significativos e podem ser estimados com base na lógica do MCR. A perda (temporária ou permanente) da capacidade produtiva de áreas destinadas a atividades agropecuárias pode ser estimada em termos econômicos por meio do MCO.

## **Emissões atmosféricas**

De maneira análoga ao assinalado no impacto anterior, o uso dos procedimentos dos três métodos de valoração econômica permite a estimativa monetária desses danos. Assim: **MDR** – relações físicas entre poluição e a saúde humana/animal/vegetal e entre poluição e quantidade/qualidade de produção são combinadas com funções financeiras/econômicas para gerar estimativas monetárias; **MCR** – gastos com limpeza e/ou recuperação de elementos físicos alterados pela poluição ou decorrente do dano ambiental de mineração; **MCE** – gastos efetuados para minimizar os efeitos negativos da poluição são estimativas a serem contempladas no valor econômico final; **MCO** – perda da capacidade produtiva refletida em renda sacrificada ao longo do tempo.

## **Impacto visual**

Danos ambientais da atividade mineral sobre a paisagem, a cobertura vegetal e a biodiversidade biológica já foram destacados nos impactos analisados anteriormente, assim como foram indicados os métodos de valoração econômica plausível. Para evitar repetições, cabe assinalar que a escolha dos métodos disponíveis na literatura econômica ambiental (MVC, MCV, MPH, MDR, MCRs, MCE e MCO) são úteis para valorar danos à paisagem, à cobertura vegetal e à diversidade biológica. A disponibilidade de recursos (financeiros, humanos, materiais e de tempo), a dimensão do dano, a quantidade e a qualidade das informações físicas/biológicas/químicas nos laudos são os principais aspectos – além das características de cada método – a

serem considerados quando da seleção do(s) método(s) que será(serão) aplicado(s) na valoração econômica do dano ambiental.

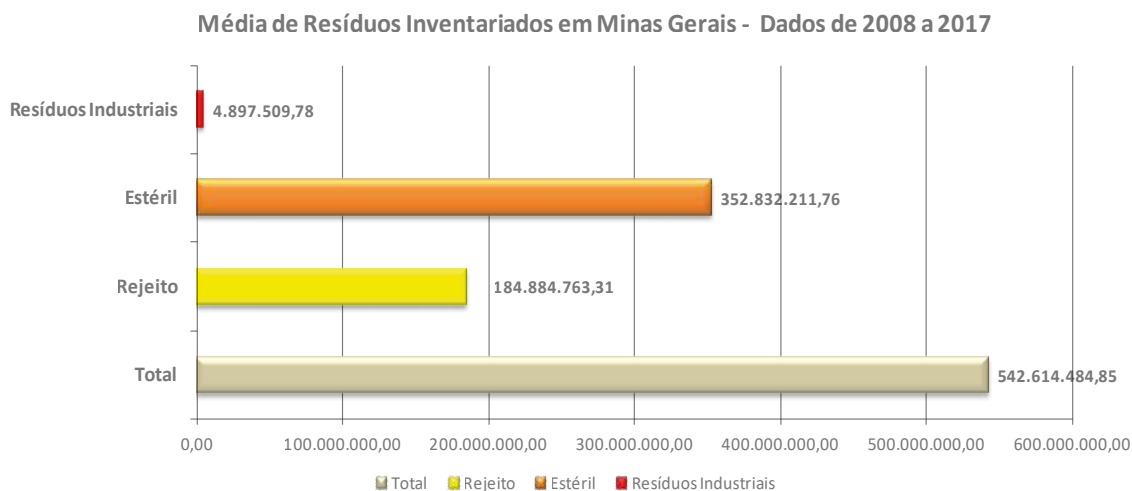
Em relação à mineração, a gestão (geração, tratamento e destinação) de resíduos sólidos deve se caracterizar como uma das grandes preocupações de empreendimentos minerários, principalmente se entendermos a diversidade e os significantes volumes de resíduos gerados por suas atividades.

Ao considerarmos que, em termos operacionais, empreendimentos minerários podem ser caracterizados pela execução simultânea e/ou sequencial de atividades potencialmente poluidoras, há de se entender que as diversas operações realizadas na mineração são geradoras de diferentes tipos e volumes de resíduos, que devem ser adequadamente manuseados e devidamente destinados.

Ao analisarmos os dados quantitativos referentes à produção de resíduos sólidos na mineração, observa-se que há uma grande disparidade volumétrica na produção de material estéril e rejeitos, em relação aos outros tipos de resíduos produzidos (resíduos industriais).

Como exemplo, o gráfico apresentado a seguir mostra o volume de resíduos sólidos produzidos pela atividade minerária em Minas Gerais no período de 2008 a 2017:

**Figura 1 – Gráfico com a média, entre 2008 e 2017, de resíduos sólidos da mineração inventariados anualmente, conforme a tipologia do resíduo**



Fonte: Inventário de Resíduos Sólidos da Mineração – 2008 a 2017<sup>55</sup>

Com relação à destinação dos resíduos, pela análise dos dados referentes à produção de resíduos sólidos na mineração em Minas Gerais, as informações inventariadas pela Fundação Estadual de Meio Ambiente do Estado (FEAM) apontam que o principal destino do material estéril gerado é a estrutura denominada Pilha de Disposição de Estéril (PDE). Já os rejeitos são destinados principalmente às Barragens de Contenção de Rejeitos. Com relação aos resíduos industriais, devido à sua diversidade, tais subprodutos têm destinações diversas (reciclagem e reutilização, aterros industriais, aterros sanitários, sucateiros, coprocessamento em fornos de cimento etc.).

Especificamente em relação à construção de Pilhas de Disposição de Estéril e Barragens de Disposição de Rejeitos, existe um arcabouço legislativo e técnico (NRM

<sup>55</sup> Disponível em: <<http://www.feam.br/biblioteca/residuos>>. Acesso em: 14 maio 2021.

19, Normas Técnicas ABNT NBR 13.028:2017 e NBR 13.029:2017) que busca orientar os profissionais da área sobre a elaboração de projetos, construção, monitoramento e desativação de estruturas dessa natureza.

Atualmente, um dos grandes desafios da indústria mineral refere-se à utilização de tecnologias que permitam a reutilização, a reciclagem e o reaproveitamento dos resíduos sólidos gerados, bem como a destinação ambientalmente adequada dos resíduos gerados, tal como disposto nos objetivos da Política Nacional de Sólidos (PNRS). No entanto, ao considerarmos o volume de resíduos gerados pela atividade e as perspectivas futuras de produção mineral, é possível imaginar que esse será um desafio difícil de alcançar rapidamente.

Outros desafios para a valoração do dano no descomissionamento de um empreendimento minerário referem-se à definição de quando e como a área impactada pode ser considerada efetivamente recuperada.

Afinal, como o local impactado pelas atividades de mineração (extração, beneficiamento, disposição de estéreis e rejeitos e demais áreas destinadas às operações auxiliares) poderia ser caracterizado por meio de valores de parâmetros físicos, químicos, biológicos e sociais como ambientalmente sustentável.

Atualmente, a definição de um cenário pós-operação de uma mina com impactos ambientais mínimos ou inexistentes tem se tornado uma preocupação mundial, não sendo diferente em um país como o Brasil, onde a atividade de mineração exerce importantíssimo papel econômico.

Com isso, surge a necessidade de planejamento de empreendimentos minerários, que contemplem, desde sua concepção, o encerramento de suas atividades, prevendo a devolução da área outrora impactada, ambiental e socialmente integrada de forma sustentável à sociedade.

A Resolução ANM nº 68, de 30 de abril de 2021, apresentou novas regras referentes ao Plano de Fechamento de Mina (PFM).<sup>56</sup> Com relação aos impactos ambientais decorrentes da etapa de Fechamento de Mina, Taveira (2003) apresenta os principais impactos ambientais associados aos meios físico, biótico e antrópico sob aspectos que se encontram dispostos na Tabela A.4.2, no Apêndice IV, de impactos por fases, métodos de valoração aplicáveis e sugestão de quesitos.

Nesse contexto, surge a necessidade de se ressaltar a ampliação da magnitude dos efeitos decorrentes de impactos ambientais relacionados aos meios físico e biótico associada ao abandono do empreendimento minerário e à consequente ausência de implantação de medidas de mitigação e controle dos impactos relacionados à fase de desativação de um empreendimento mineiro.<sup>57</sup> Percebe-se que, dos danos abordados na Tabela A.4.2, alguns poderão utilizar-se da valoração econômica para quantificar, em cifras monetárias, a perda sofrida pelo ambiente e pela comunidade. Enquanto, para outros danos, a valoração não terá êxito, pois ela não conseguirá capturar todos os valores de uso e de não uso do método VET ou VERA. Faz-se necessário vislumbrar uma interface da Economia com a Antropologia. Mesmo utilizando o método de valoração contingente, que expressa a disposição da comunidade em receber compensações (DAC) por conviver ou suportar um dano ambiental, o valor traduzido por um profissional da sociedade de mercado, em uma quantia monetária, pode não ser o mesmo que a comunidade desejaria receber. Isso porque envolve sociedades diferentes, valores diferentes e sentimentos individual e coletivo de perdas distintas. Ou seja, o valor de uma cultura nem sempre é retratado fielmente em outra. Dessa forma, o resultado de uma valoração econômica poderia ser direcionado

56 A Resolução ANM 68/2021, de 4 de maio de 2021 revogou as Normas Reguladoras da Mineração nº 20.4 e nº 20.5, aprovadas pela Portaria DNPM nº 237, de 18 de outubro de 2001.

57 Contribuições de Reinaldo Paulino Pimenta, engenheiro de minas e analista pericial do Ministério Público de Minas Gerais.

ao montante de uma indenização, mas esta pode não representar a total da lesão sofrida pela comunidade, uma vez que a noção de valor difere.<sup>58</sup> Por fim, percebe-se que é uma perigosa simplificação reduzir o instrumento econômico de valoração de dano ambiental e dano social a uma fórmula prévia. A fórmula dificilmente refletirá qualquer ambiente natural específico e não capturará todos os valores que compõem o valor econômico total, seja em seu valor de uso direto ou indireto. Ou seja, a fórmula é uma tentativa de simplificar a realidade. Parece adequado que o Ministério Público brasileiro inicie as tratativas de valoração econômica, exercitando o seguinte procedimento para a utilização dos métodos da valoração econômica do dano ambiental e social, consoante Araújo (2011, p. 162, com adaptação ao presente texto):

- 1) identificar e distinguir o valor econômico total (VET) conforme o Quadro Conceitual 3.3;
- 2) realizar ou contratar o estudo de valoração econômica do meio ambiente;
- 3) buscar a estimativa do dano ambiental total mediante utilização dos métodos de valoração econômica, conforme aqueles apresentados no Quadro Conceitual 3.4 – Métodos de Valoração Equivalentes, na seção 3 deste Capítulo.

Em relação aos impactos do garimpo ilegal de ouro, o MPF sentiu a necessidade de calcular os indicadores mínimos de impactos dessa atividade por meio de uma calculadora. Isso em virtude da ausência de dados e informações completos e necessários para a utilização do instrumento econômico da valoração econômica de danos ambientais e sociais. Cite-se outrossim a calculadora de impactos socioambientais do garimpo, desenvolvida pela Secretaria de Perícia, Pesquisa e Análise (SPPEA/PGR) e pela Conservação Estratégica (CSF-Brasil): [calculadora.conservation-strategy.org](http://calculadora.conservation-strategy.org)

O Ministério Público Federal (MPF) e a organização não governamental Conservação Estratégica (CSF-Brasil) lançaram a “Calculadora de Impactos de Garimpo Ilegal de Ouro”. A nova ferramenta encontra-se disponível em uma plataforma on-line aberta ao público. A ferramenta digital possibilita o cálculo dos danos socioambientais gerados pela extração ilegal de ouro na Amazônia, a partir da combinação de critérios como quantidade de ouro extraída, tipo de garimpo utilizado, local da extração, área afetada, entre outros indicadores.<sup>59</sup> A respeito da temática do garimpo ilegal do ouro na Amazônia, anote-se o *Manual sobre Mineração Ilegal de Ouro na Amazônia: Marcos Jurídicos e Questões Controversas*, da 4ª Câmara de Coordenação e Revisão do Ministério Público Federal– Série Manuais de Atuação, o qual, juntamente a diversos outros manuais, guias e roteiros de valoração do dano ambiental elaborados no âmbito do Ministério Público brasileiro, encontram-se disponíveis no Anexo V deste Capítulo.

## 5. PROTOCOLOS DE MEDIDAS DIANTE DE UM DANO AMBIENTAL NA MINEIRAÇÃO<sup>60</sup>

Diante da existência de um dano ambiental e social na mineração, faz-se necessário certas providências que, muitas vezes, a magnitude do ocorrido e a escassez do tempo acarretam esquecimentos que posteriormente podem prejudicar a valoração econômica. Portanto, esta seção tem o intuito de apenas indicar providências mínimas e necessárias que devem ser adotadas pelo membro do Ministério Público para que

58 Conforme Parecer nº 47/2009, 6ª CCR/MPF, Romana Araujo (com modificação). Ação Cautelar 2009.38.06.001.018-9.

59 Mais informações sobre a calculadora de valoração dos impactos e riscos do garimpo ilegal de ouro na Amazônia podem ser conferidas no webinar do SPPEA/PGR-MPF e CSF de seu lançamento em junho de 2021, disponível em: <<http://bit.ly/2SKKQnd>>.

60 Seção de autoria de Sandra Akemi Shimada Kishi, procuradora da República, PRR 3ª Região, e Romana Coêlho de Araujo, assessora econômica, 6ª CCR/MPF.

os métodos de valoração econômica ambiental possam ser aplicados da forma mais completa possível.

Os diversos estudos de valoração existentes demonstram que valorar não se trata apenas de responder quesitos. A intercomunicação entre os membros do MP brasileiro e os peritos do MP deve ser qualitativamente uma troca de demandas, ideias e expectativas. Não há de se resumir à formalidade de selecionar perguntas e aguardar respostas. Preliminarmente, deve-se definir quais as áreas e disciplinas a serem envolvidas para estruturar minimamente uma equipe multidisciplinar. As partes devem se comunicar e relatar suas impressões acerca do ocorrido, do local, da afetação em uma comunidade e ambiente, e sobretudo conhecer qual o alcance das disciplinas presentes e suas possíveis contribuições.

No âmbito da perícia de crimes ambientais, extrai-se que o dano ambiental é composto pela parcela ilegalmente apropriada do bem ambiental para a atividade privada acrescido da parcela correspondente à lesão causada ao meio ambiente, bem de uso coletivo, derivada dessa apropriação (MAGLIANO, 2013).

Nesse cenário, a lei reconhece a importância da valoração econômica na reparação dos danos causados, por meio da condenação dos responsáveis pelos danos causados ao meio ambiente. No entanto, a ausência de conhecimento sobre métodos e procedimentos de valoração no meio forense tem acarretado avaliações imprecisas ou a omissão da análise econômica de danos ambientais (MAGLIANO, 2013).

Diante desse quadro, torna-se necessário o conhecimento sobre os métodos de valoração, assim como a aplicabilidade na perícia criminal. Nesse contexto, a valoração econômica em laudos periciais de crimes contra o meio ambiente deverá considerar o método mais adequado, ou seja, o que garanta uma estimativa plausível, cientificamente fundamentada e exequível para a apuração de crimes ambientais (MAGLIANO, 2013).

Além dos cuidados em identificar e computar os danos ambientais, é essencial verificar as afetações causadas ao meio social pelas variações ambientais ocorridas. Normalmente, o **dano social** não é valorado economicamente, pois a verificação dos impactos se dá usualmente nos meios físico e biológico, sem estender tais modificações ambientais na rotina das pessoas. Adiciona-se que a proximidade com essas populações atingidas pelas atividades minerárias requer um cuidado maior tanto ao contatá-las como para compreender seu modo de vida e necessidades. Esse exercício não é de fácil compreensão, sobretudo porque o método indicado – método da valoração contingente – é o de maior complexidade e de maior exigência técnica para sua aplicação, o que, usualmente, afasta seu cálculo na Economia, com consequente repasse ao Direito, para serem arbitrados e considerados apenas no dano moral.

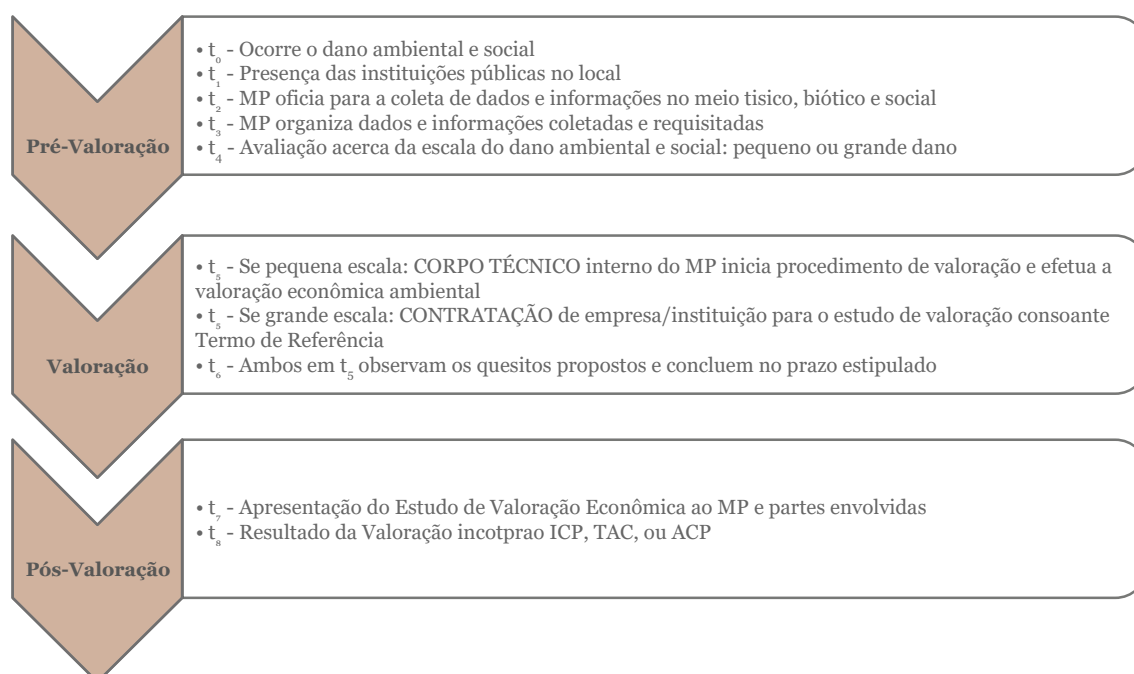
### 5.1. Coleta de dados e informações (ou *check list* inicial)

Usualmente, o MP decide pela abertura de um procedimento administrativo ou, diretamente, pela instauração de um inquérito civil para averiguar os danos ocorridos. Ofícios são encaminhados aos órgãos competentes com solicitação de medidas emergenciais e requisição de dados e informações. Deve-se evidenciar a importância de registrar a magnitude do ocorrido em termos quantitativos e qualitativos para posterior quantificação do dano, e não apenas para identificar as causas e os responsáveis pelo acidente (ARAÚJO, 2011, p. 94). Acrescenta-se, nesse momento, que, a depender do tipo de dano, é essencial o acompanhamento do corpo pericial do MP às primeiras medidas emergenciais, pois algumas podem primar pela estética e resultar maior agravamento da situação ocorrida.

Após, é necessário, internamente, o MP dar sentido às informações colhidas, bem como posicionar à equipe multidisciplinar qual o escopo do trabalho. Isto é, organizar as evidências físicas das consequências do dano para subsidiar procedimentos para uma valoração monetária. Em seguida, avalia-se acerca da magnitude do dano, se pequeno ou grande dano da mineração, a depender de critérios a serem indicados ou protocolos a serem elaborados pelo próprio Ministério Público com base na doutrina consagrada e em protocolos internacionais, como abordado a seguir no item 5.3.

Definir a grandeza do dano implica posicionar quem irá realizar a valoração econômica ambiental: se pelo corpo pericial do próprio Ministério Público brasileiro ou se por instituição/empresa externa. Para ambas, seriam enviados os quesitos próprios como orientação ao estudo a ser elaborado, além da observância de um Termo de Referência mínimo proposto nesta seção. Assim, essas ações anteriormente apontadas estão resumidas em uma linha do tempo iniciada em tempo zero ( $t_0$ ) até o tempo final ( $t_8$ ), na Figura 5.1.

**Figura 5.1 – Ocorrência de Dano Ambiental – Linha do tempo, ações e responsáveis**



Fonte: elaborado por Romana C. Araujo, assessora econômica da 6ª CCR/MPF

## 5.2. Quesitos do que se deve solicitar a quem vai valorar

Os quesitos devem ser os mais robustos possíveis, visando a capturar tais variações ambientais e sociais, sendo necessário verificar quais os momentos para essa quesitação: no primeiro momento, quando ocorre o dano ambiental e/ou o dano social; e em um segundo momento, quando os membros do MP direcionam perguntas/quesitos com o intuito de obter um *quantum* indenizatório.

As questões abordam aspectos gerais relativos a impactos provenientes de atividades de mineração e estão dispostos na Tabela A.4.2, no Apêndice IV. Como exposto anteriormente, os impactos da mineração foram enumerados e respectivamente relacionados seus quesitos. Os quesitos dizem respeito ao que o membro do MP deve solicitar quando da existência de um dano, ou ainda, o que deve questionar diante de uma valoração ambiental.

A título exemplificativo, foram apresentados também alguns **quesitos por situações** para fins de incrementar mais dados e informações quando da ocorrência de um dano socioambiental. Tais providências visam a uma melhor utilização posterior na valoração econômica do dano ambiental em si. Destaca-se a necessidade de identificar momentos distintos para a quesitologia, como apresentado no fluxograma anterior (item 5.1). O primeiro bloco de quesitos envolve a obtenção de dados e informações essenciais a serem requisitadas pelo MP aos órgãos competentes, pois alguns podem desconhecer sua competência, além de quais dados devem ser informados. No segundo bloco de quesitos, será direcionado à equipe multidisciplinar para fazer a valoração econômica ambiental, seja ela realizada internamente (pelos servidores do MP) ou por instituição externa contratada.

Como quesitar não é uma tarefa trivial, sobretudo no momento de ocorrência ou conhecimento do dano, é que este SG-Mineração dispôs de alguns quesitos por impacto. Trata-se da Tabela A.4.2, localizada no Apêndice IV, com exemplos de quesitos por respectivo impacto, e, portanto, não se esgota. Outros quesitos devem ser verificados nos demais Subgrupos deste GT CNMP, caso seja necessário pormenorizar o impacto, como apresentado no SG Flora. Além disso, há outras referências, como o documento “MPMG Jurídico Especial” da Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais, com o título “A valoração de serviços e danos ambientais”. Outra referência para quesitos seria a publicação de 2008, no âmbito do Ministério Público de Minas Gerais (MPMG), conhecida como “Guia Prático de Requisição de Perícias Ambientais”, com um termo de referências mínimo de quesitos para valoração do dano ambiental, em especial para a mineração de ferro. Nessa publicação são apresentados quesitos ambientais que devem ser respondidos pelos analistas/peritos com o objetivo de esclarecer ao promotor de Justiça sobre a situação do local investigado, o que tem servido de orientação para promotores de Justiça e analistas, facilitando o necessário diálogo que há de ser estabelecido com o corpo técnico pericial institucional<sup>61</sup>.

### 5.3. Valoração realizada interna ou externamente ao MP brasileiro

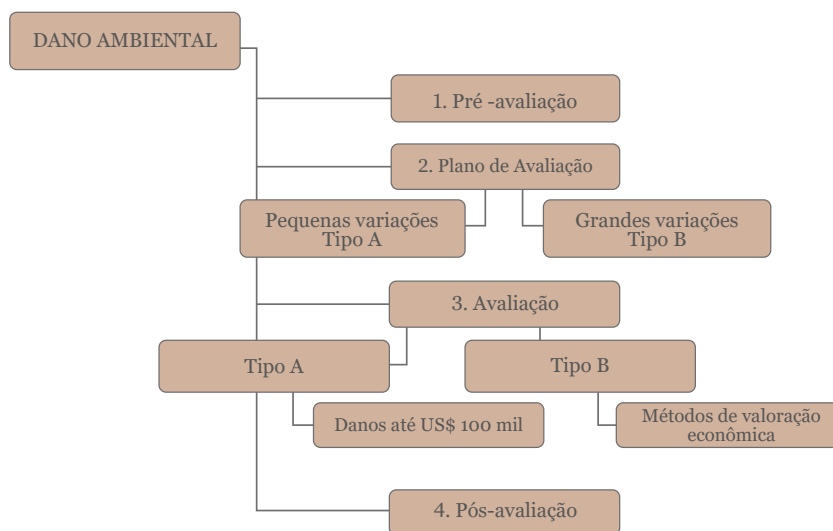
Feita a avaliação preliminar acerca da dimensão e abrangência do dano ambiental e social decorrente da mineração, deve-se vislumbrar quem fará a valoração econômica ambiental. No caso dos grandes danos ambientais e sociais, ou ainda da impossibilidade de se constituir uma equipe multidisciplinar no próprio Ministério Público brasileiro, haverá a necessidade de se contratar uma instituição/empresa externa independente para realizar a valoração econômica ambiental.

A título de exemplo, o *Department of Interior* (DOI), dos Estados Unidos da América, inicia por uma análise crítica e pela simulação de procedimentos propostos para avaliar pequenas e grandes alterações ambientais (KOPP; SMITH, 1993, p. 118). Assim, o DOI propõe que a avaliação do dano seja controlada por dois tipos de procedimentos: o Tipo A, com regras bastante simplificadas para pequenas perdas ou em variações de menor impacto e abaixo de US\$ 100 mil, em moeda norte-americana; e o Tipo B, que se caracteriza por regras mais elaboradas e detalhadas que são direcionadas para acidentes economicamente mais relevantes ou situações de maior degradação e acima desse valor para sua devida restauração ou reposição (ARAUJO, 2003).

<sup>61</sup> O setor técnico do MPMG colaborou na elaboração dessa quesitação, quando estava ligado ao CAOMA (Centro de Apoio Operacional das Promotorias de Justiça de Defesa do Meio Ambiente, Patrimônio Cultural, Urbanismo e Habitação), sendo que hoje se encontra vinculado o setor técnico à Central de Apoio Técnico do MPMG (CEAT/MPMG), que reuniu grande parte dos analistas técnicos do MP das mais diversas áreas da ciência, tais como: contabilidade, informática, engenharia, serviço social, etc.

O processo de avaliação do dano é planejado e estabelece fases para analisar os possíveis danos. Essas fases são julgadas convenientes e suficientes para que se avaliem as lesões sofridas pelos recursos naturais. Para melhor visualização da sequência das etapas, segue a Figura 5.2 com as fases do processo de avaliação do dano ambiental.

**Figura 5.2 – Fases do processo de avaliação do dano ambiental**



Fonte: ARAUJO, 2003.

De forma similar e como já exposto no item 3.4, Seroa da Motta recomenda um protocolo de aplicação metodológica de acordo com o nível de complexidade do incidente e, portanto, da dimensão dos danos, diferenciando os casos de baixa e alta complexidade. Contudo, sem posicionar cifras monetárias. Os *Incidentes de Baixa Complexidade* seriam aqueles que: i) não comprometem escalas espaciais, tais como bacia hidrográfica ou aérea e bioma; ii) há possibilidade de recuperação rápida inferior a, por exemplo, cinco anos; iii) não geram efeitos externos à área impactada nem impactos indiretos em comunidades não afetadas diretamente; iv) permite diagnóstico expedito dos principais impactos diretos medidos com dados existentes; v) há conhecimento ecológico para estimativas de funções de recuperação.

Por sua vez, *Incidentes de Alta Complexidade* seriam aqueles que: i) comprometem escalas espaciais, tais como bacia hidrográfica ou aérea e bioma; ii) a recuperação será longa, superior a, por exemplo, cinco anos; iii) geram efeitos externos à área impactada e impactos em comunidades não afetadas diretamente; iv) os impactos têm sinergia e devem ser tratados isoladamente e em conjunto; v) não permite diagnóstico expedito dos principais impactos diretos medidos com dados existentes e, assim, requer um diagnóstico ambiental com pesquisa de campo e uso de modelos teóricos.

Por sua parte, o professor Jorge Nogueira considera que o MP enfrenta (e continuará enfrentando) a necessidade de escolher entre duas opções em procedimentos de valoração econômica: a) “interna” ou “*in house*” no MP e b) “externa ao” ou “sob demanda do” MP. A diferenciação entre **a** e **b** é muito influenciada pelo “porte do dano”, definição essa que ainda necessita de um aprofundamento analítico dos participantes do Subgrupo de Mineração. Contudo, na valoração econômica de um dano ambiental da atividade de mineração “*in house*” no MP, prevalecerão os procedimentos relacionados aos Métodos Função de Produção, enquanto na “externa ao” ou “sob demanda do” MP haverá mais ampla possibilidade de procedimentos relacionados aos Métodos Função Demanda, como apontado no item 3.3.

Independentemente do nome atribuído, o Ministério Público deve enfrentar essa discussão e, na medida do possível, delimitar o que se faz necessário para distinguir a grande da pequena mineração, em termos de seus impactos e danos acarretados, sobretudo em relação aos danos sociais. Além das situações internas do MP em virtude da ausência de recursos humanos e financeiros e daí também ser necessário recorrer a contratação de uma instituição/empresa externa, ainda que às expensas do usuário ou do poluidor.

A valoração econômica do dano ambiental resulta de procedimentos de coleta e de elaboração de dados sobre mudanças nas características físicas, químicas e biológicas de um patrimônio ambiental. Em complemento – e como parte essencial desse processo – há também a observação de mudanças em nível do bem-estar humano decorrentes das alterações do patrimônio ambiental. Deve-se enfatizar que a ausência desses procedimentos pode limitar, ou mesmo inviabilizar, a estimativa do valor econômico do dano ambiental (ARAÚJO, 2003).

Para tanto, a elaboração de um Termo de Referência (TR) seria primordial para se contratar um estudo de valoração econômica. É certo que a minuta do TR ao Estudo de Valoração Econômica Ambiental será construída pelos membros do MP brasileiro no seu âmbito de realidade perante outros órgãos institucionais e as partes envolvidas. Portanto, tal Termo será peça fundamental ao escopo da contratação ou até mesmo para integrar um possível Termo de Ajustamento de Conduta.

Como sugestão, recomenda-se que, quando da contratação de uma empresa ou instituição para a realização do estudo de valoração, seja formulado um Termo de Referência para integrar qualquer que seja o instrumento de celebração escolhido. Assim, recomendam-se alguns elementos técnicos, mínimos, para compor, como:

- 1) contexto e justificativa do estudo de valoração econômica ambiental;
- 2) objetivo geral: mensurar as perdas e danos na localidade na área de influência direta do empreendimento – como definido no EIA do licenciamento -, advindos da atividade da mineração;
- 3) objetivos específicos: a) identificar impactos/riscos/danos da atividade; b) extensão de cada impacto/risco/dano anterior (início e fim em unidade temporal); c) delimitação da área de influência – direta e indireta – das consequências negativas do dano ocorrido;
- 4) métodos e procedimentos a serem adotados: métodos da Economia do Meio Ambiente mediante o cálculo do valor econômico total (VET)<sup>62</sup>, conforme os autores clássicos como Pearce e Turner (1990); Marques e Comune (1995); e Bateman e Turner (1992), consoante Araújo (2011, p. 162).

4.1) caso a pessoa jurídica escolhida indique os procedimentos de transferência de benefício, atentar que são acomodações de outros estudos já realizados no caso concreto, e não exatamente se fará uma valoração econômica ambiental. Erros que devem ser evitados estão detalhados no item 3.3 da seção 3. Isso implica redução do valor a ser pago à consultoria, pois de fato não calcularão diretamente os danos ambientais e sociais ocorridos no caso concreto, e sim uma adaptação;

4.2) antes de se iniciar a valoração, deve-se haver concordância dos itens 3 e 4 apurados anteriormente. Em especial, o levantamento de todos os danos e seus respectivos métodos de valoração ambiental a ser aplicado;

5) qualificação profissional de cada membro da equipe multidisciplinar;

6) coordenação e equipe multidisciplinar: análise técnica, separadamente, por disciplina para melhor visibilidade e esclarecimentos quanto ao que fazer em

<sup>62</sup> Seroa da Motta (1998) utiliza a denominação Valor Econômico do Recurso Ambiental (VERA) em vez de VET.

relação aos danos. Que a equipe tenha qualificação acadêmica e técnica compatível a importância do estudo;

7) premissas para o desenvolvimento dos serviços contratados: como consulta às comunidades tradicionais para possível ingresso em suas áreas;

8) descrição das atividades a serem realizadas e respectivo cronograma;

9) resultados esperados: produtos a serem entregues por etapas e cronogramas. Cada produto entregue deve ser avaliado pelo corpo pericial do MP, seja para uma crítica/sugestão, seja para acompanhar o trabalho realizado, seja para verificar apropriada comunicação entre empresa contratada e comunidade(s) afetada(s);

10) forma de apresentação dos produtos: idioma, formatação, meio material e digital, acréscimo de um produto simplificado em caso de comunidade tradicional, planilhas de cálculo abertas com valores e fórmulas visíveis, clareza dos procedimentos, organização em termos da cronologia de suas etapas, e essencialmente rigor técnico do(s) método(s) utilizado(s);

11) prazo de execução da consultoria. Estabelecer prazos por cada etapa;

12) contratação e remuneração;

13) contatos das partes;

14) bibliografia.

Portanto, a construção de um bom Termo de Referência é essencial para se obter um estudo de valoração econômica com qualidade. Não se pode deixar por livre escolha da instituição/empresa contratada acerca dos procedimentos e métodos a serem aplicados. Assim, é necessário destacar que os métodos de valoração existentes e reconhecidos pela literatura especializada é oriunda da Economia do Meio Ambiente ou Economia Ambiental, por fundamentar os instrumentos capazes de precificar as perdas e danos ambientais e sociais com nível de rigor aceitável. Portanto, indicam-se aquelas sugeridas na seção 3 deste Capítulo de Mineração.

### **Atentar que a Economia do Meio Ambiente difere da Economia Ecológica:**

(1º) a Economia do Meio Ambiente baseia-se no entendimento dos efeitos ambientais negativos como externalidades geradas pelo funcionamento da economia. A segunda procura compreender a economia e sua interação com o ambiente a partir dos princípios e limites físicos, em meio aos quais os processos econômicos se desenvolvem;

(2º) Economia Ecológica utiliza um método simplificado mediante o conceito de Produção Primária Bruta de um ecossistema. Trata-se de uma medida da energia solar utilizada pelas plantas para fixar carbono (energia solar; energia fóssil; equivalência em unidades monetárias).

Os fundamentos da valoração da Economia do Meio Ambiente (1º) são apresentados na seção 3. Restando aqui complementar e destacar a importância da estruturação e reunião das ciências necessárias para trabalharem juntas. Ou seja, primeiramente, monta-se uma equipe multidisciplinar para identificar os danos acarretados no local advindos da mineração. Cada disciplina deverá elaborar seu respectivo relatório visando a subsidiar a Economia para a valoração do dano. Após, a Economia fará a “tradução” das perdas sofridas, em cada área, na unicidade da medida monetária.

Como visto anteriormente na quesitologia, para a valoração econômica é necessário coletar dados e informações, com elevado grau de confiabilidade, com perspectiva de êxito na aplicação de qualquer um dos métodos apresentados. Os

dados serão aqueles que demonstrem as mudanças ocorridas nas características físicas, biológicas e no nível de bem-estar humano decorrentes das alterações do patrimônio ambiental em questão. Por fim, o montante estimado em unidades monetárias resultante da valoração econômica não representa uma monetarização do meio ambiente, mas sim uma quantia mínima a ser exigida para recuperação/reparação dos prejuízos acarretados pelo dano ocorrido.

A título de exemplo de contratação de empresa externa para valorar danos ambientais e sociais, cita-se o caso de considerável êxito de Juruti Velho/PA no subitem 5.4 a seguir. Adiciona-se outro exemplo de valoração por empresa externa. Na principal ação civil pública por responsabilidade objetiva civil por danos ambientais pelo rompimento da barragem em Mariana/MG, o Ministério Público Federal e estadual referiu-se a um caso paradigmático para embasar requerimento de uma reparação emergencial e preliminar, por analogia com um precedente quanto aos valores iniciais levantados no desastre com a explosão da plataforma de petróleo da *BP-British Petroleum*, no Golfo do México, por similitude, principalmente em relação a 2 aspectos: a) a extensão de recursos hídricos degradados pela poluição por substâncias químicas e b) número aproximado de vítimas (mais mortes fatais em Mariana). Passados mais de 5 anos do rompimento da barragem do Fundão em Mariana/MG, os catastróficos danos desse maior desastre ecológico até hoje ainda estão sendo valorados.

#### 5.4. Experiência de valoração de dano ambiental: Resumo Analítico do Estudo de Perdas e Danos de Juruti Velho (PA)<sup>63</sup>

A experiência realizada em Juruti Velho, no Estado do Pará, é um caso de considerável êxito e caracteriza um exemplo no qual o processo foi realizado de forma totalmente participativa e parte dele, com o apoio direto de contratação de organização externa para valorar danos ambientais e sociais.

Nesta seção, é apresentado resumo analítico, com base em resumo executivo, do Estudo de Caso: *“Estudo de Perdas e Danos sobre Projeto Agroextrativista (PAE) Juruti Velho decorrentes da mineração de bauxita”*, no âmbito da atuação do GT Valoração do Dano Ambiental do CNMP, Subgrupo de valoração de danos da mineração.

A necessidade de se valorar economicamente perdas e danos causados às comunidades tradicionais ribeirinhas surgiu em razão da mineração de bauxita pela empresa **ALCOA**, autorizada a minerar sem que todos os impactos e externalidades tivessem sido identificados, caracterizados e considerados no processo de licenciamento e, portanto, fora de qualquer possibilidade de compensação/indenização.

De fato, a oportunidade do licenciamento ambiental do projeto de exploração mineral da área pela Alcoa amplificou a percepção do conflito já existente pela posse da terra e permitiu seu tratamento jurídico que levou, primeiro, ao reconhecimento formal da posse ancestral pelo Termo de Ajuste de Conduta tomado do Incra, com a posterior criação do PAE Juruti Velho e, em seguida, pela concessão formal com o Contrato de Concessão de Direito Real de Uso (CCDRU). Daí foi possível ancorar o Estudo de Perdas e Danos em razão dos direitos decorrentes desse direito formal reconhecido.

As organizações envolvidas – **MPPA, MPF, INCRA, ALCOA** e a Associação **ACAJURVE** (representando as comunidades) – em meio ao tratamento do conflito,

<sup>63</sup> Item de autoria de Raimundo de Jesus Coelho de Moraes, promotor de Justiça, Soraia Marribo Soares Knez, bióloga, ambos do MPPA, Ubiratan Cazetta, Procurador Regional da República, mestre em Direitos Humanos pela UFPA, e Lílian Regina Furtado Braga, 13ª Promotora de Justiça em Santarém, Mestranda do Programa de Sociologia e Direito da Universidade Federal Fluminense - UFF.

caracterizaram a necessidade de identificar os impactos e as externalidades positivas e negativas em virtude da mineração realizada no território daquelas comunidades tradicionais no Estado do Pará. Assim, foi contratada organização externa e com ela discutidos, em processo participativo, tanto a metodologia a ser utilizada como métodos e condições contratuais.

Esse conflito só se tornou um caso de sucesso em razão do tratamento social comunitário, técnico-científico e jurídico do conflito pela posse/uso da terra e das riquezas potenciais. E a base do trabalho foram as instâncias de debate que criaram as condições imediatas de implementação das normas já existentes e a sua efetividade pela elaboração das regras específicas do processo de decisão e as referências técnicas que permitiram a realização do estudo com a mais ampla participação dos interessados e com o maior alcance de inserção da realidade nos seus resultados.

Destaca-se que esses projetos de assentamento agrário, embora diferenciados (Projetos de Assentamento Agroextrativista/PAE, Projetos de Assentamento de Desenvolvimento Sustentável/PDS e Projetos de Assentamento Florestal/PAF), não se caracterizam, formalmente, como áreas impedidas de mineração. Nesse sentido, suas definições legais não são suficientes para conter o avanço da atividade minerária nesses territórios, o que pode resultar em perdas socioeconômicas e ambientais para essas comunidades. O estudo de perdas e danos (EPD) trouxe uma abordagem metodológica, com aplicação de diferentes métodos de avaliação, quantificação e valoração para indenização de perdas e danos econômicos, sociais, culturais e ambientais, sofridos pelas comunidades do PAE Juruti Velho, conforme apêndice.

### Partes

Nos documentos produzidos são denominadas partes:

ALCOA WORLD ALUMINA BRASIL LTDA  
ASSOCIAÇÃO DAS COMUNIDADES DA REGIÃO DE JURUTI VELHO  
(ACORJUVE)  
INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA)

### Intervenientes-Anuentes

Em razão de seu papel institucional, nesse processo de negociação, foram denominados intervenientes-anuentes, em atuação conjunta:

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARÁ  
MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL

**Escopo da Atuação do MP:** Defesa do meio ambiente, dos interesses das populações tradicionais e garantia de seus direitos, a partir da criação do Projeto Agroextrativista PAE Juruti Velho e dos direitos daí decorrentes.

**Da Motivação:** Regularização fundiária do território das comunidades e decorrente indenização dos impactos socioambientais negativos gerados pela atividade da mineração. Foram identificados, em termos gerais, os impactos socioambientais decorrentes da atividade minerária na área:

- Destruição da estrutura do ecossistema e perda da biodiversidade;
- Ampla extensão territorial afetada direta e indiretamente;
- Enorme mobilização de massa e alteração de recursos ambientais – floresta, solo, água, paisagem, fauna;

- Mobilização de enorme contingente populacional;
- Impacto negativo na economia e no modo de vida de populações tradicionais (comunidades ribeirinhas);
- Impacto negativo nas contas públicas;
- Destruição e/ou remoção de patrimônio arqueológico.

### **Objeto do Estudo de Perdas e Danos (EPD-JV)**

Avaliação, quantificação e valoração de perdas e danos econômicos, sociais, culturais e ambientais causados por atividade minerária no Projeto de Assentamento Agroextrativista de Juruti Velho (PAE Juruti Velho) <sup>64</sup>.

### **Abordagem Metodológica do Estudo de Perdas e Danos (EPD-JV)**

O processo de construção do EDP contou com um arranjo institucional que proporcionou o estabelecimento da relação entre a instituição de gestão territorial (INCRA), os agentes mediadores (MPE/PA e MPF) e a empresa mineradora (ALCOA) com as comunidades impactadas (PAE Juruti Velho).

Após a tentativa frustrada de reocupação pela comunidade da área ocupada pela empresa às margens do Lago Juruti Velho (base Capiranga), em 2007, foram constituídas, por iniciativa do MP, mesas de negociação que estabeleceram um processo de construção do acordo sobre o Estudo.

Esse trabalho de criar as condições institucionais para o seguimento do processo foi, assim, resultado dos esforços coletivos em torno da mesa de negociação entre os representantes da ACORJUVE, ALCOA, INCRA, Ministério Público Estadual do Pará e Ministério Público Federal. Essas mesas ou rodadas – REA (Rodadas de Entendimento e Acordo, uma instância de debates, argumentações e busca de acordos com a assessoria técnica disponível a cada fase) – constituíram, de fato, o ambiente institucional em que foram estabelecidas as bases do trabalho (Termo de Compromisso), o Termo de Referência do Estudo de Perdas e Danos e o contrato da Cooperativa que o elaborou, e que levaram ao produto assim denominado.

A metodologia desenvolvida na elaboração do EPD-JV pela equipe de consultores contratados<sup>65</sup> não seguiu um único método econométrico. O estudo foi desenvolvido com base em uma *“seleção e adaptação de métodos, sempre que conveniente e possível, a partir da realidade de contexto, das perspectivas das partes interessadas e da projeção de um cenário futuro de sustentabilidade (Princípio Mestre)”*. Ou seja, foi adotada uma *“composição metodológica”*, conforme citado no estudo, que resultou na *“hibridação de métodos clássicos com tecnologias de ponta, sempre que identificado como conveniente ou proveitoso pelos especialistas”*. O Termo de Referência (TR) proposto em 2009, que estabeleceu o Acordo entre ACORJUVE, INCRA, ALCOA, MPE e MPF, para a elaboração do EDP-JV, do ponto de vista metodológico, trouxe uma abordagem que considera as peculiaridades das comunidades tradicionais, *“(…) a exemplo daquelas do entorno do Lago Grande de Juruti Velho, como tais, já abrangidas pelo PAE Juruti Velho, que dependem da integralidade territorial e ambiental das áreas em que vivem para sua sobrevivência e manutenção do seu*

64 O conceito de Projeto de Assentamento Agroextrativista (PAE) é uma modalidade de assentamento destinado a populações tradicionais, para exploração de riquezas extrativas, por meio de atividades economicamente viáveis e ecologicamente sustentáveis, criada pela Portaria do INCRA nº 268, de 23 de outubro de 1996. (BRASIL, 1996).

65 Por meio de seleção de propostas metodológicas, foi contratada, em 2010, equipe multidisciplinar vinculada à Cooperativa de Serviços e Ideias Ambientais (ECOIDEIA). Um acervo de relatórios técnicos multitemáticos foi produzido, compondo cerca de cinco mil páginas. Atualmente, o grupo coordenador do trabalho está vinculado ao Instituto de Avaliação, Pesquisa, Programas e Projetos Ambientais – IA ([www.avaliacao.org.br](http://www.avaliacao.org.br)).

*modo de vida e cultura*”. Bem como que a metodologia consideraria tanto as variações negativas quanto as positivas, estabelecendo onexo causal com a atividade minerária.

Foram definidos como valores a serem identificados:

**i) o valor monetário da renda** que deixou de ser auferida pelos beneficiários do projeto agroextrativista de reforma agrária em virtude do empreendimento minerário;

**ii) o valor monetário da indenização pelas perdas e danos** que foram causados pelos trabalhos de pesquisa e lavra;

**iii) o valor monetário da indenização prévia** referente aos terrenos ocupados pela mineração e às perdas e danos resultantes dessa ocupação para efeitos de servidão minerária.

No EPD-JV foram avaliadas externalidades (tanto negativas como positivas), sendo inclusive consideradas como de valores nulos quando:

- seus resultados ou efeitos não se manifestassem ou não fossem percebidos;
- cálculos ou argumentações coerentes não fossem possíveis de serem realizados com as informações disponíveis; e
- não se tivesse clareza sobre onexo causal com o empreendimento.

Para essa análise, foram destacadas, a seguir, apenas as externalidades negativas, sobre as quais resultaram as estimativas de valoração dos danos ambientais e consequente estabelecimento de valores para a compensação, para a manutenção das funções e integralidade do meio ambiente. Bem como, a partir do reconhecimento do direito ao território, o EPD-JV definiu, com base na valoração dos danos ambientais, indenização de Perdas e Danos às comunidades impactadas pelo projeto da mineradora Alcoa.

**Quadro 5.1 – Sistematização das Externalidades Negativas e Métodos aplicados para Valoração**

item	Externalidade/ Efeito associado	Recurso ou Elemento de Valor	Método de Cálculo	Base de Cálculo adotada/proposta no EPD
01	<b>Produtos Madeireiros</b> – perda, restrição ou diminuição de acesso ao recurso, diminuição do estoque, perda de renda e negócios e perda de oportunidade de negócios.	madeira	Produção ou uso sacrificado; custo de oportunidade; rendimento líquido.	VDA – valor de dano atual; VPF - valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores: (valor de opção/ valor de uso direto).
02	<b>Produtos florestais não madeireiros</b> – perda, restrição ou diminuição de acesso ao recurso, diminuição do estoque, perda de renda e de oportunidade de negócios.	produtos extrativistas (plantas medicinais, fibras, óleos, resinas, frutos, flores e raízes).	Produção ou uso sacrificado; perda de renda; custo de oportunidade.	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores.
03	<b>Pesca</b> – dificuldade de acesso, aumento de esforço para acesso, diminuição da produtividade e diminuição da renda.	pescados	produção ou uso sacrificado; aumento de esforço.	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro.

04	<b>Caça</b> – dificuldade de acesso, aumento de esforço para acesso e diminuição da produtividade.	caça	produção ou uso sacrificado; aumento de esforço.	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro.
05	<b>Servidão Florestal</b> – indisponibilidade para uso ou conservação de ativos ambientais.	oportunidade de uso ou conservação de ativos ambientais.	A definir – Faltou um melhor entendimento entre as partes sobre a proposta de abordagem da externalidade.	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores/sem especificar.
06	<b>Restrição de Acesso</b> – perda de equipamento ou benfeitoria comunitária e alteração de modo de vida.	trilhas e caminhos comunitários tradicionais (capital cultural/manufaturado).	A definir	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores/sem especificar.
07	<b>Disponibilidade Hídrica e Recarga de Aquíferos</b> – diminuição da disponibilidade e alteração de forma de acesso; e alteração de funcionalidade ecossistêmica, alteração de serviço ambiental e perda de oportunidade de negócio.	água (consumo) e função ecossistêmica.	Produção ou uso sacrificado; custo de oportunidade.	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores/sem especificar.
08	<b>Cobertura Vegetal (CO<sub>2</sub>)</b> – diminuição de estoque; alteração de serviço ambiental e perda de oportunidade de negócio	carbono florestal	custo de oportunidade	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores.
09	<b>Fluxo e Comportamento de Animais</b> – alteração de funcionalidade ecossistêmica, adaptação de comportamento social-comunitário, perda de bens correlatos (criações, benfeitorias, roçados e investimentos para prevenção de perdas)	capital natural – função ecossistêmica	custo de reposição, produção sacrificada, custo de prevenção	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores.

10	<b>Poluição Luminosa (paisagem noturna)</b> – alteração de paisagem, alteração de funcionalidade ecossistêmica e alteração de comportamento social	paisagem natural	valoração contingente (conjugada com outras poluições – ar e sonora)	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores.
11	<b>Potencial de Bioprospeção e Repartição de Benefícios</b> – alteração de estrutura ecossistêmica, alteração de serviço ambiental e perda de oportunidade de negócio.	estrutura e função ecossistêmica	custo de oportunidade	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores.
12	<b>Desestruturação de Solo</b> – alteração de estrutura ecossistêmica e alteração de capacidade produtiva	estrutura e função ecossistêmica.	custo de recuperação ou reposição	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores.
13	<b>Acesso à Água Pura</b> – alteração de estrutura ecossistêmica, alteração de possibilidade de acesso e alteração de comportamento social-comunitário.	água pura (igarapés e nascentes).	custo de prevenção ou reversão, custo de recuperação ou reposição	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores.
15	<b>Paisagem Diurna</b> – alteração da qualidade da paisagem, alteração de bem-estar, alteração de comportamento social-comunitário e diminuição do valor das áreas.	paisagem natural – beleza cênica.	valoração contingente	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores.
16	<b>Poluição Sonora</b> – alteração da qualidade da paisagem, alteração de bem-estar (incluindo não humanos), alteração de comportamento social-comunitário e diminuição do valor das áreas	paisagem natural – perfil sonoro	valoração contingente	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores.
17	<b>Poluição do Ar</b> – alteração de qualidade ambiental, alteração de bem-estar (incluindo não humanos), alteração de comportamento social-comunitário e diminuição do valor das áreas.	paisagem natural – qualidade do ar	valoração contingente	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores.

18	<b>Alteração Geotécnica</b> – alteração de estabilidade geotécnica, aumento de probabilidade de acidentes, diminuição do valor de áreas e alteração de comportamento social comunitário.	estrutura do meio físico.	valoração contingente	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores.
19	<b>Sociais Conjugadas: Relações de Confiança; Sentimento de Discriminação e Insegurança</b> – alteração de estabilidade social e comunitária, aumento de desagregação comunitária e intercomunitária, transformação das interações comunitárias e alteração de bem-estar, alteração da dinâmica social e do comportamento comunitário	Coesão, capital humano e capital social (estrutura e estabilidade comunitária; autoestima; referências sociossimbólicas; qualidade de vida; segurança).	valoração contingente	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores.
20	<b>Custo de Vida</b> – alteração de estabilidade social, familiar e econômica; diminuição de capacidade de compra, alteração de comportamento comunitário e alteração de bem-estar.	Estabilidade de suporte de vida (estrutura da economia local).	valoração contingente	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores.
21	<b>Frustração de Emprego e Renda</b> – alteração de estabilidade familiar e comunitária, diminuição de capacidade produtiva, alteração de comportamento comunitário e alteração de bem-estar.	Estabilidade de suporte de vida (sistema local de trabalho e produção)	valoração contingente	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores.
22	<b>Prevenção de Acidentes</b> – alteração de estabilidade social, alteração de dinâmica social, alteração de comportamento comunitário e alteração de bem-estar.	estabilidade e qualidade de vida (segurança)	A definir	VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores.

23	<p><b>Culturais Conjugadas; Práticas Tradicionais; Identidade Comunitária; Valores Ancestrais; Laços Familiares e Valores Religiosos</b> – Alteração de práticas produtivas, alteração de hábitos de produção e consumo, alteração no sistema de ensino e aprendizagem, enfraquecimento e esquecimento de práticas tradicionais. Alteração nas relações sociais e no paradigma comunitário, alteração na constituição da territorialidade e alteração do equilíbrio endógeno/exógeno. Alteração na transmissão de conhecimentos tradicionais, esquecimento ou extinção de saberes tradicionais e diminuição da capacidade de resiliência social. Alteração de estabilidade familiar, interfamiliar e comunitária. Alteração de percepção e valorização do meio natural, alteração de modo de vida e das atividades tradicionais de ligação homem-natureza.</p>	<p>Práticas produtivas e modo tradicional de (re)produção. Referências de símbolos, valores, saberes e memória: territorialidade. Estrutura familiar tradicional. Práticas e conhecimentos relacionados à natureza e à cura; cosmologia e espiritualidade local</p>	<p>avaliação contingente</p>	<p>VDA – valor de dano atual; VPF – valor de dano potencial futuro; Outro – outros valores.</p>
----	--	---	------------------------------	---

Fonte: Resumo Executivo EPD, 2014

### Métodos de avaliação no Estudo de Perdas e Danos

Conforme descrito no EPD-JV, vários métodos foram aplicados na avaliação dos danos socioambientais para chegar a um valor de indenização de Perdas e Danos às comunidades do PAE Juruti Velho.

<b>Método da Produção ou Uso Sacrificado (PUS)</b>	
<b>Essência:</b> Produção sacrificada, diminuída, ou extinguida, pra sempre ou por um período.	
$P = \sum_{l=n}^i P_{io} - \sum_{l=n}^i P_{it}$	<p><math>P</math> = valor monetário da produção sacrificada;  <math>P_{io}</math> = produção da comunidade <math>i</math> antes do evento (no tempo 0);  <math>P_{it}</math> = produção da comunidade <math>i</math> depois do evento (no tempo atual).</p>

**Função do método do custo de recuperação ou reposição (CRE)**

**Essência:** Custo de recursos humanos, materiais e/ou logísticos necessários para manter, repor ou mitigar perdas ou danos.

$$E = \sum_{i=1}^n CO_i$$

$E$  = valor monetário total do estoque de atributos perdidos ou danificados.

$CO_i$  = atributos de valor identificados no intervalo de  $i$  até  $n$ .

**Método do Custo de Oportunidade (COP)**

**Essência:** Oportunidade de negócio inviabilizado, pra sempre ou por um período.

$$P = \sum_{l=n}^i P_{io} - \sum_{l=n}^i P_{it}$$

$P$  = valor monetário da produção sacrificada;

$P_{io}$  = produção da comunidade  $i$  antes do evento (no tempo 0);

$P_{it}$  = produção da comunidade  $i$  depois do evento (no tempo atual).

**Método do Custo de Transação (CTR)**

**Essência:** Maximizar os resultados de investimentos de empreendimentos empresariais e minimizar os custos econômicos e ambientais de proposições de negócios.

$$E = \sum_{i=1}^n CO_i$$

$E$  = valor monetário total dos custos de transação.

$CO_i$  = valor monetário dos atributos relativos aos custos de transação no intervalo de  $i$  até  $n$ .

**Método do Custo de Viagem (CV)**

**Essência:** Esforço adicional de trabalho, traduzido em tempo ou horas despendidas, para produção ou uso de atributos do recurso natural.

$$T = \beta_0 + \beta_1 X_i + \dots + e_i$$

$T$  = valor monetário do tempo gasto para ter acesso ao recurso natural;

$\beta_i$  = coeficientes estimados para o modelo;

$X$  = variáveis usadas no modelo de valoração;

**Método da Valoração Contingente (MVC)**

**Essência:** Disposição a pagar ou a contribuir para a implantação, manutenção, conservação ou ampliação de determinado projeto ambiental.

$$D = \beta_0 + \beta_1 X_i + \dots + e_i$$

$D$  = disposição a pagar ou a contribuir para evitar um dano;

$\beta_i$  = coeficientes estimados para o modelo;

$X$  = variáveis usadas no modelo de valoração;

<b>Método do custo de prevenção ou controle (custo evitado)(CPR)</b>	
<b>Essência:</b> Custo de recursos humanos, materiais e/ou logísticos necessários para prevenir, evitar ou controlar perdas ou danos.	
$C = \sum_{i=1}^n I_i$	C= valor monetário do custo de controle e $I_i$ = investimentos realizados em âmbito ambiental a fim de restabelecer a qualidade do ambiente degradado.

### Princípios consolidados – EDP-JV

- **Entendimento dialógico:** decisões, todas, tomadas em conjunto com intervenientes e anuentes. Conformação de mesa permanente de diálogo;
- **Temporalidade:** decisões mais acertadas na medida em que os fatos evoluem.
- **Respeito à dinamicidade dos fatos:** reavaliações a cada cinco anos;
- **Abrangência temática:** 37 externalidades pontuadas para o estudo (29 negativas e oito positivas), de natureza material e imaterial, acordadas entre as partes intervenientes;
- **Distinção:** do espectro de abordagem da avaliação de perdas e danos (externalidades) e do licenciamento ambiental (impactos);
- **Ponderação de nexos de causalidade:** interpretação graduada sobre a responsabilidade da mineração para cada uma das externalidades;
- **Interpretação:** distinta entre “danos atuais” (ocorridos) e “danos potenciais” (futuros).

### Inovações, avanços e replicabilidade do EDP-JV

Como já destacado, desde o início dos trabalhos, a perspectiva do EPD-JV como um “*processo negocial pioneiro que, apesar de oriundo de uma tensão relacional entre partes, pode se transformar em um encontro criativo entre elas, com a abertura de portas para uma situação de sustentabilidade diferenciada, a depender dos intervenientes*”, de fato, gerou e contribuiu com elementos importantes para essa realidade!

Além disso, outro resultado importante a partir desse estudo de caso (EPD-JV) é o potencial de replicabilidade em casos similares, em que estejam presentes os mesmos elementos que constituem esse tipo de conflito pelo uso da terra e exploração do subsolo, com a necessidade de avaliação diretamente relacionada a perdas e danos (indenização):

Define-se uma economia de perdas e danos, com base na avaliação de externalidades, que representa uma análise mais apurada, de caráter adicional, complementar ou suplementar, de prejuízos ou benefícios, apropriados ou sentidos por terceiros (EPD-JV)

### Instrumentos aplicados com base no Estudo de Perdas e Danos – EPD-JV

**1) Recomendação Conjunta nº 01/2015/MPPA-MPF (2015);** Recomendação à Alcoa e à Associação das Comunidades do Lago Juruti Velho, e ao Instituto de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), nas pessoas de seus representantes legais: instituir de forma individual ou em conjunto **uma fundação de direito privado**, destinada a receber, administrar, gerenciar, aplicar, tomar conta e prestá-las (...) dos rendimentos dos valores pagos pela Alcoa a título de indenização de perdas e danos. (...) como finalidade precípua, apoiar os princípios de

sustentabilidade, a proteção e preservação cultural e ambiental e o desenvolvimento econômico e social, das comunidades do PAE Juruti Velho e regiões vizinhas cumprindo-lhe, especialmente: (...)

### Considerações quanto aos principais desafios e riscos

**1) O longo tempo utilizado no processo**, incluindo o estudo de valoração de perdas e danos socioambientais no caso PAE-Juruti Velho e da dinâmica estabelecida (várias rodadas de tratamento do conflito, reuniões das partes e intervenientes denominadas Reuniões de Entendimento e Acordo – REA,) para garantir a continuidade das negociações. Considerando desde o início das negociações até o momento atual;

**2) Divergências entre as partes** relacionadas, a forma de repasse dos recursos e as garantias de aplicabilidade para os fins propostos como metas de compensação/indenização – recomendação do MP: criação da Fundação PAE-Juruti Velho para o gerenciamento dos recursos;

**3) Critérios de exclusão e inclusão** de comunidades e das famílias beneficiadas pela indenização por perdas e danos socioambientais;

**4) Influências políticas** no processo, o que recomenda a mais ampla transparência e o registro de todos os passos do procedimento.

### Conclusão

Essa experiência do EDP-JV, por sua criatividade e qualidade técnica e principalmente pelos produtos, em destaque o material escrito, indica a possibilidade de replicabilidade dessa metodologia em casos similares.

Nesse sentido, note-se sua importância para a avaliação da necessidade de indenização por perdas e danos em favor das populações/comunidades afetadas. O estudo (EPD) deve ser direcionado às externalidades negativas/positivas que tenham ou não sido previstas nos estudos ambientais e que, de todo modo, para as quais não tenham sido adotadas medidas compensatórias e/ou indenizatórias.

Destaque-se, no entanto, os limites institucionais para o tratamento de um conflito dessa complexidade. Em razão disso, muito cuidado e esforço deve ser investido para a criação das condições institucionais adequadas e sua pactuação adicional, durante o processo, mas principalmente na fase inicial, o que demanda esforço também no âmbito interno de cada uma das organizações ou setores envolvidos, com a criação de equipes especializadas ou dedicadas para o tratamento da matéria com estabilidade e permanência.

O Anexo III reúne os seguintes estudos técnico-científicos e documentos complementares que ilustram a experiência da metodologia de valoração do dano ambiental do PAE Juruti Velho:

ABDALA, G. C.; MOTA, J.A.; BANDEIRA, C. (organizadores). *Estudo de Perdas e Danos do PAE Juruti Velho – Resumo Metodológico*.

\_\_\_\_\_. *Estudo de Perdas e Danos do PAE Juruti Velho – Resumo Executivo*. ECOOIDEIA/ALCOA/ACORJUVE/INCRA/MPPA/MPF. *Relatório Técnico*. Brasília/DF, 2014. Disponível em: <[www.epdjurutivelho.org.br](http://www.epdjurutivelho.org.br)>.

\_\_\_\_\_. *Relatório Técnico*. Brasília/DF, 2014. Disponível em: <[www.epdjurutive-lho.org.br](http://www.epdjurutive-lho.org.br)>.

Termo de Referência – EPD-JV.

Termo de Compromisso (TC) – EPD-JV.

Recomendação Conjunta nº 01/2015/MPPA-MPF (2015).

## 6. CONTROLE DE RISCOS PARA SE EVITAR DANOS NA MINERAÇÃO

Esta seção tem o objetivo de introduzir noções conceituais, técnicas e jurídicas, não apenas sobre o risco em si, como também sobre a gestão de riscos nas governanças corporativas do setor empresarial, público e privado, e sobre o princípio do controle de riscos para prevenção do dano, como elementos para a indenização do risco. Trata-se de indenização do próprio dano, enquanto risco ou dano não evitado. Mais do que uma atual tendência, a questão já está sendo levada em juízo. Cite-se o pedido de indenização pelo risco ou dano não evitado, diante da responsabilidade por não *compliance*, na principal ação civil pública por não *compliance* (ação de responsabilidade de pessoa jurídica pela prática de ato contra a administração pública)<sup>66</sup> e a ação penal pública<sup>67</sup> em face do rompimento da barragem do Córrego do Feijão, em Brumadinho/MG (seção 6.3). O controle do risco previsto na Constituição Federal<sup>68</sup> é aplicável em diversas fases e atividades de mineração. O controle do risco associado ao controle social e à responsabilidade por *compliance*<sup>69</sup> é a alavanca propulsora da sociedade para o controle interno da empresa, pública ou privada. É também a mola propulsora, em dupla mão de direção, também para o efetivo desempenho ESG<sup>70</sup> da governança corporativa empresarial para a coletividade, atendida em suas demandas de interesse social. Bem por isso, o princípio do controle do risco tem sido também chamado de novo princípio da precaução (MACHADO, 2020, p. 109), por não depender de qualquer dúvida ou incerteza científica para a adoção de imediatas medidas de precaução. Visa ainda a compreender os efeitos da aplicação do controle do risco, em especial na interrelação das empresas de mineração com as comunidades e, em nível interinstitucional, com os demais gestores e órgãos de controle. Isso porque as atividades de mineração são, por natureza, atividades de risco em que se aplicam imediatas medidas de prevenção do dano, mesmo na incerteza, por força dos artigos 225, § 1º, V e VII e do art. 225, § 2º, todos da CF/1988, que exige daquele que explora a atividade de mineração a obrigação de recuperar o meio ambiente degradado, numa valoração do recurso natural, propiciando avaliação de perdas de benefícios. Por fim, remete a reflexões necessárias a implementar a valoração do risco ambiental ou a valoração do risco evitado, durante o desenvolvimento das atividades de mineração, antes mesmo da eclosão do dano, por força dos princípios da prevenção e da máxima precaução, pilares do direito ambiental.

### 6.1. Definição do risco

Tanto o artigo 225, §1º, V, da Constituição Federal, que tipifica a mineração como atividade de risco, como o artigo 225, § 2º, que impõe que todo aquele que explora atividade de mineração está obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, acabam por tornar necessário e justificar aqui a presente seção 6 sobre teorias de risco, gestão e controle de riscos.

A Constituição Federal de 1988 não define o que é risco. O princípio do controle do risco, a partir do comando constitucional do artigo 225, parágrafo 1º, V, do Poder Público aplica-se, independentemente de dúvida científica e sem qualquer condicionante, em relação à produção, comercialização, emprego de técnicas, métodos

66 Petições iniciais das ações civis de responsabilidade pela prática de ato contra a Administração Pública. Disponível em: <[https://mpmgbarragens.info/wp-content/uploads/2020/06/20191014-0089106656\\_MPMG-Acao-LAC-Vale-CorregodoFeijao.pdf](https://mpmgbarragens.info/wp-content/uploads/2020/06/20191014-0089106656_MPMG-Acao-LAC-Vale-CorregodoFeijao.pdf)> e <<https://mpmgbarragens.info/wp-content/uploads/2020/01/28032019-Acao-LAC-TUV-SUD-Brumadinho.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2021.

67 Denúncia do MPMG. Disponível em: <<https://mpmgbarragens.info/wp-content/uploads/2020/01/21012020-Denuncia-VALE-TUV-SUD-homici%CC%81dio-e-crime-ambiental-Brumadinho.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2021.

68 Artigo 225, §1º, V e VII, da Constituição Federal de 1988.

69 Lei nº 13846/2013 – lei do *compliance* empresarial também conhecida como Lei Anticorrupção.

70 Sigla em inglês para *environmental, social and governance*, ou ambiental, social e governança.

e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente. Mesmo no que atina ao princípio da precaução, “A dúvida científica, expressa com argumentos razoáveis, não dispensa a prevenção.” (MACHADO, 2020, p.110)

As definições de riscos incluem explícita ou implicitamente a noção de “algo incerto” e incluem a noção de “algo indesejado”. Trata-se, na mais originária das condições de uma combinação das noções de incerteza e indesejabilidade.

Certo é que “Diante da incerteza do dano ambiental, não se pode ficar derrotado pela inércia e pela omissão. A procura da informação sobre a incerteza é um dos motivos de se apelar para a aplicação do princípio da precaução”. (MACHADO, 2020, p. 111).

A par do princípio da precaução, o inciso V do §1º do art. 225 da CF prescreve o controle do risco em diversas fases da atividade econômica – produção, comercialização e emprego de técnicas, métodos e substâncias, diante da possibilidade de risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente. O inciso V em análise não se refere ao tipo de risco a ser controlado, se alto, médio ou baixo. A Constituição, portanto, manda que seja controlado todo tipo de risco, não importando o grau de sua gravidade.

A obrigação de prevenir por oposição à obrigação de reparar, de corrigir ou de indenizar leva a aspectos e conclusões importantes. A prevenção deve ser privilegiada porque, no caso de danos, as indenizações não permitem, bem frequentemente, restabelecer a situação anterior ao evento ou ao acidente. Do ponto de vista jurídico, o fato de melhor compreender o liame de causalidade, isto é, o liame físico entre a causa (a atividade) e o efeito (o dano), mesmo quando diversos fatores intervenham no encadeamento, impõe, igualmente, aos empreendedores de atividades perigosas tomar todas as medidas necessárias para prevenir os danos, ou seja, impõe uma eficiente gestão de riscos em nível de governança corporativa, objeto do item 2.7.<sup>71</sup> A preleção de Paulo Affonso Leme Machado (2020, p.19) enfatiza a terminologia na lei espanhola<sup>72</sup> do termo “prevenção” conjuntamente ao vocábulo “evitação”, mostrando, sem qualquer dúvida, a determinação de que o dano deve ser aferido e impedido, sob pena de dever ser indenizado o risco não evitado. Chega-se à conclusão de que risco é o próprio dano evitado, na melhor acepção e aplicação da precaução. Na verdade, trata-se aqui de um novo princípio da precaução ou do controle do risco, que prescinde de dúvida científica, incertezas ou do grau de gravidade.

Assim, numa perspectiva jurídica, um processo matemático de intersecção entre a probabilidade e a gravidade, como critério de valoração do risco, teria que considerar no cálculo o custo das medidas de precaução, de modo a assegurar benefícios sociais e ambientais mediante custos economicamente aceitáveis. O controle do risco e a precaução são instrumentos para se evitar o risco ou o próprio dano ambiental, correspondendo o dano ao risco não evitado. Isso sem se confundir o risco evitado com o próprio dano em concreto, resultante do evento danoso, numa soma de responsabilidade objetiva ambiental com a responsabilidade objetiva por não *compliance*<sup>73</sup>, em relação ao risco/dano não evitado. Isso porque a Constituição da República Federativa do Brasil, a par de prever o princípio da precaução (artigo 225, *caput*, e par. 1º, IV) e o princípio do controle do risco (artigo 225, par, 1º, V), considera a evitação do risco essencial à sadia qualidade de vida e ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. O dever de prevenir ou, pelo menos, de reduzir esse prejuízo por decisão da Corte Permanente de Arbitragem, na cidade de Haia, de 2005<sup>74</sup>, tornou-se um princípio de direito internacional geral. À luz do comando

71 Anuário da Comissão de Direito Internacional 2001, Volume II, Parte II - Relatório da Comissão para a Assembleia Geral, NY-Genebra, p. 159, 2007.

72 ESPANHA. Lei nº 26/2007, de 23.10.2007, artigo 17 sobre a Responsabilidade medioambiental em matéria de prevenção e de evitação de novos danos.

73 BRASIL, Lei nº 12846/2013.

74 Caso Reno de Ferro (Bélgica v. Países Baixos) – Iron Rhine Arbitration. Corte Permanente de Arbitragem,

constitucional do artigo 225, §1º, V, da Lei 12608/2012, artigo 2º, § 2º, prevê o novo princípio da precaução ou princípio do controle do risco ou, ainda, princípio do risco evitado.

Conforme Paulo Affonso Leme Machado (2020, p. 109), o novo princípio da precaução “tem na sua essência a incerteza e será aplicado independentemente da intensidade ou da gravidade do risco.” Esclarece ademais que

controlar o risco é não aceitar qualquer risco. Há riscos inaceitáveis, como aquele que coloca em risco os valores constitucionais protegidos como o meio ambiente ecologicamente equilibrado, os processos ecológicos essenciais, o manejo ecológico das espécies e ecossistemas, a diversidade e a integridade do patrimônio biológico – incluído o genético – e a função ecológica da fauna e da flora.

O princípio da precaução na preleção de Michel Prieur (2001, p 145) “é uma nova forma de prevenção concebida para proteger a sociedade contra riscos ainda desconhecidos ou incertos”.

Paulo Affonso Leme Machado (2020, p 109) destaca que “O inciso V do § 1º necessita ser levado em conta juntamente com o próprio *caput* do art. 225 da CF, onde o meio ambiente é considerado “essencial à sadia qualidade de vida”.

## 6.2. Teorias do risco: cultural e analítica<sup>75</sup>

Esta seção possui a finalidade de esclarecer o conceito jurídico de risco da seção acima, retomar teorias que podem dar lastro a indicadores de valoração do risco ou do dano evitado. Tal abordagem terá como foco duas linhas teóricas epistemológicas fundamentais que pautam as teorias do risco.

Ulrich Beck (1986, p. 16) propaga o atual modelo social em que o risco passa a ser o elemento nuclear da sociedade, constituindo o balizador dos principais instrumentos de interação social da atualidade. Esta teoria sociocultural levanta novos padrões de responsabilidade, segurança, controle, limitação e distribuição das consequências do dano, levando-se em conta as ameaças potenciais. O desafio é que tais ameaças escapam à percepção sensorial. A reflexividade dos riscos (medos e esperanças em relação ao futuro) contemporânea seria estrutural, ou seja, um elemento da sociedade, em vez de um aspecto cognitivo das pessoas. Nesse contexto, segundo Mendoza (2001, p. 93), um estado de prevenção visa não mais somente a alcançar o “bom” para o bem-estar, mas impedir o “pior”, adiantando e ampliando a proteção em relação a cada novo risco.

O objetivo desta seção é entender que os riscos já não são apenas expectativas de eventos custosos futuros, outrossim, por si mesmos, já se configuram em custos presentes para as empresas, Poder Público e populações afetadas, que devem ser internalizados por quem desenvolve a atividade de risco.

### Teoria Cultural dos Riscos (T.C.R)

Ainda que essa teoria seja mais recente que as teorias clássicas, sua apresentação inicial permitirá compreender melhor as demandas de modelos de valoração, de modo que seja possível adotar métodos de valoração de riscos capazes de incorporar os custos com a evitação dos danos sociais e morais ou das perdas das funções sociais, socioambientais e ecossistêmicas pelo uso do bem ambiental.

Decisão, Haya, § 59, 25 de maio de 2005.

<sup>75</sup> Seção de autorias de Osório Thomaz, químico e pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas e Sandra Akemi Shimada Kishi.

A teoria cultural do risco procura explicar o conflito social sobre o risco. A Teoria Cultural do Risco (DOUGLAS, 1973) afirma que as estruturas de organização social dotam os indivíduos de percepções que as reforçam como estruturas em relação a outras alternativas.

Um resumo estrutural da Teoria Cultural do Risco pode estabelecer que a percepção do risco é diferente para diferentes grupos sociais, dependendo de sua adesão a certos modos de vida, carregadas de função social às percepções individuais dos perigos sociais. A cultura comunitária dentro das quais reside o indivíduo indica quais riscos devem ser prioritariamente considerados. Justifica a essência do motivo das observações da comunidade local e na área de influência de todo e qualquer projeto serem consideradas num processo de participação social.

O objetivo da teoria cultural é a identificação das diferentes percepções de risco em certa comunidade, mas tal identificação produz relatórios de fatos que nem sempre se traduzem imediatamente em critérios de tomada de decisões.

O princípio da precaução e o princípio do controle de risco resolvem os problemas de variações na percepção decorrentes de variações percepções sociais do risco.

A valoração efetiva de um risco socioambiental ou de um dano social depende de avaliações antropológicas e culturais das percepções de riscos da comunidade, que podem ser conduzidas com questionários e audiências públicas na comunidade na área de influência do projeto ou na região afetada. As poucas dificuldades de transposição ou integração dessa metodologia para os métodos clássicos de análise de riscos dependem apenas da devida aplicação do princípio da precaução e do controle do risco.

### **Teoria Analítica do Risco**

A Teoria Analítica de Riscos não é uma teoria científica, mas sim uma teoria tecnológica, ou seja, tem intenção de produzir novos conhecimentos sobre a natureza e os seres humanos. Busca apenas aplicar conhecimentos de outras teorias epistemológicas de caráter científico, de forma organizada, a fim de produzir elementos práticos, aplicáveis nos processos de tomada de decisão.

Riscos são grandezas extensivas e dinâmicas que dependem de variações e rastreabilidade de probabilidade e de internalização efetiva dos custos com medidas de prevenção.

Giddens (2001) trata o risco como uma criação social ou fenômeno social estrutural (não apenas cultural), sendo que mesmo os sujeitos inconscientes dele estão submetidos. Com efeito, parte das ameaças às quais os indivíduos estão expostos provém de decisões de outros agentes no manuseio dos avanços científicos e tecnológicos. Assim, a sociedade moderna é capaz de produzir ameaças tecnológicas capazes de ensejar os riscos, bem como de transferir a origem do risco para o comportamento do ser humano. Isso enseja uma coerção maior devido à alta periculosidade da atividade em um cenário fora dos parâmetros indicados pelo gestor público ou privado.

O fato é que qualquer equação matemática que procure valorar o risco à luz de indicadores de métodos analítico, cultural ou ambos associados, deve abarcar as análises de risco, as auditorias internas e externas, o desempenho da gestão de risco, o *compliance* às normas e aos princípios das áreas da saúde, ambiental, trabalhista, custos com prevenção evitados ou não internalizados, perdas de benefícios ecológicos, de segurança da saúde pública e ambiental, a valoração do bem ambiental acedido ou utilizado, perdas de serviços ambientais com a falta de conservação da natureza, apenas para citar algumas variáveis usualmente não contabilizadas pelo usuário do recurso natural.

Um mesmo objeto (cenário acidental) pode causar danos com extensões diversas para diferentes sujeitos. Por exemplo: a ruptura de uma barragem de mineração pode gerar perdas de vidas na população lindeira, gastos inesperados pelo Poder Público, devastação florestal e contaminação das águas, do ar e do solo.

A cada um desses danos corresponde uma gravidade, que pode ser medida em valores monetários, sendo que os riscos serão o produto da probabilidade de ocorrência desse evento pelas respectivas gravidades, com base em uma tabela com linhas dos riscos objetivos, conforme matriz e cenários de diagnósticos de riscos e com colunas de riscos da percepção subjetiva, conforme visão da comunidade envolvida seria possível idealizar, grosso modo, uma equação de valoração do risco.

- O somatório dos riscos nas linhas  $[R(\text{ob-1}; \text{sujeito-A}) + R(\text{ob-1}; \text{sujeito-B}) + R(\text{ob-1}; \text{sujeito-C})]$  informa o risco total objetivo oferecido por este “objeto” (cenário acidental objetivo).
- O somatório dos riscos nas colunas  $[R(\text{ob-1}; \text{sujeito-A}); + R(\text{ob-2}; \text{sujeito-A}) + R(\text{ob-3}; \text{sujeito-A})]$  informa o risco total subjetivo para este sujeito (*stakeholder*).

A média das somas dos riscos totais objetivos com os riscos totais subjetivos informa o risco global do empreendimento.

Outrossim, o risco discretizado ou monetizado, tal como as matrizes de risco monetizado elaboradas pela empresa Vale S/A que balizaram os pedidos nas ações ajuizadas pelo MPMG. Os riscos, em uma certa região, serão aproximadamente iguais aos riscos dimensionados por médias de probabilidade e totais de gravidade, se as variáveis se distribuírem de maneira homogênea pela região. Nesse sentido, ainda que seja mais complexo medir riscos discretizados, no tempo e no espaço, isto traz maior confiabilidade.

### Valoração do risco ambiental aplicável à mineração

Esta seção visa a destacar a aproximação do conceito de risco do dano, por meio da prevenção, da precaução e do controle do risco.

Com efeito, o tema remete ao princípio-regra do controle do risco prescrito no artigo 225 da Constituição Federal<sup>76</sup>, que se traduz numa precaução ampliada em relação à responsabilidade civil objetiva ambiental prevista no § 1º do artigo 14 da Lei nº 6.938/1981, que remete à antecipação da prevenção do dano, mesmo na incerteza dele. Ou seja, exige-se a evitação do risco, em especial nas atividades de risco independentemente de dúvida científica, como expresso no artigo 225, §1º, V, combinado com o artigo 2º, §2º, da Lei nº 12.608/2012<sup>77</sup>. A teoria da responsabilidade do risco integral alcança todo o processo produtivo. Com efeito, na lição de Annelise Monteiro Steigleder (2004, p. 204), todos os riscos abrangidos pela atividade deverão ser internalizados no processo de produção. Se o dano ocorrer, haverá uma presunção de causalidade entre tais riscos e o dano. Essa responsabilidade é ainda mais eloquente nas atividades de risco, previstas no artigo 225, V, da Constituição Federal, sendo certamente a mineração uma delas, se não, não teria a própria Constituição, no parágrafo 2º deste comando normativo, exigido a obrigatoriedade da recuperação da área degradada em especial nesse tipo de atividade produtiva.

A maximização de diagnósticos e prognósticos de riscos, leva a que uma vez mapeados, os riscos possam ser avaliados, evitados, gerenciados e controlados, durante todo o processo de produção transporte, comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias em todas as etapas da atividade de mineração, que

<sup>76</sup> Artigo 225, § 1º., inciso V e VII, da Constituição Federal

<sup>77</sup> BRASIL. Lei nº 12608/2012, que dispõe sobre a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil.

comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente. Trata-se da metodologia do custo evitado que se presta a valorar o risco não evitado tal como o dano.

No âmbito internacional a *Estrutura Ambiental e Social do IFC do Banco Mundial (Environmental and Social Framework – ESF)*, datada de 1º de outubro de 2018, é constituída por dez *Padrões Ambientais e Sociais (ESS)*, que estabelecem os requisitos que se aplicam a todos os novos financiamentos de projetos de investimento do Banco Mundial.

Os *Padrões de Desempenho sobre Sustentabilidade Socioambiental do IFC* são direcionados aos usuários interessados, fornecendo orientação sobre o modo de identificar riscos e impactos, e se destinam a ajudar a evitar, minimizar e gerenciar riscos e impactos, como forma de fazer negócios de maneira sustentável, incluindo o engajamento das partes interessadas e as obrigações de divulgação por parte do interessado no que se refere a atividades no âmbito do projeto.

No caso de seus investimentos diretos (incluindo os financiamentos de projetos corporativos fornecidos por meio de intermediários financeiros), o IFC requer que seus clientes apliquem os *Padrões de Desempenho sobre Sustentabilidade Socioambiental* para gerenciar riscos e impactos socioambientais a fim de melhorar as oportunidades de desenvolvimento.

O IFC estabeleceu uma diretriz específica para a indústria de mineração (*IFC Mining Industrial Sector Guideline*).

No caso da indústria de mineração, além da diretriz específica de mineração, dependendo do tamanho e condições do empreendimento, no caso de as operações serem amplas e/ou mais complexas, devem ser observadas também as seguintes *Diretrizes do Setor Industrial do IFC (IFC Industrial Sector Guidelines)*.

### 6.3. Gestão de riscos: políticas, diretrizes e normas conforme CGU e TCU<sup>78</sup>

A presente seção visa à análise da governança corporativa, pública ou privada, voltada à eficiência no *compliance* e na gestão de risco, como fator determinante da responsabilidade pelo dano ou risco não evitado.

As *metodologias de gestão e análise de riscos* em nível de governança corporativa, incluindo os *riscos socioambientais*, têm sido utilizadas há várias décadas. Essas metodologias fazem parte dos processos de gestão utilizados no âmbito governamental, empresarial e acadêmico, tanto no Brasil como internacionalmente.

Da análise das políticas, normas e regulamentos da *Controladoria-Geral da União (CGU)*, do *Tribunal de Contas da União (TCU)* e do *Ministério Público da União/Procuradoria-Geral da República (PGR)*, pode-se concluir que esses órgãos e instituições federais do governo brasileiro possuem os procedimentos e as metodologias mais avançados sobre gestão e análise de riscos, no mesmo patamar de outras instituições nacionais e internacionais dos setores empresarial, público e privado.

No âmbito do Poder Executivo Federal, o marco regulatório da CGU, que orienta os órgãos e as entidades públicas à estruturação de mecanismos de controles internos, gestão de riscos e governança é a *Instrução Normativa MP/CGU nº 01, de 10 de maio de 2016*, que também apresenta conceitos, princípios, objetivos e responsabilidades relacionados aos temas. No âmbito da CGU, os seguintes normativos orientam a gestão de riscos do órgão: (a) *Portaria nº 915, de 12 de abril de 2017, que Institui a*

<sup>78</sup> Esta seção foi organizada e compilada por Marcelo Drügg Barreto Vianna e revista por Ana Maria de Farias Martins (CGU) e Marlos Moreira dos Santos, respectivamente, auditora Federal de Finanças e Controle da CGU e diretor de Auditoria de Políticas de Infraestrutura, da Secretaria Federal de Controle Interno da CGU e por Sandra Akemi Shimada Kishi, procuradora Regional da República.

*Política de Gestão de Riscos – PGR; (b) Portaria nº 910, de 3 de abril de 2018, que aprova a Metodologia de Gestão de Riscos; e (d) Manual para a operacionalização da Metodologia de Gestão de Riscos.* Tais normas são orientativas para os demais órgãos do Poder Executivo Federal quando da implementação de seus sistemas de gestão de riscos.

Destaque-se a importância do documento da CGU intitulado “*Metodologia de Gestão de Riscos*”, publicado em abril/2018, que apresenta: (a) *Fundamentos da Gestão de Riscos da CGU* – nesta seção, são descritos os conceitos básicos, os referenciais legais e teóricos, bem como os princípios e objetivos que norteiam a Gestão de Riscos da CGU; (b) *Estrutura da Gestão de Riscos da CGU*, que apresenta as competências das instâncias da CGU, a forma de integração dos processos organizacionais, os recursos necessários e os mecanismos de comunicação para a Gestão de Riscos; e (c) *Metodologia de Gestão de Riscos da CGU*, com detalhes das etapas do processo de gerenciamento de riscos.

Quanto aos normativos que orientam a Atividade de Auditoria Interna Governamental Baseada em Riscos, destacam-se os seguintes: (a) *Referencial Técnico da Atividade de Auditoria Interna Governamental do Poder Executivo Federal, aprovado pela Instrução Normativa nº 3, de 9 de junho de 2017*; (b) *Manual de Orientações Técnicas da Atividade de Auditoria Interna Governamental do Poder Executivo Federal, aprovado pela Instrução Normativa nº 8, de 6 de dezembro de 2017*; e (c) *Orientação Prática: plano de auditoria interna baseado em riscos, aprovada pela Portaria nº 1.055, de 30 de abril de 2020*. Ressalte-se que o Manual de orientações Técnicas da Atividade de Auditoria Interna Governamental do Poder Executivo Federal é o principal guia da atividade de auditoria interna governamental do Poder Executivo Federal e estabelece os procedimentos para a prática profissional, inclusive no que concerne à elaboração do Plano de Auditoria Interna Baseado em Riscos.

Além dos normativos acima citados, a Instrução Normativa Interministerial nº 5, de 6 de novembro de 2018, que trata do processo informatizado de análise de prestação de contas pelos gestores federais, baseada em riscos e o Decreto Federal nº 9.203/2017, que conta com referendo do sr. ministro de Estado Chefe da CGU, e também trata do tema de gestão de risco, ao dispor sobre a política de governança da administração pública federal direta, autárquica e fundacional.

O *Tribunal de Contas da União* publicou, em 2014, o “*Referencial Básico de Governança – Aplicável a Órgãos e Entidades da Administração Pública* (<http://www.tcu.gov.br/governanca>)<sup>79</sup>, que reúne e organiza boas práticas de governança pública para incrementar o desempenho de órgãos e entidades públicas, esclarecer e incentivar os agentes públicos na adoção de boas práticas de governança. Esse *Referencial* se torna um guia para as ações do próprio TCU na melhoria de sua governança interna. Para o TCU, gestão de riscos é a identificação, a avaliação e a priorização de riscos seguidas de uma aplicação coordenada e econômica de recursos para minimizar, monitorar e controlar a probabilidade e o impacto de eventos negativos ou maximizar o aproveitamento de oportunidades. O objetivo da gestão de riscos é

<sup>79</sup> Para organização deste “*Referencial Básico de Governança*” do TCU, foram consultados diversos documentos correlatos, como artigos científicos, padrões, modelos e códigos de diversos países, entre os quais: (a) Código das melhores práticas de governança corporativa (IBGC, 2009); (b) *Enterprise risk management – integrated framework* (COSO, 2004); (c) *Good governance in the public sector* (IFAC, 2013); (d) *Good governance standard for public services* (CIPFA, 2004); (e) Governança corporativa de tecnologia da informação (ABNT, 2009); (f) *Government governance: corporate governance in the public sector* (NETHERLANDS, 2000); (g) *Guide for board members of public bodies in Scotland* (SCOTTISH, 2006); (h) *Guidelines for internal control standards for the public sector* (INTOSAI, 2004); (i) *Internal control – integrated framework* (COSO, 2013); (j) *Internal control management and evaluation tool* (GAO, 2001); (k) *International professional practices framework* (IIA, 2009); (l) *International public sector study 13* (IFAC, 2001); (m) Norma de gestão de riscos – princípios e diretrizes (ABNT, 2009b); (n) Programa nacional de gestão pública e desburocratização – 2013b; e (o) *Public sector governance in Australia* (ANU, 2012).

promover meios para que as incertezas não desviem os esforços da organização de seus objetivos.

De acordo com a publicação do TCU (**Referencial Básico de Governança - Aplicável a Órgãos e Entidades da Administração Pública**), “em uma organização moderna é comum que vários setores sejam responsáveis, de alguma forma, por tratar dos riscos da organização. O modelo de três linhas de defesa se propõe a designar as responsabilidades em forma de coordenação entre os envolvidos”.

O modelo pode ser visto abaixo:

Racionalização

Pressão

Oportunidade



**Referência:** TCU – “Referencial Básico de Governança”

A primeira linha de defesa é composta pelos controles operacionais e internos dos gestores. Os gestores detêm os riscos do negócio e os gerenciam. Eles são responsáveis por implementar medidas corretivas nos processos e nos controles deficientes. É responsabilidade deles manter um controle interno efetivo. Os gestores devem identificar, avaliar e controlar os riscos, contribuindo para melhorar as políticas e assegurando que as atividades desenvolvidas estejam compatíveis com os objetivos da organização.

Na segunda linha de defesa está incluída a unidade de gestão de riscos, ou o exercício dessa função. Essa unidade ou função serve para monitorar e contribuir para a implementação de práticas de gestão de risco pelos gestores. Assistem os gestores na definição da tolerância ao risco e na forma como as informações de risco e controles são divulgadas internamente na organização. Além da gestão de riscos, pode-se incluir também nessa linha de defesa as atividades de compliance, que significa monitorar os riscos de desconformidade com leis e regulamentos, a controladoria, que monitora os riscos financeiros, e a função antifraude e anticorrupção, que monitora o risco de fraude e corrupção.

A terceira linha de defesa é composta pela auditoria interna da organização. Cabe à auditoria interna fornecer à alta administração e órgãos de governança a avaliação objetiva e independente quanto à eficácia dos controles internos, da gestão de risco e da governança.

O escopo dessa avaliação tipicamente inclui: eficiência e eficácia das operações, salvaguarda dos ativos, confiabilidade da comunicação interna, conformidade de leis, regulamentos e contratos.

O estabelecimento da auditoria interna deve ser um compromisso com a governança em qualquer organização. A auditoria interna deve seguir os padrões para

a atividade e reportar-se funcionalmente à mais alta instância interna de governança e, administrativamente, à alta administração.

Gestão de riscos é a identificação, avaliação e priorização de riscos seguida de uma aplicação coordenada e econômica de recursos para minimizar, monitorar e controlar a probabilidade e o impacto de eventos negativos ou maximizar o aproveitamento de oportunidades.

O objetivo da gestão de riscos é promover meios para que as incertezas não desviem os esforços da organização de seus objetivos. Todas as atividades de uma organização envolvem riscos decorrentes da natureza das atividades, de novas realidades, de mudanças nas circunstâncias e nas demandas sociais, da própria dinâmica da administração pública, bem como da necessidade de mais transparência e prestação de contas e de cumprir variados requisitos legais e regulatórios.

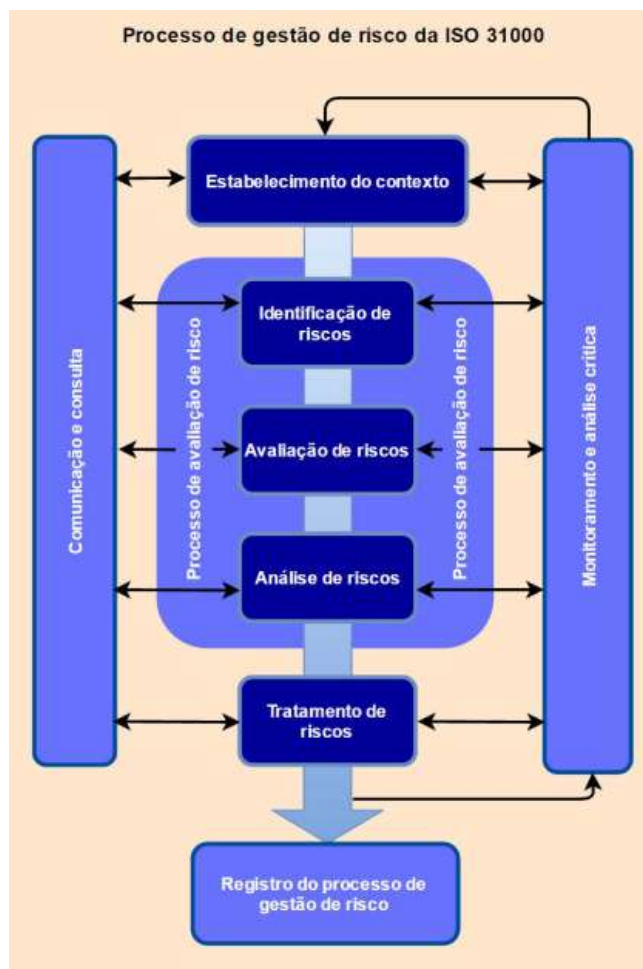
Por isso, as organizações precisam gerenciar riscos, identificando-os, analisando-os e, em seguida, avaliando se devem ser modificados por algum critério de modo a criar as condições para o alcance dos objetivos e de seus propósitos.

A gestão de riscos corretamente implementada e aplicada de forma sistemática, estruturada e oportuna gera benefícios que impactam diretamente os cidadãos e outras partes interessadas da organização. Para a implementação de uma gestão de riscos, a organização pode adotar padrões internacionais criados para estruturar essa atividade. Citam-se os mais comuns: o Coso II e a NBR ISO 31.000.

No âmbito do executivo federal existe a Instrução Normativa Conjunta MP/CGU nº 01/2016, de 10 de maio de 2016, que dispõe sobre controles internos, gestão de risco e governança no âmbito do Poder Executivo Federal. A parte de gestão de risco dessa IN é baseada no Coso II.

A NBR ISO 31.000 fornece princípios e diretrizes para gerenciar qualquer tipo de risco em toda ou em parte de qualquer tipo de organização. Trata-se de uma norma geral, independentemente de indústria, setor ou área e não concorre com outras normas sobre gestão de riscos em áreas específicas.

Seus objetivos são servir como um guia mestre em matéria de gestão de riscos e harmonizar os processos de gestão de riscos, fornecendo uma abordagem comum, que pode ser aplicada a uma ampla gama de atividades, incluindo estratégias, decisões, operações, processos, funções, projetos, produtos, serviços e ativos.



**Figura:** Processo de gestão de risco pela NBR ISO 31.000

Também, de acordo com o TCU, a implementação de uma gestão de riscos, deve seguir padrões e normas nacionais e internacionais, tais como: (a) *COSO II (Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission)*, que se trata de modelo de gestão (COSO, 2013) de riscos predominante no cenário corporativo internacional, especialmente na América do Norte, com o propósito de fornecer uma estratégia de fácil utilização pelas organizações para avaliar e melhorar o gerenciamento de riscos; (b) NBR ISO 31000 e as demais da mesma família de normas. Nesse sentido, a NBR ISO 31.000 pode ser aplicada no contexto de fraude e corrupção. Um processo robusto de avaliação de risco de fraude e corrupção envolve comunicação e consulta a servidores-chave em todos os níveis dentro de uma organização durante todas as fases do processo de gestão de riscos.

Com base nos documentos do TCU, a abordagem da NBR ISO 31.000 assegura que os responsáveis pela implementação do processo de gestão de riscos e as partes interessadas compreendam a base de tomada de decisão e as razões pelas quais ações específicas são necessárias. Estabelecer o contexto é fundamental e envolve articular os objetivos da organização e os parâmetros externos e internos a serem levados em conta na gestão de riscos. Identificar os riscos de fraude e corrupção em nível de sistema e de programa ajuda as organizações a avaliarem o risco global da organização e a refletirem esses riscos em seus objetivos de planejamento estratégico.

O TCU, em janeiro de 2018, publicou o documento que consiste em um *roteiro* intitulado “*Gestão de Riscos – Avaliação da Maturidade*”, o qual ressalta que um instrumento relevante para lidar com esse desafio é a gestão de riscos, processo estratégico e fundamental para as organizações do setor público, e considera que

gerenciar riscos de modo eficaz contribui para o aumento da confiança dos cidadãos nas organizações públicas ao subsidiar informações para a tomada de decisão, contribuir para um melhor desempenho na realização dos objetivos de políticas, organizações e serviços públicos e auxiliar na prevenção de perdas e no gerenciamento de incidentes.

A gestão de riscos eficaz melhora as informações para o direcionamento estratégico e para as tomadas de decisões de responsabilidade da governança, contribui para a otimização do desempenho na realização dos objetivos de políticas e serviços públicos e, conseqüentemente, para o aumento da confiança dos cidadãos nas organizações públicas, além de prevenir perdas e auxiliar na gestão de incidentes e no atendimento a requisitos legais e regulamentares. O *roteiro* do TCU intitulado “*Gestão de Riscos – Avaliação da Maturidade*” cobre de forma objetiva, exaustiva e abrangente todos os procedimentos necessários para abordagem de gerenciamento de riscos e avaliação de maturidade.

Da análise das políticas, normas e regulamentos da *Controladoria-Geral da União* e do *Tribunal de Contas da União*, pode-se concluir que esses órgãos e instituições federais possuem os mesmos procedimentos e metodologias sobre gestão e análise de riscos, no mesmo patamar de outras instituições nacionais e internacionais dos setores empresarial e público. Conhecer a estrutura e funcionalidades da gestão de riscos é importante ao presente trabalho para aferição de desempenho dos controles internos e da maturidade do *compliance* da governança voltada à sustentabilidade. Ademais, o entendimento do sistema de gestão de riscos ajuda também na delimitação das competências e responsabilidades pela prevenção do dano da governança corporativa.

#### 6.4. Controle de risco: o risco evitado<sup>80</sup>

Conforme se verifica na seção 6.2, sobre teorias do risco, o Direito atualmente não pode desconsiderar o risco como elemento do tipo nas mais recentes normas, seja no âmbito da responsabilidade civil, administrativa ou penal, diante da necessária antecipação da adoção de medidas de precaução, durante o desenvolvimento das atividades de risco. Igualmente nas três esferas de poder, legislativa, administrativa e judiciária, o risco tem sido objeto cada vez mais de regulamentação, de controle e de base de decisão. Com efeito, a gestão e o controle de risco estão cada vez mais presentes no campo da **evitação do risco** ou **da evitação do próprio dano**, como um dever de diligência. Isso, diante da necessária eficiência na conformidade aos princípios e normas (*compliance*), da necessária boa governança corporativa justamente na evitação dos riscos sociais, ambientais e socioambientais. Os custos com a evitação do risco são vultosos, e demanda-se longo prazo até a restauração ou a efetiva preservação do meio ambiente e o cumprimento das metas de desenvolvimento sustentável.

A repercussão dos novos riscos da sociedade contemporânea reflete tanto em nível do objeto de regulamentação, de controle e de decisão em torno do próprio risco como nas três frentes públicas da gestão e do controle, no Legislativo, no Executivo e no Judiciário. Em relação à repercussão na sociedade atual, em nível das condutas e das relações sociais, conclui José Renato Martins (2008, p. 28), parafraseando Alejandro Nieto (1994, p. 38), que “Quando essa atividade humana gera riscos que são capazes de produzir danos, parece que o instituto adequado para o tratamento jurídico do risco é mesmo a responsabilidade”. O atual contexto de sociedade de risco reclama a adoção do conceito de indenização do risco, diante da relevância jurídica de uma necessária cultura da segurança jurídica fundada na Lei n. 13.655/2018, que alterou a Lei de Introdução às Normas do Direito Brasileiro, conferindo-lhe nova

<sup>80</sup> Seção de autoria de Sandra Akemi Shimada Kishi, procuradora Regional da República e coordenadora do SG-Mineração de Valoração do Dano Ambiental do CNMP.

dimensão operacional: no âmbito público, com repercussão no setor privado, para reforçar a segurança jurídica com a necessária indenização do risco.

As metodologias de gestão e análise de riscos, incluindo os riscos socioambientais, fazem parte dos processos de gestão e de controle interno corporativo utilizados nos âmbitos governamental, empresarial e acadêmico, tanto no Brasil como internacionalmente, com o objetivo de evitar o dano. A gestão, a análise e o controle de riscos estão orientados pelo princípio da precaução e do controle do risco, previstos na Constituição da República Federativa do Brasil.<sup>81</sup> A temática da gestão de riscos é atual e importante para o fortalecimento do binômio governança e gestão, nas esferas pública, em nível municipal, estadual e federal, e privada, consolidando robustez e integridade às administrações nas organizações públicas e privadas.

Revela-se necessário aqui distinguir, quanto à gestão e ao controle de risco, algumas questões de ordem prática e conceitual, conforme o ator que regula, administra, controla ou que decide sobre o risco, seja na esfera pública ou privada. Embora em termos de regulação sejam praticamente os mesmos conteúdos normativos, tanto no setor público quanto no privado, o risco tem posições diferenciadas a depender da diversidade dos escopos visando aos interesses públicos ou privados. E, nesse sentido, embora gestão e controle do risco estejam sob a égide de normas semelhantes nos seus elementos e objetos e no mesmo nível de aplicação, dependerá a estratégia de enfrentamento do risco, de determinado ator e do ponto de partida (ou de chegada) dos interesses, públicos ou privados, envolvidos em cada atividade.

A propósito, explica Bottini (2007, p. 52), a gestão de riscos é uma atividade generalizada na sociedade atual, levada a cabo por diversos personagens, em maior ou menor escala, seja na esfera pública, seja na esfera privada. A atividade de gestão do risco, portanto, se origina em um conflito, mas não em um conflito qualquer: naquele primordial, que sustenta o modelo de organização social atual. Decorre do litígio entre o discurso de defesa do risco, como motor do desenvolvimento, e o discurso pela restrição do mesmo risco, como ameaça.

Feita essa distinção, tratar de risco aqui é necessário tanto como as relações sociais são objeto do Direito e como elas geram riscos que, por sua vez, podem produzir danos, que levam à valoração e à busca da responsabilidade e sua devida indenização.

No final do século XX, a crise com a ineficiência da gestão, a não confiabilidade e todas as formas de exclusão social impulsionaram a revisão de direitos sociais, o ajuste fiscal e a melhoria da qualidade dos serviços. Nessa fase, as corporações públicas e privadas começaram a perceber que a aprovação de um plano não significava a sua efetiva realização. No século XXI, a sociedade de risco passa a adotar o modelo das três Linhas IIA-Global, com gerenciamento e controle de riscos em três níveis, desde a identificação ou mapeamento do risco ao gerenciamento de risco em toda a cadeia e em contato com as externalidades, e em nível de monitoramento. E, neste modelo, as ferramentas mestras são: *accountability*, relato integrado, combate à corrupção, ética e integridade ou *compliance*. Isso no âmbito da gestão pública ou privada.

As governanças corporativas, públicas e privadas, atentas à gestão e ao controle de riscos devem internalizar os custos com a prevenção do risco (precaução) ou do dano (prevenção).

O tema de gestão, avaliação e controle de riscos para evitação do dano tem especial relevância na atividade de mineração porque a Constituição Federal obriga expressamente que o meio ambiente deverá ser recomposto. Portanto, mais que justificada a presente abordagem sobre gestão de riscos, em nível técnico e jurídico, diante dos necessários gestão e controle do risco ao longo de todo o *iter* do

81 Respectivamente, nos artigos 225, *caput*, e §1º, IV, V e VII, da CF/1988.

desenvolvimento da atividade de risco, visando à segurança de barragens e às medidas precautórias e de controle do risco em todas as etapas da cadeia produtiva e mesmo após o descomissionamento da atividade, na gestão dos resíduos, em nível preventivo e de evitação do risco ou do próprio dano ambiental, durante essas fases da atividade de mineração. A valoração do risco evitado aproxima-se do método de custo evitado.<sup>82</sup>

Nesse sentido, por força do *caput* do artigo 47 do Código de Mineração, é obrigatório o “acompanhamento deve ser feito pelo automonitoramento, pela auditoria ambiental da própria empresa e pela inspeção dos órgãos públicos ambientais” (MACHADO, 2020, p. 869).

Como já dito, as normas da CGU e do TCU aplicam-se também ao setor privado, seja por similitude com as diretrizes e guias do setor privado, seja por força das parcerias público-privadas e das parcerias para investimentos no setor minerário.

As normas, os regulamentos e os procedimentos de controle interno e de governança do setor público são de mesmo conteúdo e alcance que as normas de gestão de risco do setor privado.

Com base nos documentos do TCU, a abordagem da ISO 31.000 assegura que os responsáveis pela implementação do processo de gestão de riscos e as partes interessadas compreendam a base de tomada de decisão e as razões pelas quais ações específicas são necessárias. Estabelecer o contexto é fundamental e envolve a articulação dos objetivos da organização e dos parâmetros externos e internos a serem levados em conta na gestão de riscos.

Instrumentos de autorregulamentação, de incentivo ao controle de riscos, de desenvolvimento sustentável pautam a atuação das organizações privadas – como a Organização Internacional de Normalização (ISO), que, por meio da série ISO 14000, busca uniformizar procedimentos de gestão empresarial visando, com isso, a reduzir seu impacto ambiental. (BOTTINI, 2007, p. 51)

A ISO 31.000 pode ser aplicada no contexto de fraude e corrupção. Um processo robusto de avaliação de risco de fraude e corrupção envolve comunicação e consulta a servidores-chave em todos os níveis dentro de uma organização durante todas as fases do processo de gestão de riscos.

Segundo Clarissa D’Isep (2009, p. 220), a certificação poderá figurar como cláusula contratual na relação comercial, dando ensejo inclusive à rescisão contratual, indenizações ou, de outro lado, à melhoria contínua pela autoexigência da qualidade da gestão e do crescente desempenho da gestão ambiental.

As certificações, as rotulagens, os selos são instrumentos de comunicação social e de automonitoramento voluntário orientados pela certificação ISSO/ABNT NBR 14001 de gestão e desempenho ambiental, a depender do grau de envolvimento dos atores externos à empresa na área de abrangência do empreendimento ou do projeto, ou seja, atores na bacia hidrográfica, que definitivamente podem ajudar na responsabilidade ambiental e na sadia qualidade de vida e do meio ambiente nessa bacia, para além da saúde e do desempenho da corporação.

No tocante às possíveis finalidades das avaliações do próprio bem ambiental e do direito minerário e sua incorporação aos ativos das empresas de mineração, conforme Decreto nº 69.885, de 31 de dezembro de 1971 e NBR/ABNT 146453-6/2008, podem ser o estudo de viabilidade técnico-econômica e ambiental; a efetividade da auditoria; a garantia de financiamentos; o estabelecimento de “royalties”; propósitos contábeis; aspectos regulatórios específicos<sup>83</sup>. Tais finalidades das avaliações do bem ambiental

82 V. anexo III. Tabela A.3.1 – Métodos de Valoração Econômica e suas Características Básicas/MCE ou Tabela 1 – Métodos de valoração e tipos de valores – Método indireto de valoração de Custos de controle evitados, conforme NBR 14.653-2, NBR 14.653-3 e NBR 14.653-4, 14653-6/2008, ABNT.

83 Algumas finalidades extraídas do rol do item 4 do Anexo A da NBR 146453-6/2008, da ABNT.

são diretamente relacionadas com o devido *compliance*, a gestão e o controle de riscos ambientais e socioambientais, com a internalização dos custos com a prevenção do dano.

A adoção pela área pública da auditoria e os modelos de gerenciamento de riscos da área pública e privada podem colaborar no avanço do binômio segurança e prevenção, com melhor desempenho da gestão pública nas ações de comando, controle e fiscalização em matéria de mineração.

O plano de implementação estabelecido em Joanesburgo em 2002 concentrou-se em aumentar a responsabilidade corporativa ambiental e social, incentivando as empresas à melhoria de seu desempenho ambiental de forma voluntária.

Conclui-se até aqui que a gestão de riscos deve diagnosticar e prever medidas de precaução, diante de riscos internos e externos e de preferência por setor e por temática.

Gestão e controle do risco para a garantia da vida, da qualidade de vida e do meio ambiente têm o objetivo de antecipar a prevenção para elidir o dano ambiental, social ou socioambiental, a partir do risco evitado.

No ordenamento jurídico brasileiro, essa obrigação é constitucional e se encontra no artigo 225, § 1º, V e VII, da Constituição da República Federativa do Brasil.

Paulo Affonso Leme Machado (2020, p. 19) anota que, na Espanha, a Lei nº 26/2007 (artigo 17) prevê a prevenção, em nível de evitação de novos danos. O autor ressalta a forma incisiva da lei espanhola ao apontar o dever de ação do operador em tomar as medidas preventivas apropriadas, sem esperar ato da Administração Pública, sendo que o Poder Público deve acompanhar a ação preventiva e até indicar a complementação das medidas tomadas pelo operador. É de ser ressaltada a terminologia da lei espanhola, que, além de utilizar o termo “prevenção”, emprega conjuntamente o vocábulo “evitação”, mostrando, sem qualquer dúvida, a determinação de que o dano deve ser aferido e impedido.

Apontou a Constituição Federal cinco atividades que deverão ser controladas pelo Poder Público: a produção, a comercialização, o emprego de técnicas, a utilização de métodos e o emprego de substâncias, que comportem riscos para a vida, qualidade de vida e para o meio ambiente e não se limita a casos de “ameaças sérias ou irreversíveis” e nem se questiona de incerteza científica<sup>84</sup>. Segundo Machado (2020, p.109), o “inciso V do §1º necessita ser levado em conta juntamente com o próprio caput do art. 225 da CF, onde o meio ambiente é considerado ‘essencial à sadia qualidade de vida’”.

A legislação brasileira trata, no artigo 2º, § 2º, da Lei nº 12608/2012, que “A incerteza quanto ao risco de desastre não constituirá óbice para a ação das medidas preventivas e mitigadoras da situação de risco”. “Aí está um novo princípio da precaução”, observa Paulo Affonso Leme Machado (2020, p. 109), que “tem na sua essência a incerteza e será aplicado independentemente da intensidade ou da gravidade do risco.”

A Resolução 62/68 da Comissão de Direito Internacional da Assembleia-Geral das Nações Unidas, em 2007, em seu artigo 10, fala de fatores de um justo equilíbrio de interesses, sendo que nos termos do § 2º do art. 9º, os Estados interessados consideram os seguintes indicadores, em especial: a) o grau de risco de um dano transfronteiriço significativo e a medida existente de meios para prevenir esse dano ou para reduzir o risco ao mínimo ou de repará-lo; b) a importância da atividade, levando-se em conta as vantagens globais de ordem social, econômica e técnica, que

84 Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, promulgada pelo Decreto 2652, de 1º de julho de 1998.

aportem para o Estado de origem, em relação ao dano que possa resultar para o Estado suscetível de ser afetado; c) o risco de dano significativo para o meio ambiente e a medida existente em relação ao meio de prevenir esse dano ou de reduzir o risco ao mínimo, ou de reabilitar o meio ambiente; d) a medida pela qual o Estado de origem e, se aplicável, o Estado suscetível de ser afetado estejam prontos a assumir uma parte do custo da prevenção; e) a viabilidade econômica da atividade, levando-se em conta o custo da prevenção e a possibilidade de levar a atividade para outro local ou por outros meios ou ainda de substituí-la por outra atividade; f) as normas de prevenção aplicadas à mesma atividade ou a atividades comparáveis pelo Estado suscetível de ser afetado e aquelas que são aplicadas às atividades comparáveis em nível regional ou internacional. (MACHADO, 2020, p. 22)

Em relação aos Estados-Partes, “a negociação digna e transparente deve ser aceita ou procurada, para se aferirem os danos possíveis a serem evitados e quais poderão ser admitidos, perene ou temporariamente. Contudo, não se pode fazer tábua rasa do caráter preventivo do Direito do Ambiente”. (MACHADO, 2020, p. 23)

### O controle do risco e o risco evitado a ser valorado

Por que a forma como uma empresa está vinculada aos impactos adversos é importante? É relevante saber distinguir a posição da empresa frente ao nível de interrelações com as partes ou *stakeholders*, pois a relação ou a reação de uma empresa com um impacto adverso (isto é, se a empresa causa, contribui ou está diretamente vinculada por uma relação negocial) determina como uma empresa deve responder a um impacto e se há também a responsabilidade de prover ou cooperar na remediação<sup>85</sup>. Enfim, importa o domínio de saber essa distinção para as necessárias medidas precautórias anticorrupção ou de integridade, a depender de onde se encontra no *iter* do risco ao impacto/dano, ou seja, da gestão (em nível de plano de ação) e do gerenciamento de risco (no monitoramento da operação ou da atividade) à prevenção ou cessação do impacto/dano.

Registre-se que a necessidade de uma governança corporativa voltada à eficiência de medidas proativas de *compliance* é objeto de litígio em juízo, haja vista os pedidos formulados na ação civil pública contra a Vale S/A, BHP *Billington* e Samarco diante do rompimento da barragem do Fundão em Mariana/MG<sup>86</sup>. A responsabilidade por não *compliance* diante do rompimento da barragem Córrego do Feijão, em Brumadinho, também foi objeto de ação civil pública por parte do MPMG, invocando as necessárias *due diligence*, gestão de risco e governança voltada à sustentabilidade. No bojo dessa ação foi requerido pelo Ministério Público a realização de auditoria independente, inclusive financeira, para avaliar a responsabilidade e o envolvimento da governança corporativa das empresas em relação ao rompimento da barragem em Mariana e para identificar as falhas estruturais, na conformidade e nos necessários ajustes na adequada gestão e no controle de riscos, com a devida publicidade de seus relatórios e recomendações.

Após um ano do desastre em Mariana, conforme Relatório do Centro de Apoio Operacional do Ministério Público de Minas Gerais, haviam sido instaurados 22 inquéritos civis pelo Ministério Público brasileiro com o objetivo de apurar a qualidade nas análises de riscos, valoração de danos, verificação de irregularidades em licenças ambientais e questões relacionadas à segurança de barragens. Nesse período também foram realizados 60 laudos técnicos-periciais por peritos do Ministério Público de Minas Gerais, nas esferas de responsabilidade civil e criminal

85 Diretrizes da OCDE para Empresas Multinacionais. Princípios e padrões voluntários para conduta empresarial responsável em áreas que incluem emprego e relações industriais, direitos humanos, meio ambiente, divulgação de informações, concorrência, tributação e ciência e tecnologia.

86 Disponível em: <<http://www.mpf.mp.br/mg/sala-de-imprensa/docs/acp-samarco>>. Acesso em: 22 jun. 2021.

sobre temáticas relacionadas a riscos não evitados e a georreferenciamentos, conflitos socioambientais, patrimônio cultural, turístico, paisagístico, defesa da fauna, etc.<sup>87</sup>

Os esforços na conformação de matrizes de diagnósticos e conformação de elementos probatórios para a valoração do dano ambiental resultaram de colaborações interdisciplinares e de diversos setores da sociedade civil ao lado do Ministério Público, que assumiu um papel de catalisador de sinergias, laudos e estudos técnico-científicos. Assim, o Ministério Público em governança colaborativa intersetorial com a academia, gestores, 3º setor e a sociedade civil organizada construíram um conjunto coeso e consistente de prova técnica para uma tutela jurisdicional justa. Interessante é destacar que nessa iniciativa de novos modelos de formação de provas técnicas “são inapropriados tanto o modelo que deixa exclusivamente à iniciativa das partes (próprio do *adversarial system of litigation*) como o sistema baseado na exclusiva iniciativa probatória do juízo (*principle of officiality ou offizialprinzip*)”. (SALVADOR; YOSHIDA; CASTANHEIRO; KISHI; MAGALHÃES, 2020, p. 1164).

Atividades de risco como as de mineração, segundo normas e metodologias de gestão de riscos reconhecidas internacionalmente, pressupõem uma matriz de interconectividade. Ou seja, além da usual matriz de riscos dos negócios, que avalie como um determinado risco influencia em outro, é necessário aferir e levar em conta o grau efetivo de exposição a risco, inclusive os riscos associados. Deve-se considerar uma matriz de impactos cruzados, diante da motricidade e dinâmica sinérgica dos riscos, alterando-se graus de criticidade, dependendo dos níveis de cruzamentos dos riscos em sinergia com os impactos. Tudo tal como realizado pelos peritos do Ministério Público brasileiro integrantes desse Subgrupo Mineração de Valoração do Dano Ambiental do CNMP visando a elaborar uma espécie de termo de referência mínimo para uma adequada quesitologia parametrizada aos diversos impactos associados, a ser dialogada entre membros de Ministério Público e peritos servidores do próprio MP ou de empresas contratadas para realizar uma justa valoração do dano.

Quanto ao tipo de risco relacionado a impactos a serem controlados, importante é a observação de Paulo Affonso Leme Machado (2020, p. 28), no tocante ao inciso V do artigo 225, § 1º, da Constituição da República Federativa do Brasil, que “não se refere ao tipo de risco a ser controlado, se alto, médio ou baixo”. O artigo 2º, VIII, da Lei nº 12334/2010, alterado pela Lei nº 14066/2020, alinhou a categoria de risco à “classificação da barragem de acordo com os aspectos que possam influenciar na possibilidade de ocorrência de acidente ou desastre”, o que significa dizer que a categoria de risco pode ser alta mesmo para risco baixo. A Constituição, portanto, exige que seja controlado todo tipo de risco, seja qual for o risco da atividade, da técnica ou substância.

O controle do risco é elemento objetivo do ilícito por ofensa ao patrimônio público, por ato de corrupção passível de responsabilização<sup>88</sup>, sem necessidade de se demonstrar culpa.<sup>89</sup> O conceito de gestão de risco encontra-se no artigo 2º da Lei 12334/2010 como as “ações de caráter normativo, bem como aplicação de medidas para prevenção, controle e mitigação de riscos”.

Foi a conclusão a que chegou a Justiça Estadual em Minas Gerais em relação ao desastre do rompimento da barragem Córrego do Feijão, em Brumadinho, conferindo a tutela jurisdicional favorável ao pedido do MP<sup>90</sup> em relação aos atos

87 Relatório do Centro de Apoio Operacional do Ministério Público de Minas Gerais, disponível em: <file:///C:/Users/Particular-PC/Downloads/Relat\_rio%20-%20CAOMA.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2021.

88 BRASIL. Lei nº 12846, de 1º de agosto de 2013.

89 BRASIL. Constituição Federal, artigo 225, § 1º, V, c.c. artigo 5º, V, da Lei nº 12846/2013.

90 Decisão liminar 0066055560, em maio de 2020, nos autos das ações n. 5002549-18.2019.8.13.0090 e n.de responsabilidade por atos de corrupção, ajuizadas pelo MPMG, da 1ª. Vara Cível, Criminal e da Infância e Juventude de Brumadinho/MG. Disponível em <https://mpmgbarragens.info/wp-content/uploads/2020/06/20200526-Decisao-Acao-por-Dano-Material.pdf> e em <https://mpmgbarragens.info/>

lesivos à Administração Pública pelas empresas de mineração Vale S/A e de auditoria geotécnica e de certificação de qualidade, pela empresa de auditoria técnica Tüv Süd Bureau de Projeto e Consultoria Ltda e de Laboratório de Análise de Produtos, que desconsiderou riscos e anomalias geotécnicas de liquefação, evidenciando uma grave falha na gestão de risco.<sup>91</sup> A indenização do risco parece aos olhos do Ministério Público não só plausível, como recomendável para o efetivo *compliance* e para adequadas medidas proativas de integridade que proporcionem, por exemplo, a adoção da melhor tecnologia disponível, diante do arcabouço de normas e princípio que assim determinam para a continuidade das atividades com monitoramento e evitação do risco e do dano.

Luciano Loubet (2014) defende a aplicação do princípio da obrigatoriedade do uso das Melhores Técnicas Disponíveis, que consiste na obrigação de, nos pedidos de licenciamento ambiental ou de renovação da licença ou alteradas as condições que autorizaram a atividade com tecnologias ultrapassadas frente a atuais, mais seguras e menos poluidoras, serem avaliadas as possibilidades de escolha de melhores técnicas existentes que levem em conta a maior proteção, mediante estudos de viabilidade econômica de sua implementação.<sup>92</sup> Segundo Paulo Affonso Leme Machado e Sandra Kishi (2021), o artigo 225, §1º, V, da Constituição Federal de 1988 aponta para um necessário monitoramento de segurança de barragens de mineração com controle social acerca de laudos técnicos de gestão de risco acessíveis por toda a sociedade, de forma transparente, inclusive com mapas de riscos monetizados com adicionalidade de periculosidades com valoração de danos ambientais, antrópicos e do dano social na área potencialmente a ser atingida por eventual rompimento de barragem, à luz de diferentes cenários e associados a métodos de curvas de aversão a riscos de dano, para efetiva aferição dos custos, os mais próximos do real necessário a ser internalizado na empresa usuária, com apoio em contabilidade e auditoria socioambiental.

Certo é que as empresas de mineração (MACHADO; KISHI, 2021) devem adotar padrões internacionais existentes para estruturar a atividade de monitoramento das operações em todas as fases e *stakeholders* da cadeia produtiva e o controle de riscos, pautados nas principais orientações regulatórias<sup>93</sup>, conforme o guia da OCDE de devida diligência para as governanças corporativas, públicas e privadas, responsáveis

---

wp-content/uploads/2020/01/09052019-Decisao-1-Instancia-Lac-TUV-SUD-Brumadinho.pdf. Acesso em 18.06.2021

91 Ações de responsabilidade de pessoa jurídica por ato de corrupção contra a Administração Pública, ajuizadas por membros do GAECO/MPMG (Grupo de Atuação Especial de Combate ao Crime Organizado, disponíveis em [https://mpmgbarragens.info/wp-content/uploads/2020/06/20191014-0089106656\\_MPMG-Acao-LAC-Vale-CorregodoFeijao.pdf](https://mpmgbarragens.info/wp-content/uploads/2020/06/20191014-0089106656_MPMG-Acao-LAC-Vale-CorregodoFeijao.pdf) e <https://mpmgbarragens.info/wp-content/uploads/2020/01/28032019-Acao-LAC-TUV-SUD-Brumadinho.pdf> Acesso em 18.06.2021.

92 Disponível em: Livro de Promotor do MPMS contribui para decisão judicial que visa mais segurança nas barragens de Minas Gerais - MPMS. Acesso em 19.06.2021.

93 COSO II e NBR ISO 31000:2018, 15, para citar apenas as referências internacionais mais conhecidas e também adotadas no âmbito da Tribunal de Contas da União e da Controladoria-Geral da União sobre *compliance* e gestão de riscos, a exemplo da Instrução Normativa Conjunta MP/CGU nº 01/2016, de 10 de maio de 2016, que dispõe sobre controles internos, gestão de risco e governança no âmbito do Poder Executivo Federal. Tradução da autora do original trecho do artigo Deficiencias en Las Leyes de Presas, Desastres Ambientales y Nuevas Frentes de Actuación del Ministerio Público Brasileño, in *Revista Actualidad Jurídica Ambiental*, ISSN 1989:5666, Madrid (2021, no prelo).



Obs.: *layout* elaborado pela coordenação/autores da seção à luz da fonte referenciada.

Fonte: OCDE (2011), p. 72, GUIA DA OCDE DE DEVIDA DILIGÊNCIA PARA UMA CONDUTA EMPRESARIAL RESPONSÁVEL.

Uma vez reconhecidos os impactos, é necessário desenvolver e implementar planos adequados para prevenir riscos e mitigar potenciais (futuros) impactos adversos ou danos. Qual é a diferença entre prevenir e mitigar impactos adversos? A prevenção refere-se a atividades destinadas a evitar a ocorrência de um impacto. Já mitigação refere-se a atividades que reduzem o impacto, uma vez que esse ocorra. Exemplo: em processos de tratamento de água, pode-se mitigar os impactos da poluição da água por meio da diminuição do nível de resíduos encontrados na água.

### Conclusões da seção

No atual contexto, em decorrência do princípio da precaução e do controle do risco, a prevenção é o principal objetivo da devida diligência.

Isso leva a que os custos com a evitação do risco sejam efetivamente internalizados, diante da responsabilidade civil e necessária indenização pelo risco/dano não evitado. O risco não evitado há de ser valorado, antes mesmo da eclosão do dano, até por conta *da metodologia do custo evitado de valoração econômica do dano ambiental*, com base em arcabouço de princípios e normas, em nível constitucional e infraconstitucional sistematizados, aliado à reconhecida doutrina, expostos neste capítulo. Para além desses fundamentos jurídicos, a prática tem evidenciado a tendência à judicialização da responsabilidade civil pela não prevenção do risco e a crescente atuação em instâncias de arbitragem, mediação e negociação visando a acordos, em que o risco é o objeto da responsabilidade civil questionada. Citem-se como exemplos os pedidos nas principais ações civis públicas em razão do rompimento da barragem do Córrego do Feijão da Vale S/A, em Brumadinho<sup>94</sup>. Há, outrossim, tratativas visando a cauções como garantias do cumprimento de TACs (termos de ajustamento de condutas) frente às indenizações por riscos da atividade de mineração de carvão, como reconhecido por decisão judicial homologatória de acordo

<sup>94</sup> Informações sobre todas as ações e procedimentos disponíveis em: <[https://mpmgbarragens.info/wp-content/uploads/2020/06/20191014-0089106656\\_MPMG-Acao-LAC-Vale-CorregodoFeijao.pdf](https://mpmgbarragens.info/wp-content/uploads/2020/06/20191014-0089106656_MPMG-Acao-LAC-Vale-CorregodoFeijao.pdf)> e <[www.mpmgbarragens.info](http://www.mpmgbarragens.info)>. Acesso em: 20 jun. 2021.

do Ministério Público Federal com empresas carboníferas na região de Criciúma/SC pela necessária evitação de riscos e prevenção de danos.

Em nível internacional, compromissos assumidos na Conferência Rio +20 (Rio de Janeiro), na Cúpula, Pós-2015 (New York) e na COP 21 (Paris), principalmente, estabelecem e incentivam novos conceitos de governança, gestão de sustentabilidade e gestão socioambiental, gestão de risco, controle do risco e medidas de integridade e de responsabilidade anticorrupção. Tais documentos invocam de todos os setores medidas precautórias e incentivam medidas proativas inovadoras, políticas efetivas de gerenciamento de riscos ambiental, social, socioambiental, de segurança da saúde, de segurança do trabalho e de controle do risco. Tais preocupações e esforços são voltados a iniciativas de efetiva gestão de risco que atendam às demandas de comando e de controle de riscos na busca do desenvolvimento sustentável, com aumento de eficiência.

As estratégias de sustentabilidade e de responsabilidade socioambientais voltadas à eficiência no *compliance* em relação aos negócios das empresas passaram a ser condição imprescindível na gestão eficiente e na busca de competitividade empresarial, pública ou privada, voltada à sustentabilidade.

Um dos fatores importantes no sucesso na gestão de sustentabilidade e responsabilidade social envolvendo a gestão e o controle de riscos socioambientais relacionados aos indicadores econômicos, de inovação, socioambientais, de segurança do trabalho e da saúde é o comprometimento dos Conselhos de Administração e da Alta Direção, tanto nos setores público, empresarial e das instituições financeiras (VIANNA 2017, p. 402).

Finalmente, na governança e na gestão dos processos, o setor empresarial, público e privado, e nas instituições financeiras, os custos com mecanismos de medição de desempenho no controle de riscos socioambientais, sociais, ambientais, de saúde ambiental, saúde ocupacional e climáticos e com medidas de integridade não de ser internalizados, para se evitar a responsabilidade anticorrupção, diante dos desafios nas companhias, considerando as percepções e as demandas da comunidade onde atua, sempre envolvendo o maior número de partes interessadas (*stakeholders* e *shareholders*) nesses processos de participação social para o desenvolvimento sustentável.

Na medida em que estão em voga parcerias nos investimentos e novos modelos de PPPs (parcerias público-privadas), o núcleo central emissor de decisões não deve partir de conselhos de administração que não atendam aos interesses públicos da sociedade e tampouco observem os riscos tal como assim entendidos pelas comunidades, em especial as vulneráveis, onde a exposição a riscos tem grau máximo, de uma determinada região geográfica ou na bacia hidrográfica do projeto ou do empreendimento.

Em todas as atividades humanas e empresariais, da sociedade presente e futura, torna-se necessário e primordial a incorporação de modelos de governança e gestão de sustentabilidade e de responsabilidade por *compliance* ambiental e social, incluindo gestão de riscos, controle de riscos e programas anticorrupção, em consonância com diretrizes e normas estabelecidos nacional e internacionalmente.

O controle de riscos ambientais e sociais em modelos de bom desempenho pelas governanças corporativas públicas ou privadas (ou desempenho ESG – sigla em inglês para *environmental, social and governance* ou ASG – ambiental, social e governança) influenciarão definitivamente na cultura de segurança primada por efetiva gestão de risco e prevenção do dano, com devidos precaução e controle de risco, avaliados por indicadores de qualidade de desempenho que valorem o real custo da prevenção do dano ou do risco ambiental internalizados por governanças responsáveis.

## REFERÊNCIAS

- ABDALA, G. C.; MOTA, J.A.; BANDEIRA, C. (orgs.). *Estudo de Perdas e Danos do PAE Juruti Velho – Resumo Metodológico*. ECOOIDEIA/ALCOA/ACORJUVE/INCRA/MPPA/MPF, Relatório Técnico, Brasília/DF, 2014. Disponível em: <www.epdjurutivelho.org.br>.
- 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, 2003.
- \_\_\_\_\_. *Valoração econômica do dano ambiental em inquérito civil público*. Brasília: Escola Superior do Ministério Público da União, 2011.
- BATEMAN, I.; TURNER, R. Kerry. Valuation of the Environmental, Methods and Technics: The Contingent Valuation Method. In: KERRY, Turner R. *Sustainable Environmental Economics and Management. Principles and Practice*. London: Belhaven Press, 1992.
- \_\_\_\_\_. *et al. Economic Valuation with Stated Preference Techniques: a Manual*. Clarendon: Edward Elgar, 2002.
- BECK, Ulrich, *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidade*. Trad. Jorge Navarro, Daniel Jiménez e Maria Rosa Borrás. Barcelona: Paidós, 1998.
- BENJAMIN, A. H.; LECEY, E.; CAPPELLI, Silvia. in: INSTITUTO O DIREITO POR UM PLANETA VERDE. Mudanças climáticas, biodiversidade e uso sustentável de energia. *Anais do Congresso Internacional de Direito Ambiental*. v.1. São Paulo. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008.
- BENNETT, E.M.; PETERSON, G.D.; GORDON, L.J. Understanding relationship among multiple ecosystem services. *Ecology Letters*, Oxford, v. 12, 2009.
- BOTTINI, Pierpaolo Cruz. *Crimes de perigo abstrato e princípio da precaução na sociedade de risco*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2007.
- BRAAT, L.; KLOK, C.; WALPOLE, M.; KETTUNEN, M.; PERALTA-BEZERRA, N.; TEN BRINK, P. Changes in ecosystem services. In: BRAAT, L.; TEN BRINK, P. (Ed.). *The cost of policy inaction: the case of not meeting the 2010 biodiversity target*. Wageningen: Alterra, 2008.
- BRASIL. *Acordo Regional de Escazú/Costa Rica*, Assembleia-Geral das Nações Unidas, 27.9.2018, Nova York. Dispõe sobre acesso à informação, participação pública e acesso à Justiça em Assuntos Ambientais na América Latina e no Caribe. Disponível em: <www.itamaraty.gov.br> (nota 334). Acesso em: 20 jun. 2018.
- \_\_\_\_\_. *Constituição Federal da República Federativa do Brasil*, 5 de agosto de 1988. Disponível em: <Constituição (planalto.gov.br)>. Acesso em: 19 jun. 2021.
- \_\_\_\_\_. *Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981*. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/leis/16938.htm>. Acesso em: 19 jun. 2021.
- \_\_\_\_\_. *Lei 8.078, de 11 de setembro de 1990*. Código de Defesa do Consumidor. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/leis/18078compilado.htm>. Acesso em: 19 jun. 2021.

BRASIL. *Lei 8176, de 8 de fevereiro de 1991*. Define crimes contra a ordem econômica e cria o Sistema de Estoques de Combustíveis. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8176.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8176.htm)>. Acesso em: 19 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. *Lei 9605, 12 de fevereiro de 1998*. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm)>. Acesso em: 19 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. *Lei 12334, de 20 de setembro de 2010*. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Disponível em: <[L12334 \(planalto.gov.br\)](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l12334.htm)>. Acesso em: 20 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. *Lei 12608, de 10 de abril de 2012*. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil-SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm)>. Acesso em: 20 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. *Lei 12.846, 1º de agosto de 2013*. Dispõe sobre a responsabilização administrativa e civil de pessoas jurídicas pela prática de atos contra a administração pública, nacional ou estrangeira, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2013/lei/l12846.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12846.htm)>. Acesso em: 19 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. *Lei 13655, de 25 de abril de 2018*. Inclui no Decreto-Lei nº 4657, de 4 de setembro de 1942 (Lei de Introdução às Normas do Direito Brasileiro), disposições sobre segurança jurídica e eficiência na criação e na aplicação do direito público. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/l13655.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13655.htm)>. Acesso em: 20. jun. 2021.

\_\_\_\_\_. *Lei Federal 14.119, de 13 de janeiro de 2021*. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis nº 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política. Disponível em: <[L14119 \(planalto.gov.br\)](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l14119.htm)>. Acesso em: 19 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. CONAMA. *Resolução 1, de 23 de janeiro de 1986*. Dispõe sobre as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 19 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Superior Tribunal de Justiça. *Súmula 629*. Quanto ao dano ambiental, é admitida a condenação do réu à obrigação de fazer ou a de não fazer cumulada com a de indenizar. Disponível em: <<file:///C:/Users/Particular-PC/Downloads/5059-18998-1-PB.pdf>>. Acesso em: 19 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Superior Tribunal de Justiça, REsp 1.410.698/MG, Relator Ministro Humberto Martins, 2ª. Turma, DJE 30/6/2015. Disponível em: <<<[https://scon.stj.jus.br/SCON/jurisprudencia/toc.jsp?i=1&b=ACOR&livre=\(\(%27RESP%27](https://scon.stj.jus.br/SCON/jurisprudencia/toc.jsp?i=1&b=ACOR&livre=((%27RESP%27)

clas.+e+@num=%271410698%27)+ou+(%27REsp%27+adj+%271410698%27.suce.))&thesaurus=JURIDICO&fr=veja>. Acesso em: 19 jun. 2021.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. *Gestão de Riscos – Avaliação da Maturidade* (jan/2018). Dispõe sobre gestão de riscos, processo estratégico e fundamental para as organizações do setor público e desempenho na realização dos objetivos de políticas, organizações, serviços públicos e na prevenção de perdas e gerenciamento de incidentes Disponível em: <<https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/gestao-de-riscos-avaliacao-da-maturidade.htm>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Tribunal de Contas da União. *Referencial Básico de Governança – Aplicável a Órgãos e Entidades da Administração Público*. Dispõe sobre boas práticas de governança pública para incrementar o desempenho de órgãos e entidades públicas, na adoção de boas práticas de governança. Disponível em: <[file:///C:/Users/Particular-PC/Downloads/RBGO\\_digital.-1pdf.pdf](file:///C:/Users/Particular-PC/Downloads/RBGO_digital.-1pdf.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Controladoria-Geral da União. *Portaria nº 915, de 12 de abril de 2017*. Institui a Política de Gestão de Riscos PGR do Ministério da Transparência, Fiscalização e Controladoria-Geral da União. Disponível em: <[https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/KujrwoTZC2Mb/content/id/20163452/do1-2017-04-13-portaria-n-915-de-12-de-abril-de-2017-20163381](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/KujrwoTZC2Mb/content/id/20163452/do1-2017-04-13-portaria-n-915-de-12-de-abril-de-2017-20163381)>. Acesso em: 20 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. *Portaria 910, de 03 de abril de 2018*. Aprova a Metodologia de Gestão de Riscos da Controladoria-Geral da União. Disponível em: <[https://repositorio.cgu.gov.br/bitstream/1/41300/8/Portaria\\_910\\_2018.pdf](https://repositorio.cgu.gov.br/bitstream/1/41300/8/Portaria_910_2018.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. *Instrução Normativa n. 3, de 9 de junho de 2017*. Aprova o Referencial Técnico de atividade de auditoria interna governamental do Poder Executivo Federal. Disponível em: <[https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/KujrwoTZC2Mb/content/id/19111706/do1-2017-06-12-instrucao-normativa-n-3-de-9-de-junho-de-2017-19111304](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/KujrwoTZC2Mb/content/id/19111706/do1-2017-06-12-instrucao-normativa-n-3-de-9-de-junho-de-2017-19111304)>. Acesso em: 20 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. *Portaria nº 1.055, de 30 de abril de 2020*. Ressalte-se que o Manual de orientações Técnicas da Atividade de Auditoria Interna Governamental do Poder Executivo Federal. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-1.055-de-30-de-abril-de-2020-255164890>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. *Decreto n. 9.203, de 22 de novembro de 2017*. Dispõe sobre a política de governança da administração pública federal direta, autárquica e fundacional, baseada em gestão de risco. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/decreto/d9203.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9203.htm)>. Acesso em: 20 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. *Decreto 69.885, de 31 de dezembro de 1971*. Dispõe sobre a incorporação dos direitos de lavra ao Ativo das empresas de mineração e dá outras providências. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-69885-31-dezembro-1971-419008-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 19 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. *Decreto Federal 4339, de 22 de agosto de 2002*. Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4339.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4339.htm)>. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Governo. *Manual de Gestão de Riscos* (julho/2020). Disponível em: <<https://www.gov.br/secretariadegoverno/>>

pt-br/assuntos/noticias/manual-de-gestao-de-riscos-segov.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2021.

BURKHARD, B.; KROLL, F.; MÜLLER, F.; WINDHORST, W. Landscapes capacities to provide ecosystem services: a concept for land-cover based assessments. *Landscape Online*, Nürtingen, v. 15, 2009.

\_\_\_\_\_. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 21, 2012.

CASTRO, Joana D’Arc Bardella, *Usos e Abusos da Valoração Econômica do Meio Ambiente: Ensaio sobre Aplicações de Métodos de Função Demanda no Brasil*. Tese de Doutorado em Economia, 2015, Universidade de Brasília.

\_\_\_\_\_; NOGUEIRA, Jorge Madeira. *Valoração econômica do meio ambiente – teoria e prática*, Curitiba: CRV, 2019.

Ciriacy-Wantrup, S-V (1947), “Taxation and the Conservation of Resources”, *Quarterly Journal of Economics*, 58 (2): 157–195, doi:10.2307/1883316.

DASGUPTA, P. The Stern review’s economics of climate change. *National Institute Economic Review* 199:4-7, 2007.

DOUGLAS, Mary, *Natural symbolics: explorations in cosmology*. 2nd ed. London: Barrie and Jenkins, 1973.

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, 2004.

D’ISEP, Clarissa Ferreira Macedo. *Direito Ambiental Econômico e a ISSO 14000 – Análise jurídica do modelo de gestão ambiental e certificação ISSO 14001*, 22<sup>a</sup> ed., São Paulo: Editora RT, 2009.

KRUPNICK, A.; CAMPBELL, S.; COHEN, M.A; PARRY, W.H. *Understanding the costs and benefits of deep water oil drilling regulation*. Discussion Paper10-62, 2011.

LIST, J. A.; PRICE, M. K. *Handbook on Experimental Economics and the Environment*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2013.

FREEMAN III, A. M. *The Measurement of Environment and Resources Values*. Washington: Resources for the Future, 1993.

GENELETTI, D. Reasons and options for integrating ecosystem services in strategic environmental assessment of spatial planning. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management*, Oxfordshire, v. 7, n. 3, 2011.

GIDDENS, Anthony. *Em Defesa da Sociologia: Ensaio, Interpretações e réplicas*. São Paulo: UNESP, 2001.

HEIN, L.; KOPPEN, K.; GROOT, R.S.; IERLAND, E. Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. *Ecological Economics*, Amsterdam, v. 57, 2006.

HONRADO, J.P.; VIEIRA, C.; SOARES, C.; MONTEIRO, M.B.; MARCOS, B.; PEREIRA, H.M.; PARTIDÁRIO, M.R. Can we infer about ecosystem services from EIA and SEA practise? A framework for analysis and examples from Portugal. *Environmental Impact Assessment Review*, New York, v. 40, 2013.

ISO – International Organization for Standardization (Organização Internacional de Normalização). No Brasil é representada pela Associação Brasileira de Normas

Técnicas. NBR (Normas Brasileiras), ISO série 14000 (sobre gestão ambiental e certificação), NBR ISO 14001/2004 (certificação) e NBR 14004/2005 (sobre sistema de gestão ambiental e (ISSO 19011), 14010/11/12 (sobre auditoria ambiental e procedimentos e critérios para qualificação de auditores), 14011, 14012. NBR 14.5653-1, NBR 14653-4, NBR 13.028:2017 e NBR 13.029:2017 (sobre impactos e valoração do dano ambiental).

ISO – International Organization for Standardization 31000/2009. Dispõe sobre diretrizes de gestão de riscos nas organizações, para os setores público ou privado, em quaisquer atividades, incluindo a tomada de decisão em todos os níveis. Elaborado pela Comissão de Estudo Especial de Gestão de Riscos (ABNT/CEE-063). Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/imprensa/releases/5753-lancada-a-nova-versao-da-norma-iso-31000-gestao-de-riscos>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

JUCOVSKY, Vera Lúcia R. S. *Responsabilidade Civil do Estado por Danos Ambientais*. Brasil-Portugal, São Paulo: Editora Juarez de Oliveria, 2000.

KARJALAINEN, T.P.; MARTTUNEN, M.; SARKKI, S.; RYTKÖNEN, A. Integrating ecosystem services into environmental impact assessment: An analytic-deliberative approach. *Environmental Impact Assessment Review*, New York, v. 40, 2013.

KIENAST, F.; BOLLIGER, J.; POTSCHIN, M.; GROOT, R.S.; VERBURG, P.H.; HELLER, I.; WASCHER, D.; HAINES-YOUNG, R. Assessing landscape functions with broad-scale environmental data: insights gained from a prototype development for Europe. *Environmental Management*, New York, v. 44, 2009.

KOPP, R. J.; Smith, V. K. *Valuing natural assets*. The economics of natural resource damage assessment. Resources for the future. Washington D.C., 1993.

KREMEN, C. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? *Ecology Letters*, Oxford, v. 8, 2005.

LANDSBERG, F.; OZMENT, S.; STICKLER, M.M.; HENNINGER, N.; TREWEEK, J.; VENN, O.; MOCK, G. *Ecosystem services review for impact assessment: introduction and guide to scoping*. Washington: World Resources Institute, 2011. 34p.

LANDSBERG, F.; TREWEEK, J.; STICKLER, M.M.; HENNINGER, N.; VENN, O. *Weaving ecosystem services into impact assessment: a step-by-step method*. Abbreviated version 1.0. Washington: World Resources Institute, 2013.

LONGO, M. H. C. *Serviços ecossistêmicos e a atividade minerária: um estudo de caso no Vale do Ribeira, SP*. 2014. 107p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2014.

LOUBET, Luciano Furtado, *Licenciamento Ambiental – A Obrigatoriedade da Adoção das Melhores Técnicas Disponíveis (MTD)*. 1ª. ed., Belo Horizonte: Del Rey Editora, 2014.

IPEA. *Estimação da taxa social de desconto para investimentos em infraestrutura no Brasil*. Texto para Discussão. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Ministério da Economia, Secretaria Especial de Produtividade, Emprego e Competitividade, 2019.

JENKINS, Glenn P.; KUO, Chun-Yan; HARBERGER, Arnold C. *Cost-Benefit Analysis for Investment Decisions*. Independently published, 599 pages, ISBN-13- - 978-1790667505, 2013.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. *Direito Ambiental Brasileiro*. 17 ed. São Paulo; Malheiros, 2009.

\_\_\_\_\_. Paulo Affonso Leme Machado. *Direito Ambiental Brasileiro*. 27<sup>a</sup> ed., São Paulo: Ed. Jus Podivm e Malheiros Editores, 2020.

\_\_\_\_\_. Estudos de Direito Ambiental 3. São Paulo, Malheiros Editores, 2019, 128p.

\_\_\_\_\_. *A prevenção e os danos ambientais no Direito Internacional, Comparado e brasileiro*. Belo Horizonte/MG: Revista Interesse Público, ano 22, n. 124, 2020.

\_\_\_\_\_; KISHI, Sandra Akemi Shimada. Deficiencias en Las Leyes de Presas, Desastres Ambientales y Nuevas Frentes de Actuación del Ministerio Público Brasileño. *Revista Actualidad Juridica Ambiental*, Madrid (2021, no prelo). Tradução livre da autora.

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

MARQUES, Joao Fernando; COMUNE, Antonio Evaldo. *Quanto vale o meio ambiente: interpretações sobre o valor econômico ambiental*. In: Encontro Nacional de Economia, 1995, Salvador. *Anais...* Salvador, 1995.

MARTINS, José Renato. *Tutela Penal em Decorrência das Atividades Nucleares*. Tese de doutorado apresentada no Departamento de Direito Penal, Medicina Legal e Criminologia, da Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo, 2008.

MOTTA, R. S. *Manual para valoração econômica de recursos ambientais*. IPEA/MMA/PNUD/CNPQ, Rio de Janeiro:1998.

MEA. *Millennium Ecosystem Assessment Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC.: Island Press, 2005.

MENDOZA. *El derecho penal em la sociedade del riesgo*. Madrid: Civitas, 2001.

MENDOZA BUERGO, Blanca. El delito ecológico y sus técnicas de tipificación. *Revista Actualidad Penal*, Madrid, n. 13, 2002.

MPMG. Histórico de Atuações em Segurança de Barragens e em relação ao desastre do rompimento da barragem do Fundão em Mariana/MG. Disponível em: <<https://www.mpmg.mp.br/comunicacao/noticias/historico-de-noticias-sobre-o-desastre-de-mariana.htm>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

MPMG. Portal de Atuações nas áreas ambiental, socioeconômica e criminal da Força Tarefa sobre Barragens do Ministério Público de Minas Gerais, com informações sobre atuação institucional em segurança hídrica para a região metropolitana de BH, proteção de populações em município que barragens sem segurança garantida, reformulação de mapas de *dam break* e de planos de ações emergenciais, entre outros assuntos. Disponível em: <<https://mpmgbarragens.info/>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

NAVRUD, S. Value transfer and environmental policy. In: TIETEMBERG, T.; FOLMER, H. (eds). *The International Yearbook of Environmental and Resource Economics 2004/2005: a survey of current issues*. London: Edgar Elgar Publishers, 2004.

NIETO, Alejandro. *Derecho Administrativo Sancionador*. 2a. edição. Madrid: Tecnos, 1994.

NOAA. Habitat Equivalency Analysis: An Overview. *Policy and Technical Paper Series*, No. 95-1. Disponível em: <<http://www.darrp.noaa.gov/library/pdf/heaoverv.pdf>>. 2000.

NOGUEIRA, J.M.; MEDEIROS, M. A. A.; ARRUDA, F. Valoração econômica do meio ambiente: ciência ou Empirismo? *Cadernos de ciência e tecnologia*. Embrapa. Brasília, v.17, n.2, 2000.

OCDE. Guia da OCDE de Devida Diligência para uma Conduta Empresarial Responsável, 2011. Disponível em: <<https://mneguidelines.oecd.org/guia-da-ocde-de-devida-diligencia-para-uma-conduta-empresarial-responsavel-2.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2021.

POLIDO, Walter Antonio. Contrato de seguro: a efetividade do seguro ambiental na composição de danos que afetam direitos difusos. *Revista de Direito Ambiental n. 45*. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2007. Disponível em: <<https://ibds.com.br/artigos/contrato-de-seguro-ambiental-publicacao.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2021.

PRIEUR, Michel. *Droit de l'environnement*. 4.ed. Paris: Dalloz, 2001.

READY, R.; NAVRUD, S. International benefit transfer: methods and validity tests. *Ecological Economics*, 60(2): 429-434, 2006.

READY, R.; NAVRUD S.; DAY, B; DUBOURG, R.; MACHADO, F.; MOURATO, S.; SPANNINKS, F.; RODRIQUEZ, M.X.V. Benefit Transfer in Europe: How Reliable Are Transfers Across Countries? *Environmental & Resource Economics*, 29: 67-82, 2004.

REMEDE. *Resource Equivalency Methods for Assessing Environmental Damage in the EU*, Sixth Framework Programme, Deliverable No. 6A: Review Report on Resource, Equivalence Methods and Applications, Stratus Consulting Inc., 2007.

SALVADOR, Aline Valéria Archangelo; YOSHIDA, Consuelo Moromizato; CASTANHEIRO, Ivan Carneiro; KISHI, Sandra Akemi Shimada; MAGALHÃES, WELLINGTON. Ação Civil Pública na sociedade contemporânea: integridade, integração, inovação científico-tecnológica e eficiência. In MILARÉ, Edis (Coord.), *Ação Civil Pública após 35 Anos*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2020.

SAMPAIO. Francisco José Marques. *Responsabilidade Civil e Reparação de Danos ao Meio Ambiente*. Lumen Juris. 1998.

SEROA DA MOTTA, R. *Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 1998.

\_\_\_\_\_; ORTIZ, R.; FREITAS, S. Health and economic values for mortality and morbidity cases associated with air pollution in Brazil. *Ancillary Benefits and Costs of Greenhouse Gas Mitigation*, Paris: OECD/RFF, 2000.

STEIGLEDER, Annelise Monteiro. *Responsabilidade Civil Ambiental*. As dimensões do dano ambiental brasileiro. 1ª Edição, Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2004.

STERN, N. H. *The Economics of Climate Change: The Stern Review* (1st ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007.

TAVEIRA, Ana Lucia Silva. *Provisão de recursos financeiros para o fechamento de empreendimentos mineiros*, 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) – Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

TRAEGER, C. P. On option values in environmental and resource economics. *Resource and Energy Economics* 37:242-252, 2014.

VIANNA, M. D. B.; VERONESE, G. Políticas ambientais empresariais. *RAP. Revista Brasileira de Administração Pública*, v.26, p.123 - 144, 1992.

VIANNA, M.D.B. Article-”Sustainability and Social Responsibility” in Book Deloitte-Challenges and Strategies for the Manufacturing Industry-Competitive Brazil, 2012.

VIANNA, M. D. B. Governança e gestão de sustentabilidade e de responsabilidade social no setor empresarial e nas instituições financeiras: busca do atendimento dos compromissos das recentes conferências das Nações Unidas. *Finanças Sustentáveis e a Responsabilidade Socioambiental das Instituições Financeiras*.1 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2017, v.1.

WEITZMAN, M. L. A Review of The Stern Review on the Economics of Climate Change. *Journal of Economic Literature* XLV:703–724, 2007.