

Mauro Mendonça Magliano

**VALORAÇÃO ECONÔMICA EM LAUDOS PERICIAIS DE  
CRIMES CONTRA O MEIO AMBIENTE**

Dissertação submetida ao Programa de Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Perícias Criminais Ambientais.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Cátia Regina  
Silva de Carvalho Pinto  
Co-orientador: Prof. Dr. Jorge Madeira  
Nogueira

Florianópolis - SC

2013

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária  
da UFSC.

Magliano, Mauro Mendonça

Valoração econômica em laudos periciais de crimes contra o meio ambiente / Mauro Mendonça Magliano; orientadora, Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto; co-orientador, Jorge Madeira Nogueira. - Florianópolis, SC, 2013.

115 p.

Dissertação (mestrado profissional)-  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas.  
Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais.

Inclui referências

1. Perícias Criminais Ambientais. 2. Perícia Criminal Ambiental. 3. Valoração Econômica do Meio Ambiente. 4. Crime Ambiental. I. Carvalho Pinto, Cátia Regina Silva de. II. Nogueira, Jorge Madeira. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais. IV. Título.

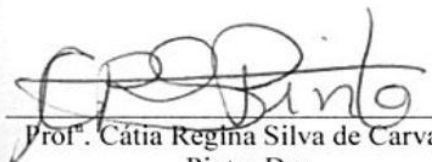
**“Valoração Econômica em Laudos Periciais de Crimes  
Contra o Meio Ambiente”**

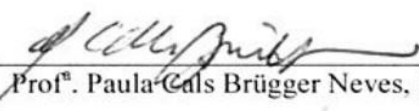
**MAURO MENDONÇA MAGLIANO**

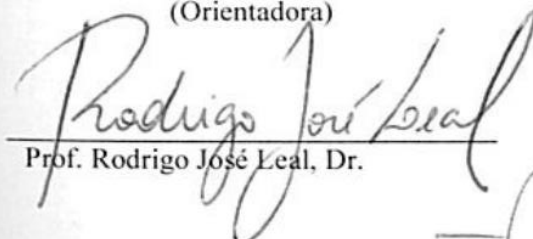
Dissertação submetida ao corpo docente do Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de

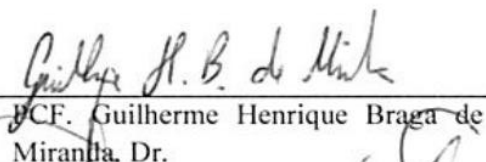
**MESTRE EM PERÍCIAS CRIMINAIS AMBIENTAIS**

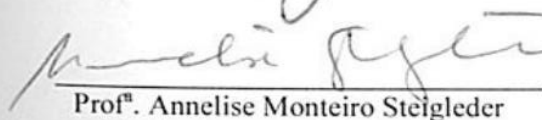
Aprovado por:

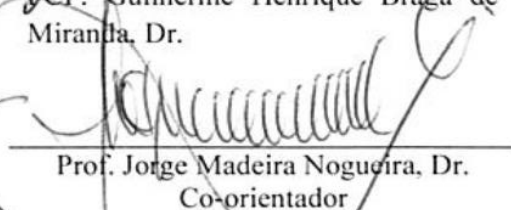
  
Prof.<sup>a</sup> Cátia Regina Silva de Carvalho  
Pinto, Dra.  
(Orientadora)

  
Prof.<sup>a</sup> Paula Cals Brügger Neves, Dra.

  
Prof. Rodrigo José Leal, Dr.

  
PCF. Guilherme Henrique Braga de  
Miranda, Dr.

  
Prof.<sup>a</sup> Annelise Monteiro Steigleder

  
Prof. Jorge Madeira Nogueira, Dr.  
Co-orientador

  
Prof.<sup>a</sup> Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto, Dra.  
(Coordenadora)



Dedico este trabalho a meus pais,  
Pedro e Anete, que tudo fizeram,  
fazem e farão para conduzir meus  
passos para Deus.



## AGRADECIMENTOS

A minha esposa Luciana, a maior incentivadora que alguém pudera ter, pelo apoio, torcida, tolerância e amor em todas as horas.

Aos meus jovens filhos, Bruno, Isabela, Gabriel e Daniel, fonte de inspiração para prosseguir no incessante aperfeiçoamento de meus princípios, pela compreensão em todas as minhas ausências.

A minha orientadora Professora Cátia R. S. de Carvalho Pinto, pela receptividade, incentivo, experiência e assertividade nas valiosas lições ao longo da execução deste trabalho, bem como na Coordenação deste curso de importância ímpar para a Perícia Criminal Ambiental.

Ao Professor Jorge Madeira Nogueira pela preciosa co-orientação e pela sabedoria com que há tantos anos vem ensinando à Polícia Federal, em suas contundentes lições, a Valoração Econômica do Meio Ambiente.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais, por terem acreditado e se dedicado à proposta desafiadora de unir ainda mais a Universidade e a Perícia Criminal, em prol de um meio ambiente melhor, deixando-nos preciosos ensinamentos

À Engenheira Florestal Klébia Silva Roriz, então estagiária da Área de Perícias de Meio Ambiente da Polícia Federal, pelo inestimável trabalho de coleta e compilação dos dados utilizados neste estudo.

À Polícia Federal que, com os insondáveis esforços do Perito Criminal Federal Alexandre Bacellar Raupp, e apoiando os demais Peritos Criminais Federais discentes, pôde escrever em sua história a exitosa parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina na realização deste Mestrado Profissional.

Aos Peritos Criminais Federais de todo o Brasil, que com pioneirismo e altivez, iniciaram em seus laudos o trabalho de valoração econômica de danos ambientais na Polícia Federal, objeto deste Estudo.

Aos colegas de turma, da Polícia Federal e do IGP/SC, pelas trocas de experiências e pela agradável convivência nesses já saudosos tempos de UFSC.

E, acima de tudo, agradeço a Deus.





“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

(Madre Teresa de Calcutá)

## RESUMO

Desde a promulgação da Lei de Crimes Ambientais em 1998, o Poder Judiciário brasileiro não tem a sua disposição informações precisas sobre os prejuízos econômicos causados por lesões ao meio ambiente. O laudo pericial criminal é o instrumento que, por meio das ciências aplicadas, descreve, quantifica, caracteriza e deve valorar economicamente o crime ambiental na persecução penal. No entanto, o pouco conhecimento sobre métodos e procedimentos de valoração econômica no meio forense tem acarretado a avaliação incompleta ou a omissão da análise econômica de danos ambientais, o que compromete o alcance da Lei. Este estudo analisou quali-quantitativamente o conjunto de laudos de perícia criminal produzidos pela Polícia Federal entre os anos de 2005 e 2011, que abordaram o tema de valoração econômica de danos ambientais, a fim de avaliar sua convergência com os princípios e técnicas de valoração ambiental utilizados pela comunidade científica. Os resultados demonstraram que os laudos periciais atenderam a 75% das solicitações de valoração econômica. No período analisado, houve o crescimento em número, variabilidade, dispersão geográfica e valores na aplicação dos procedimentos de valoração. Os métodos de função de produção e de preços de mercado foram os mais utilizados e mostraram-se adequados para a valoração no contexto da perícia criminal ambiental. No entanto, a imperfeição intrínseca dos métodos ou de sua aplicação ainda impedem a completa valoração econômica dos recursos ambientais submetidos a exame da perícia criminal, embora a valoração, ainda que parcial, seja fundamental para o estabelecimento de sanções mais justas contra os crimes ambientais.

**Palavras-chave:** Perícia. Valoração Econômica Ambiental. Crime Ambiental.

## ABSTRACT

Since the enactment of the Brazilian Environmental Crimes Act in 1998, accurate information about the economic losses caused by damage to the environment are still unavailable to the Brazilian Justice. The Forensic Criminal Report is the document, based on applied sciences, which describes, quantifies, characterizes and is supposed to economically value environmental crimes in Courts. However, the lack of knowledge about valuation methods and procedures among forensic experts has led to an incomplete assessment or omission of the economic analysis of environmental damage, which reduces the scope of the Act. In this study, a set of criminal reports produced by the Brazilian Federal Police (2005-2011), that focused on economic valuation of environmental damage, was analyzed qualitatively and quantitatively in order to assess its convergence with the principles and techniques of environmental valuation used by the scientific community. The results showed that the requests about economic valuation have been answered by 75% of the forensic reports. In the sampled period, there was a significant growth in number, variability, values and geographic dispersion in valuation procedures application. The production function based methods and market price method were the most used and shown to be appropriate for the valuation in the context of environment criminal forensics. However, the intrinsic imperfection of methods or of their application still hamper full economic valuation of environmental resources subjected to examination of criminal forensics, although the valuation, even partial, is fundamental to the establishment of fairer sanctions against environmental crimes.

**Keywords:** Forensics Exams. Environmental Economic Valuation. Environmental Crime.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Etapas de solicitação e elaboração de quesitos para a produção da prova pericial em crimes contra o meio ambiente.	28
Figura 2.2: Etapas da produção da prova pericial criminal em crimes contra o meio ambiente.	30
Figura 4.1 – Evolução da produção dos laudos de perícia criminal ambiental pela Polícia Federal envolvendo valoração econômica de danos ambientais entre os anos de 2005 e 2011.	59
Figura 4.2 – Evolução da distribuição dos subtítulos dos laudos envolvendo valoração entre os anos de 2005 e 2011.	64
Figura 4.3 – Distribuição dos laudos envolvendo valoração nas regiões geográficas brasileiras no período de 2005 a 2011.	66
Figura 4.4 – Distribuição dos laudos envolvendo valoração por Unidades da Federação no período 2005 - 2011.	67
Figura 4.5 – Proporção de laudos que realizaram a valoração em relação aos laudos em que foi solicitada a valoração no período 2005 - 2010.	68
Figura 4.6 – Valores calculados pelas valorações realizadas no período de 2005-2010.	69
Figura 4.7 – Distribuição dos subtítulos dos laudos envolvendo valoração sob o título Exame de Meio Ambiente, produzidos em 2010.	71
Figura 4.8 – Distribuição dos laudos da amostra, em relação à inserção do local examinado em Área de Preservação Permanente.	77
Figura 4.9 – Distribuição dos laudos da amostra, em relação à inserção do local examinado em Unidade de Conservação - UC.	78
Figura 4.10 – Distribuição dos laudos da amostra que se encontram no interior de Unidades de Conservação, em relação à categoria da Unidade, conforme a legislação.	79
Figura 4.11 – Distribuição dos laudos da amostra em relação à realização ou não de inspeção local, ou no jargão pericial, exame de local.	80
Figura 4.12 – Distribuição dos métodos de valoração econômica majoritariamente empregados nos laudos em que foi realizada a valoração.	83
Figura 4.13 – Distribuição dos métodos de valoração econômica minoritariamente empregados nos laudos em que foi realizada a valoração.	84



## LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 – Parâmetros coletados no conteúdo dos 483 laudos extraídos do SISCRIM, conforme métodos e procedimentos adotados neste estudo.	..... 62
--	----------

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Proporção de laudos envolvendo valoração em 2010, por subtítulo, que realizaram a valoração econômica em crimes ambientais.	..... 72
Tabela 4.2 – Tamanho das áreas afetadas nos laudos envolvendo valoração no ano de 2010, por região geográfica brasileira.	..... 74
Tabela 4.3 – Tamanho de áreas afetadas nos laudos envolvendo valoração no ano de 2010, por Unidade da Federação e Região Brasileira.	..... 75

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAE	–	Avaliação Ambiental Estratégica
ABNT	–	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIA	–	Avaliação de Impacto Ambiental
APP	–	Área de Preservação Permanente
ART.	–	Artigo
BASA	–	Banco da Amazônia S/A
BM&F	–	Bolsa de Mercadorias e Futuros
CONAMA	–	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPP	–	Código de Processo Penal
CRest	–	Método do Custo de Restauração
DELEMAPH	–	Delegacias Especializadas em Repressão aos Crimes contra o Meio Ambiente e o Patrimônio Histórico
DNPM	–	Departamento Nacional da Produção Mineral
DOI	–	<i>United States Department of Interior</i>
EIA	–	Estudo de Impacto Ambiental
FUNAI	–	Fundação Nacional do Índio
ha	–	Hectare
HEA	–	<i>Habitat Equivalency Analysis</i>
IBAMA	–	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGM	–	Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos
ICMS	–	Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços
IGP/SC	–	Instituto Geral de Perícias do Estado de Santa Catarina
INCRA	–	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPHAN	–	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IPL	–	Inquérito Policial Federal
MCE	–	Método dos Custos Evitados
MCO	–	Método do Custo de Oportunidade
MCR	–	Método do Custo de Reposição
MCV	–	Método do Custo de Viagem
MDR	–	Método Dose-Resposta
MPF	–	Ministério Público Federal
MPH	–	Método de Preços Hedônicos
MVC	–	Método da Valoração Contingente
NOAA	–	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
PES	–	<i>Payment for Environmental[Ecosystem] Services</i>
PRAD	–	Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas
PSA	–	Pagamentos por Serviços Ambientais
RIMA	–	Relatório de Impacto ao Meio Ambiente



S/N – Sim/Não  
SELIC – Sistema Especial de Liquidação e de Custódia  
SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da  
Construção Civil  
SISCRIM – Sistema Nacional de Gestão de Atividades da  
Criminalística  
SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação  
TJLP – Taxa de Juros de Longo Prazo  
UF – Unidade da Federação  
UPM – Uso de Preços de Mercado  
VE – Valor de Existência  
VERA – Valor Econômico do Recurso Ambiental  
VET – Valor Econômico Total  
VFA – Valor de Funções Ambientais  
VNU – Valor de Não-Uso  
VO – Valor de Opção  
VPL – Valor Presente Líquido  
VU – Valor de Uso  
VUD – Valor de Uso Direto  
VUI – Valor de Uso Indireto

## SUMÁRIO

1.	Introdução .....	15
1.2.	Objetivos .....	17
2.	Danos ambientais, perícias criminais e valoração econômica .....	19
2.1.	Danos ambientais .....	19
2.2.	Perícia criminal .....	24
2.3.	Valoração econômica .....	30
3.	Valoração econômica – métodos e procedimentos periciais .....	35
3.1.	Métodos baseados na função de demanda .....	38
3.2.	Métodos baseados na função de produção .....	41
3.3.	Considerações à aplicabilidade dos métodos de valoração em perícia criminal.....	46
3.4.	Outros procedimentos de valoração empregados em perícias .....	53
4.	Perfil da valoração econômica de danos ambientais na polícia federal .....	57
4.1.	Considerações iniciais.....	57
4.2.	Métodos e procedimentos .....	59
4.3.	Visão geral dos laudos envolvendo valoração entre os anos 2005 – 2011.....	62
4.4.	Perfil dos laudos envolvendo valoração do ano de 2010. ....	69
5.	O papel da perícia criminal ambiental na valoração de danos ao meio ambiente.....	87
5.1.	Considerações iniciais .....	87
5.2.	Considerações sobre valores de uso.....	89
5.3.	Considerações sobre o custo de reposição .....	96
6.	Conclusões.....	101

## 1. INTRODUÇÃO

As conferências e reuniões internacionais sobre meio ambiente, promovidas pela Organização das Nações Unidas desde 1972 demonstram a crescente atenção mundial para a proteção ambiental. Um dos reflexos das iniciativas multilaterais foi o aperfeiçoamento das legislações nacionais, desde o nível constitucional até as normas infralegais. Nesse contexto, marcos destacados na legislação ambiental brasileira são a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81) a Constituição Federal de 1988 e a Lei de Crimes Ambientais e Infrações Administrativas Ambientais (Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998).

A Constituição Federal Brasileira, no artigo 225, estabeleceu a tríplex responsabilização para as infrações ambientais, acumulando as sanções penais, administrativas e cíveis, como medidas integrantes que visam o objetivo de defender e preservar o meio ambiente equilibrado

A Lei de Crimes e Infrações Administrativas Ambientais veio, sob o mandamento constitucional de 1988, dispor sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, responsabilizando pessoas físicas ou jurídicas que se tornem infratoras de dispositivos legais.

Essa Lei, dentre diversas outras inovações, determina a responsabilidade da perícia criminal em realizar a valoração econômica do crime sob apuração (Art. 19). A Lei reconhece, assim, a importância da valoração econômica na reparação dos danos causados, por meio da condenação dos responsáveis pelos danos causados ao meio ambiente (Art. 20) (BRASIL, 1998).

No entanto, desde a promulgação da Lei nº 9.605/98, o Poder Judiciário não tem a sua disposição informações precisas sobre os prejuízos econômicos causados por lesões ao meio ambiente. A Economia vem apresentando resultados na *valoração de bens e serviços* ambientais, porém sem ênfase específica para a *valoração dos danos* sobre esses ativos ambientais, que podem registrar-se no campo biofísico e no campo social (TORRES *et al.*, 2010). Ademais, não se pode olvidar que nem todos os “danos ambientais”, incluídos na esfera do Direito Civil, são considerados “crimes ambientais”, para os quais a Lei Penal requer valoração econômica.

Segundo o Código Penal Brasileiro, não há crime sem lei anterior que o defina nem há pena sem prévia cominação legal. (BRASIL, 1940). Portanto, os danos ambientais decorrentes de atividades produtivas

legalmente autorizadas, embora merecedores da devida valoração econômica para fins de gestão ambiental, não são crimes e não estariam, em princípio, abarcados pelos dispositivos da Lei nº 9.605/98.

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

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

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

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

Face ao acirramento do conflito desenvolvimento *versus* conservação e à vigência da Lei de Crimes e Infrações Administrativas Ambientais, aumenta a atividade de polícia administrativa e polícia judiciária ambientais, para as quais são eventualmente demandadas as análises de valoração econômica de danos ambientais. No entanto há pouca informação disponível sobre a efetiva aplicação dos referidos dispositivos dos artigos 19 e 20.

A Polícia Federal, a quem cabe a apuração de condutas e atividades lesivas aos bens e interesses ambientais da União, produz as análises e provas técnico-científicas descritas em Laudos Periciais Criminais, para a instrução dos inquéritos policiais a serem encaminhados à Justiça. Nestes Laudos são apresentados os procedimentos utilizados para a valoração econômica de danos

ambientais, conforme critérios julgados convenientes pelos Peritos Criminais Federais, responsáveis pela elaboração dos Laudos.

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

### 1.1. Justificativa

A justificativa para a realização do presente trabalho assenta-se na necessidade de aplicação forense de métodos e procedimentos adequados para o aprimoramento da valoração econômica de danos ambientais. A aplicação de métodos econômicos apropriados para a valoração de danos ambientais poderá trazer maior eficácia jurídica para a Lei de Crimes Ambientais, melhor suporte a decisão para empreendimentos que possam se tornar infratores ambientais e, conseqüentemente, maior eficiência da política nacional de proteção ao meio ambiente.

### 1.2. OBJETIVOS

#### 1.2.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo realizar um estudo qualitativo do conjunto de laudos de perícia criminal produzidos pela Polícia Federal que contemplem o tema de valoração econômica de danos ambientais, a fim de avaliar sua convergência com os princípios e técnicas de valoração ambiental utilizados pela comunidade científica.

#### 1.2.2. Objetivos Específicos

Analisar a valoração econômica de danos ambientais no contexto jurídico-institucional da perícia criminal no Brasil;

Apresentar os principais métodos de valoração econômica e sua aplicabilidade nas perícias de crimes ambientais;

Tecer considerações sobre o aperfeiçoamento das técnicas de valoração na perícia criminal, envolvendo valores de uso direto, custo de reposição, entre outros procedimentos de valoração ambiental.



## **2. DANOS AMBIENTAIS, PERÍCIAS CRIMINAIS E VALORAÇÃO ECONÔMICA**

### **2.1. DANOS AMBIENTAIS**

A espécie humana destaca-se pela sua capacidade de utilização de outras espécies e pelo aproveitamento dos recursos naturais para propiciar crescentes níveis de comodidade para a vida em grupo. No entanto, o aproveitamento de recursos naturais para as atividades humanas é acompanhado de externalidades negativas sobre os bens e serviços ambientais, em diferentes gradações e distintos graus de reversibilidade.

Com o progressivo crescimento populacional, diante da percepção de escassez dos recursos naturais e dos efeitos adversos da utilização desregrada, as sociedades modernas desenvolveram critérios para o acesso e aproveitamento dos recursos, legando ao Estado o poder de analisar e autorizar as intervenções com significativo impacto ambiental. A atenção da sociedade para as questões ambientais, materializada no Brasil pela Lei da Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981), promoveu a maior atuação dos órgãos de planejamento, regulamentação, licenciamento, polícia – administrativa ou judiciária – e de prestação jurisdicional.

A atividade de planejamento, tanto governamental quanto privada, de forma cada vez mais profissional e responsável, tem considerado o componente ambiental em seus programas e projetos, a fim de que os resultados esperados, além de sustentáveis, não acarretem prejuízos econômicos ou responsabilidade civil por negligenciar os efeitos sobre o meio ambiente.

A Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) é um instrumento de política ambiental que tem por objetivo auxiliar, antecipadamente, os tomadores de decisões no processo de identificação e avaliação dos impactos e efeitos, maximizando os positivos e minimizando os negativos, que uma dada decisão estratégica – a respeito da implementação de uma política, um plano ou um programa – poderia desencadear no meio ambiente e na sustentabilidade do uso dos recursos naturais, qualquer que seja a instância de planejamento (BRASIL, 2002)

No entanto, Nicolaidis (2005) ressalta que a partir da Resolução CONAMA nº 001/86, todos os procedimentos de Avaliação de Impacto Ambiental - AIA ocorreram no âmbito do licenciamento ambiental, o que acabou por promover a subutilização da AIA como instrumento de planejamento, visto que deixou de ser aplicada em nível de políticas, de

planos e de programas, passando a ser associada somente a projetos de desenvolvimento submetidos ao licenciamento ambiental por meio da elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e seu relatório – EIA/RIMA.

Por sua vez, a regulamentação é atividade tipicamente estatal que visa disciplinar as atividades antrópicas sobre o ambiente, por meio da implementação dos princípios e instrumentos da política nacional de meio ambiente. A regulamentação, a par de detalhar as normas constitucionais e legais, cria regras gerais para o acesso aos recursos naturais e é a positivação das orientações da atividade de planejamento ambiental.

A seu turno, o licenciamento ambiental realiza a análise particular de cada empreendimento ou atividade submetendo-o à avaliação de sustentabilidade, oportunidade e conveniência – sob o ponto de vista tecnológico, locacional e estratégico para a sociedade.

O licenciamento ambiental vincula-se ao amplo arcabouço legislativo que trata da matéria, orientado pelos princípios e mandamentos do artigo 225 da Constituição Federal de 1988, que prevê sanções cíveis, administrativas e penais para quem degrada o meio ambiente. A inclusão das sanções penais, inclusive às pessoas jurídicas, é inovação trazida na vigente Carta Constitucional, que vieram a ser definidas, entre outros normativos, pela Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, a Lei de Crimes Ambientais.

Com o advento da legislação penal, a prática de atos tipificados na Lei de Crimes Ambientais passa a ser considerada crime, sujeitando-se à disciplina do Código Penal e ao Código de Processo Penal. A ausência de licença para as intervenções antrópicas no meio ambiente é fator tipificador, transversalizado em diversos tipos de crimes previstos nessa Lei. Portanto grande parte das intervenções no meio ambiente só serão consideradas crimes no caso de ausência de autorização do poder público, ou utilização dos recursos naturais em desacordo com a licença concedida.

No entanto, em razão das peculiaridades da matéria, a Lei de Crimes Ambientais é uma norma penal em branco, pois não contém em si mesma todas as definições necessárias para a sua plena compreensão. Destarte, necessita de conceitos contidos em outros normativos, ou mesmo de conclusões da perícia técnica, para caracterizar o tipo penal. Por exemplo, no artigo 40 da Lei de Crimes Ambientais, além das normas acessórias referenciadas no próprio texto da Lei, a configuração do tipo penal exige a definição do que venha a ser dano, seja direto ou indireto.



Art. 40 - Causar dano direto ou indireto às Unidades de Conservação e às áreas de que trata o art. 27 do Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, independentemente de sua localização.

Pena - reclusão, de um a cinco anos.

§ 1º Entende-se por Unidades de Conservação de Proteção Integral as Estações Ecológicas, as Reservas Biológicas, os Parques Nacionais, os Monumentos Naturais e os Refúgios de Vida Silvestre. (Redação dada pela Lei nº 9.985, de 18.7.2000)

§ 2º A ocorrência de dano afetando espécies ameaçadas de extinção no interior das Unidades de Conservação de Proteção Integral será considerada circunstância agravante para a fixação da pena. (Redação dada pela Lei nº 9.985, de 18.7.2000)

§ 3º Se o crime for culposo, a pena será reduzida à metade.

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

O impacto ambiental possui uma definição prevista em legislação, no art. 1º da Resolução CONAMA 001 de 23 de janeiro de 1986, transcrita a seguir.

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

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

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.

Essa definição legal de impacto ambiental é bastante abrangente e não faz menção à magnitude da alteração das propriedades do meio

ambiente. Portanto “qualquer” alteração que direta ou indiretamente afetem a biota é considerada um impacto, independentemente de sua importância ou significância. Impactos podem ser positivos ou negativos; locais, regionais e/ou globais; imediatos, de médio ou longo prazo; temporários, cíclicos ou permanentes; reversíveis ou irreversíveis; de fonte difusa, ou pontual (quanto à descarga de poluentes). Por isso nem todo impacto pode ser considerado um dano ambiental.

Em relação ao dano ambiental, há diversas definições na doutrina jurídica, visto que não a se encontra na legislação ambiental, como adiante apresentadas.

Dano, no Código Penal Brasileiro (BRASIL, 1940), significa destruir, inutilizar ou deteriorar coisa alheia. Estendendo a definição, em sentido amplo, De Plácido e Silva (1998, p.238) apresenta o seguinte conceito jurídico:

Todo mal ou ofensa que tenha uma pessoa causado a outrem, da qual possa resultar uma deterioração ou destruição à coisa dele ou um prejuízo a seu patrimônio. Possui, assim, o sentido econômico de diminuição ocorrida ao patrimônio de alguém, por ato ou fato estranho à sua vontade. Equivale, em sentido, a perda ou prejuízo. Juridicamente, dano é, usualmente, tomado no sentido do efeito que produz: é o prejuízo causado, em virtude de ato de outrem, que vem a causar diminuição patrimonial.

Restringindo-se ao dano ambiental Leite (2000) assim o define:

Toda lesão intolerável causada por qualquer ação humana (culposa ou não) ao meio ambiente diretamente, como macrobem de interesse coletivo, em uma concepção totalizante, e indiretamente, a terceiros, tendo em vista interesses próprios e individualizáveis e que refletem no macrobem.

Utilizando o direito ambiental comparado, Machado (2009) cita o abrangente conceito de dano ecológico da Convenção de Lugano, de 1993, do Conselho da Europa, constante no Art. 2.7:

"Dano significa: a) a morte ou lesões corporais; b) qualquer perda ou qualquer prejuízo causado a bens outros que a instalação ela mesma ou os bens que se achem no local da atividade perigosa e situados sob o controle de quem a explora; c) qualquer perda ou prejuízo resultante da alteração do meio ambiente, na medida em que não seja considerada como dano no sentido das alíneas *a* ou *b* acima mencionadas, desde que a reparação a título de alteração do meio ambiente, excetuada a perda de ganhos por esta alteração, seja limitada ao custo das medidas de restauração que tenham sido efetivamente realizadas ou que serão realizadas; d) o custo das medidas de salvaguarda, assim como qualquer perda ou qualquer prejuízo causado por essas medidas, na medida em que a perda ou o dano previsto nas alíneas *a* a *c* do presente parágrafo originem-se ou resultem das propriedades de substâncias perigosas, de organismos geneticamente modificados ou de microorganismos, ou originem-se ou resultem de rejeitos".

Embora os conceitos jurídicos de dano e impacto ambiental incluam os termos destruição, degradação, perda, prejuízo, ofensa ou alteração lesiva, estes efeitos de fato ocorrem, mesmo quando a intervenção for legalmente autorizada, após competente análise de viabilidade e sustentabilidade.

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

Como o presente estudo restringe-se aos crimes ambientais, e não a todo e qualquer dano ambiental, imprescindível apartá-los com o rigor necessário. Danos ambientais ocorrem tanto em atividades autorizadas como nas não autorizadas, embora estas sejam objeto de especial atenção na esfera judicial cível e penal. Os crimes ambientais são,

portanto, condutas ou danos ambientais tipificados na legislação penal, como na Lei de Crimes Ambientais.

## 2.2. PERÍCIA CRIMINAL

As sanções penais aplicadas em crimes ambientais têm por finalidade o caráter repressivo e pedagógico na prevenção de danos e redução de impactos ambientais. A legislação penal ambiental brasileira apresenta aspectos inovadores, como a possibilidade de responsabilização penal de pessoas jurídicas, além da dos seus dirigentes. Há, ainda, outra inovação legislativa, que determina a necessidade de valoração dos danos ambientais, como forma de subsidiar quantitativamente a sentença penal, conforme dispõem os dispositivos dos artigos 19 e 20 da Lei 9.605/98:

Art. 19. A perícia de constatação do dano ambiental, sempre que possível, fixará o montante do prejuízo causado para efeitos de prestação de fiança e cálculo de multa.

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

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

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

Nas atividades de polícia judiciária e de prestação jurisdicional cível ou criminal, a verificação do cumprimento da legislação e do licenciamento ambiental depende da análise jurídica das normas sob exame e da análise técnica especializada. A análise jurídica deve debruçar-se sobre vasto arsenal jurídico, que inclui mais de 22.100

legislações<sup>1</sup>, nos três níveis de governo. A perícia é a análise técnica especializada que visa descrever ou elucidar a verdade sobre um fato ou circunstância de interesse da Justiça. Por exemplo, medir o nível de alteração de ambientes naturais é, tipicamente, objeto de interesse das perícias ambientais.

De acordo com o art. 158 do Código de Processo Penal (BRASIL, 1941), quando a infração deixar vestígios, será indispensável o exame de corpo de delito, direto ou indireto, não podendo supri-lo a confissão do acusado. Os vestígios devem submeter-se a exame de peritos criminais, que por meio de laudo, instruirão a Justiça no esclarecimento de tipicidade, materialidade e autoria do crime, para a devida persecução penal.

A perícia é uma atividade de observação, análise, interpretação e documentação destinada a verificar e esclarecer a verdade sobre um fato. As perícias judiciais destinam-se a elucidar, a partir de elementos materiais, fatos discutidos em processos judiciais cíveis ou criminais. Essa divisão reflete-se na distinção da perícia em dois grandes ramos: a perícia criminal, função jurisdicional do Estado, que examina vestígios relacionados às infrações penais, no propósito de reduzir a prática de crimes lesivos à sociedade; e a perícia cível, que trata de exames em provas materiais em conflitos judiciais nas demais áreas, como a patrimonial, trabalhista, fazendária e tributária.

Enquanto a perícia cível ocorre durante a instrução processual no curso do processo cível, a perícia criminal deve ser produzida imediatamente após o conhecimento do fato pela autoridade policial, mesmo antes da formalização de um processo judicial criminal. Como via de regra, a perícia criminal é produzida no decorrer de inquérito policial, ainda durante atividade de polícia judiciária que, por sua vez, culmina com um eventual indiciamento pela polícia e denúncia pelo Ministério Público ao Poder Judiciário.

No campo das infrações penais ambientais, a perícia deve estudar o corpo de delito, assim considerado o elemento em torno do qual gravitam os vestígios e para o qual convergem as evidências da ocorrência de um crime. Este conceito, historicamente relacionado com crimes de homicídio, é atualmente empregado para qualquer elemento material relacionado a um crime, passível de um exame pericial. Como nova fronteira da Criminalística, a perícia de crimes contra o meio

---

<sup>1</sup> conforme banco de dados disponibilizado pelo serviço Legislação Ambiental do portal eletrônico Ambiente Brasil, <[www.ambientebrasil.com.br/legislacao/produtos.php](http://www.ambientebrasil.com.br/legislacao/produtos.php)> , acessado em 21 de abril de 2013.

ambiente expande o alcance do corpo de delito, já que os danos ambientais podem ter causas e consequências que transcendem indivíduos, espécies, espaços geográficos ou valores patrimoniais e extrapatrimoniais.

Nesse sentido, a perícia de crimes contra o meio ambiente exige exames mais aprofundados e mais amplos na busca da relação de causa e efeito que interessa à Justiça na responsabilização criminal.

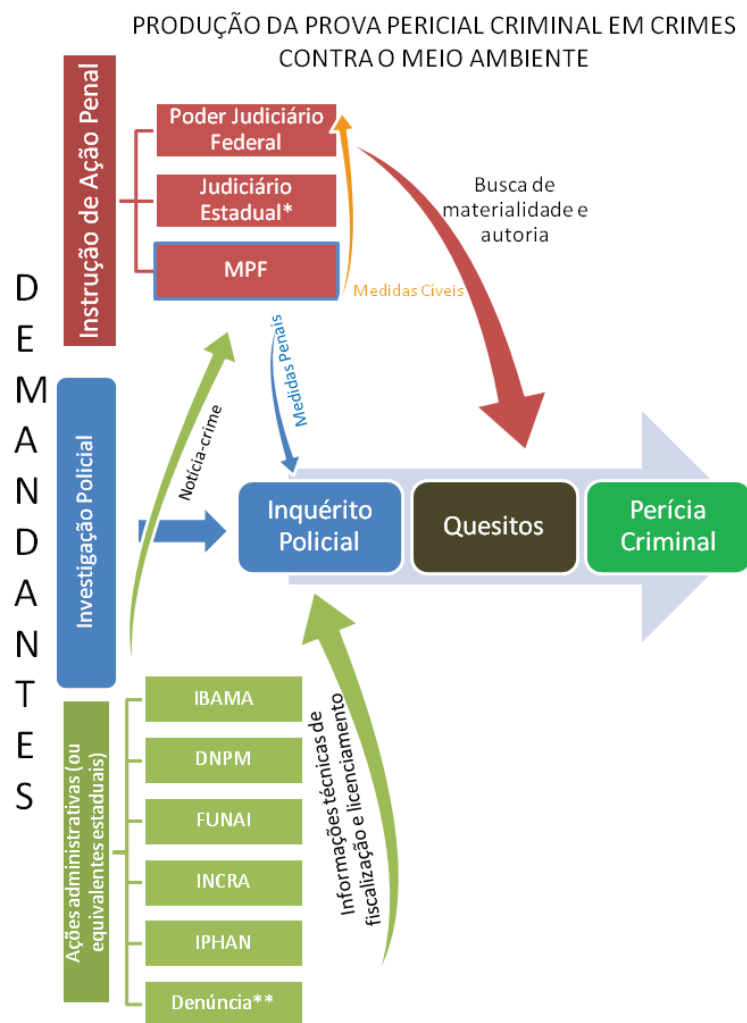
O processo de produção de prova pericial em crimes contra o meio ambiente é precedido pelo fluxo de solicitação e elaboração de quesitos direcionadores dos exames, representado na Figura 2.1:

A produção de prova pericial, conforme fluxo apresentado na Figura 2.1, origina-se de três fontes principais, ou possui três categorias de demandantes.

O demandante principal de perícias criminais são as investigações policiais realizadas pela polícia judiciária, seja a Polícia Federal ou as polícias estaduais. Os crimes ambientais, na Polícia Federal, são investigados em conjunto com outros crimes como a lavagem de dinheiro, sonegação de impostos, fraudes em licenciamentos ambientais, com repercussão em mais de uma unidade da federação ou mesmo internacionais. Barreto *et al.* (2009) ressaltam que a abordagem contra o crime organizado é relevante, já que o crime ambiental tem se especializado envolvendo fraudes e corrupção executadas por profissionais de empresas privadas e no serviço público.

A segunda categoria de demandantes da prova pericial tem sua origem a partir de comunicações de resultados de fiscalizações dos órgãos administrativos, tanto da proteção ambiental propriamente dita (IBAMA, na esfera federal), ou nas questões com reflexos na proteção do meio ambiente no âmbito da produção mineral, questões indígenas, agrárias e de patrimônio histórico e natural. Estes órgãos, portanto, são demandantes indiretos de provas periciais, já que não solicitam diretamente a perícia, mas informam a possível prática de crime ambiental relacionado a bem sob sua tutela. Havendo indício de crime nos fatos comunicados, a solicitação da prova pericial, mediante a apresentação de quesitos, é uma decorrência dos atos de instauração do inquérito policial.

Figura 2.1: Etapas de solicitação e elaboração de quesitos para a produção da prova pericial em crimes contra o meio ambiente.



\* Pode adotar outro fluxo, conforme a competência da investigação.

\*\* Denúncia pode ser feita por particular ou por órgão público independentemente da ação fiscalizadora de rotina.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Outra via pela qual ocorre a demanda de prova pericial, a partir da atuação dos órgãos administrativos listados na Figura 1, é a comunicação de notícia-crime, instruída pelo órgão administrativo especializado, ao Ministério Público Federal. Neste caso, o Ministério Público a par de buscar reparação cível do dano, demandará a instauração de inquérito policial, com a consequente produção de prova pericial.

Como uma terceira categoria, as provas periciais podem ter sua demanda originada na instrução de ações penais, quando por algum motivo, não puderam ser produzida preliminarmente. Nesses casos, o Ministério Público, que tem o dever de zelar pela devida apuração de crimes contra bem de interesse difuso, pode indicar a necessidade de provas materiais para instruir a ação penal com a materialidade e autoria do crime. O Poder Judiciário, se assim entender, determina a produção de provas periciais mediante a apresentação de quesitos a serem respondidos pela perícia.

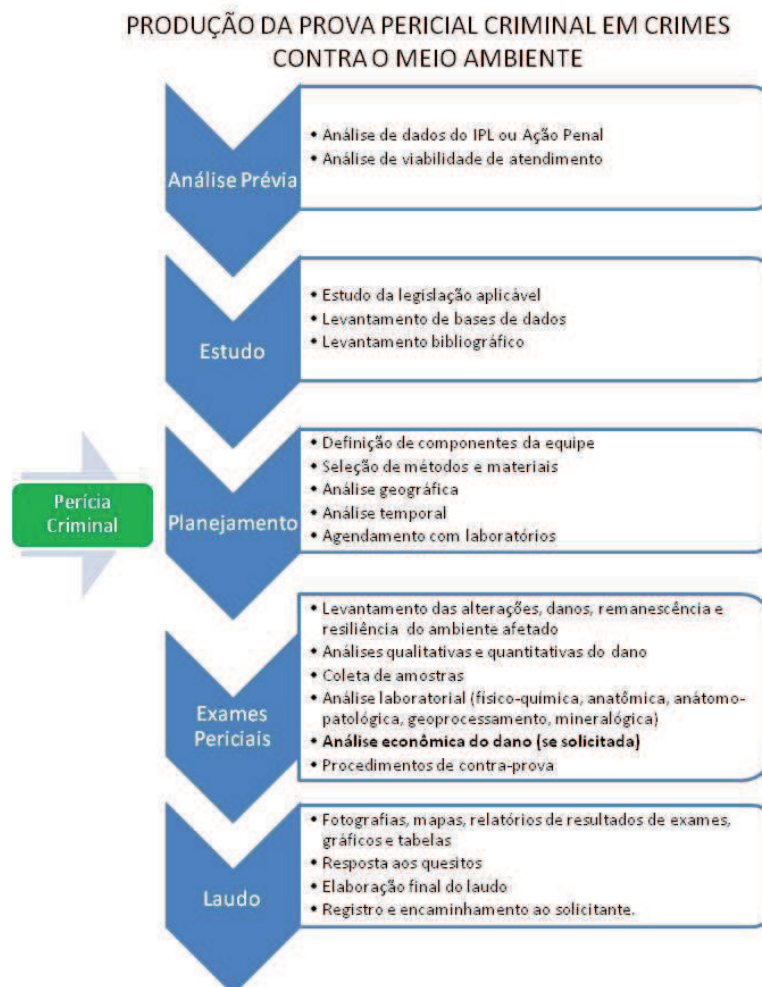
Após a elaboração dos quesitos, que é a última fase do fluxo de solicitação da perícia, os exames periciais seguem um fluxo de produção que tradicionalmente envolve as seguintes etapas, organizadas na Figura 2.2.

Atentando-se à etapa de “Exames Periciais” propriamente ditos, vê-se que a caracterização dos danos possui diversas fases tendentes a formar um conjunto de conclusões técnicas sobre as evidências que devem ser consideradas pela Justiça para a responsabilização penal.

Conforme o art. 10 do Código de Processo Penal - CPP, a partir do momento que autoridade policial tem conhecimento do delito, não havendo prisão em flagrante, o prazo para conclusão do inquérito é de 30 dias, que é contado concomitantemente ao prazo de 10 dias para a produção do laudo pericial, conforme o art. 160 do CPP.



Figura 2.2: Etapas da produção da prova pericial criminal em crimes contra o meio ambiente.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No entanto, tais prazos podem ser indefinidamente prorrogados, mediante solicitação e anuência do Poder Judiciário, o que pode trazer graves reflexos para as conclusões da investigação e da produção de

prova pericial. A alteração natural ou provocada do estado de coisas durante o lapso entre a ocorrência do fato e a realização da perícia, cujo laudo tem a função de perenizar o estado de coisas logo após o fato investigado, é capaz de alterar os resultados das análises componentes da prova pericial. (NOGUEIRA comunicação pessoal, 2011) ressalta que é importante observar que a grande maioria de informações coletadas quando da ocorrência de um dano ambiental são informações utilizáveis em um procedimento de valoração econômica. Essa valoração se baseia, majoritariamente, porém não exclusivamente, em informações físicas e biológicas. Em toda e qualquer situação de dano ambiental, a valoração exige, para que tenha robustez, uma complementação com informações humanas, sociais e econômicas.

A elaboração dos quesitos é uma etapa de fundamental importância na produção da prova pericial, por representar um roteiro a ser seguido pelos peritos que fazem os exames. Deveriam os quesitos instrumentalizar uma linha de investigação para a apuração da possível infração, com base na análise preliminar realizada durante o comparecimento da autoridade policial no local do dano, conforme determina o artigo 6º do CPP. No entanto, a falta de conhecimentos técnicos necessários para estabelecer uma relação de causa e efeito, por parte dos policiais que comparecem ao local para isolamento e preservação, compromete o estabelecimento de uma linha de investigação mais eficiente.

As relações de causa e efeito em determinada intervenção no meio ambiente são obtidas tanto com a visita e posterior perícia no local afetado, como a partir do conhecimento ecológico e sócio-econômico dos fatores intervenientes naquele ambiente. A valoração de danos ambientais apóia-se em tais relações para mensurar economicamente as repercussões das intervenções ocorridas no meio ambiente.

### 2.3. VALORAÇÃO ECONÔMICA

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

benéfico ou prejudicial à sociedade, considerando o meio físico, o meio biótico e o social.

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

Nogueira *et al* (2000) defendem que essa “ausência” de preços para os recursos ambientais (e os serviços por eles prestados) traz um sério problema: uso excessivo dos recursos. Isso pode conduzir a uma criação “espontânea” desses mercados muito tardiamente, quando eles estiverem degradados num nível irreversível, ou à situação de mercados não serem criados nunca, levando à extinção completa do recurso. Considerando-se a possibilidade de inexistência de substitutos, providências precisam ser tomadas antes que essa possibilidade se materialize.

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

Nogueira (2011 – comunicação pessoal) ensina que valoração econômica de bens públicos (bens e serviços ambientais, em particular) é um conjunto de métodos, técnicas e procedimentos que objetivam fornecer estimativas monetárias alternativas ou complementares a valores monetários que são gerados pelo funcionamento de diferentes mercados (de bens, serviços, insumos ou fatores de produção). Como qualquer instrumento (ou conjunto de instrumentos) de auxílio às decisões humanas, os resultados da valoração econômica são significativamente dependentes da maneira como seus procedimentos são aplicados. Na verdade, dependendo dos procedimentos aplicados, certos métodos ou técnicas de valoração devem ser descartados, pois seus resultados serão não confiáveis de uma perspectiva técnico-científica.

Quando se trata de bens privados de empresas, face ao nascimento da ciência da Contabilidade Ambiental, já é possível contar com a contribuição contábil, que é a de deixar registrado quando e como se deram a realização de um determinado impacto ambiental negativo ou mesmo de uma medida mitigadora e o custo desses eventos,

esperando que diversas lições possam ser retiradas dessas referências existentes (CARVALHO, 2011). Apesar de possível, o levantamento do passivo ambiental decorrente de degradação ambiental geralmente é de difícil quantificação, bem como de difícil identificação do momento exato de sua ocorrência para o devido registro, embora estes devam constar nos registros contábeis, mesmo que somente em notas explicativas.

Há que se diferenciar a valoração econômica de recursos ambientais da valoração econômica dos danos ambientais. A par da inovação legislativa de previsão da valoração de danos ambientais, constante nos artigos 19 e 20 da Lei de Crimes Ambientais, a legislação brasileira já dispunha de elementos que reconhecem a necessidade de a valoração econômica dos recursos ambientais. Venâncio e Kurtz (2009) apresentam a evolução da legislação brasileira sobre o meio ambiente, que trata da valoração econômica dos recursos naturais, particularmente dos recursos hídricos, mais como insumo produtivo que como ecossistema aquático.

O problema prático com valoração econômica é obter estimativas plausíveis a partir de situações reais onde não existem “mercados aparentes” ou existem “mercados muito imperfeitos”. Sendo possível obter tais valores, eles estarão captando pelo menos parte do que deve ser chamado de valor intrínseco, considerando o ambiente como uma entidade em si mesma. (NOGUEIRA e MEDEIROS, 1997).

Poucos são os artigos publicados sobre situações reais em que houve a valoração econômica de danos ambientais em perícias criminais, resultando, no campo acadêmico, em discussão ainda incipiente entre peritos criminais e a comunidade científica. Nas circunstâncias em que é produzido o laudo pericial, Tonietto e Silva (2011) defendem que para efeitos de perícia ambiental criminal, é necessário que o método aplicado seja de rápida execução, simples, barato e que obedeça ao princípio da proporcionalidade. Os autores defendem que o objetivo da valoração do dano ambiental atém-se, apenas, ao fornecimento de um valor de referência para a definição de multa e penas. A valoração do dano não propõe ações de recuperação da área degradada. Essa proposição é função do órgão ambiental competente.

No entanto, quanto aos objetivos da valoração citados no artigo, há que se considerar que as multas não são definidas por resultados de métodos de valoração, embora as penas de caráter indenizatório ou compensatório possam sê-lo. Arenhart (2008) lembra que, nos casos da aplicação de multa coercitiva (utilizada em Termos de Ajustamento de

Conduta ou Ações Civis Públicas para coagir alguém a fazer ou deixar de fazer algo), a jurisprudência brasileira tem por indiscutível que o valor da prestação devida não é parâmetro para a fixação da multa, que pode ser dimensionada pelo magistrado segundo as circunstâncias do caso concreto, podendo ser elevada, diminuída, ter sua periodicidade modificada ou ser suprimida, tudo conforme o que a situação particular determinar. No plano internacional, Polinsky e Shavell (2000) estudando teoria econômica da aplicação da lei, também reconhecem que os valores de multas podem ser definidos por diversas razões, entre elas a riqueza limitada dos indivíduos, considerações sobre qual seria o montante justo, e assim por diante.

Almeida (2012) defende que a valoração dos danos ambientais baseia-se no licenciamento ambiental, pois este é o instrumento que define restrições e condições para a proteção do meio ambiente. Entende o autor que, uma vez concedida a licença ambiental para um empreendimento, os danos a serem economicamente avaliados pela perícia seriam aqueles que extrapolam a licença concedida, já que a parte licenciada de empreendimentos já seria considerada suportável e benéfica à sociedade. Sob essa ótica, se o licenciamento subestimar os danos ao conceder a autorização, a valoração dos danos que exorbitam a licença será menor que a devida. No caso de mineração irregular em Minas Gerais estudado por Tonietto e Silva (2011), ao deixarem de cumprir com o acordado (em condicionantes das licenças), as mineradoras incorrem em crime ambiental e os danos causados devem, conseqüentemente, ser valorados pela perícia criminal ambiental. Porém, ressalta Almeida (2012) que a avaliação dos danos limita-se às alterações causadas no meio ambiente que direta ou indiretamente causaram uma degradação ambiental, não considerando a avaliação do meio ambiente em si. Ou seja, não é o meio ambiente que é avaliado, mas o custo das ações necessárias para retornar o ambiente alterado à condição mais próxima à anterior. Almeida (2012) defende ainda que o método adotado deve valer-se do princípio da proporcionalidade, o qual dita que quanto maior for a degradação, maior o valor final do custo total para restauração do dano apurado.

A visão de Almeida (2012) restringe o alcance da valoração econômica somente à parcela não licenciada da atividade ou empreendimento, ou seja, busca alcançar estimativa de valor econômico do crime ambiental, sob o estrito ponto de vista da legislação penal. Essa abordagem dependerá, por sua vez, da representatividade do método baseado no custo de reposição que, a despeito de suas limitações, foi sugerido pelo autor. Considera nessa análise que a

concessão da licença ambiental elimina as externalidades negativas a serem valoradas, em relação àquela parcela autorizada, e que poder-se-ia estimar isoladamente os danos da parcela não licenciada. Ademais, utilizar como parâmetro as conclusões de procedimentos de licenciamento ambiental não parece ser medida segura, tendo em vista as fragilidades da etapa do licenciamento ambiental dedicada à avaliação de impactos ambientais, conforme conclusões do Ministério Público Federal (2004).

Esses exemplos de artigos tratando de valoração econômica em sede de perícias ambientais demonstram a necessidade de aperfeiçoamento na abordagem do tema. Os danos ambientais questionados por ocasião das perícias não têm considerado um dos principais componentes da valoração de danos, que é a redução do bem-estar das pessoas que convivem com o meio degradado.

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

### 3. VALORAÇÃO ECONÔMICA – MÉTODOS E PROCEDIMENTOS PERICIAIS

A Economia vem se dedicando, mais recentemente, a estimar valores de bens e serviços públicos que não podem ser obtidos por meio de análises convencionais de mercados. Além de diversas publicações no campo da economia ambiental a serem discutidas neste trabalho, algumas abordagens foram empreendidas na tentativa de valorar serviços públicos como o de saúde (NEUMANN *et al.*, 2008) e de educação (CALDWELL e KEATING, 2004).

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

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

A legislação ambiental tem por princípio maior a busca do equilíbrio entre desenvolvimento sócio-econômico e a conservação do meio ambiente para as futuras gerações, o que a *United Nations* (1987) designou no Relatório Brundtland como “Desenvolvimento Sustentável”. Este é também o objetivo primeiro da Política Nacional de Meio Ambiente, estabelecida pela Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981), que estabelece entre seus instrumentos (art. 9º) as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental.

Enquanto as penalidades disciplinares apoiam-se no mandamento do § 3º do art. 225 da Constituição da República Federativa do Brasil<sup>2</sup>, as penalidades indenizatórias e compensatórias devem ser precedidas de estudos quantitativos que possam mensurar e valorar a degradação ambiental e a sua correspondente compensação.

A busca de estimativas de valor para os bens e serviços ambientais, na responsabilização cível e criminal de danos ambientais,

---

<sup>2</sup> § 3º - As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados (BRASIL, 1988).

exige a definição de métodos cientificamente lastreados e juridicamente aceitáveis, em termos de custos, prazo e capacidade de persuasão no meio jurídico.

A eficácia de cada método em termos de gerar estimativas confiáveis depende do rigor conceitual, dos cuidados em sua aplicação, da disponibilidade de dados e informações, ou das hipóteses sobre o comportamento dos indivíduos e da sociedade (Romana Coelho de Araujo, comunicação pessoal, 2013).

Nogueira *et al.* (2000) esclarecem que não existe uma classificação universalmente aceita sobre as técnicas de valoração econômica ambiental.

Para a valoração de recursos naturais foram propostos diversos métodos que podem ser classificados conforme os seguintes critérios, tabulados por Nogueira (2011): 1) a utilização ou não das curvas de demanda hicksiana ou marshalliana (BATEMAN e TURNER (1992); 2) a utilização de precificação oriunda de mercados reais, substitutos ou hipotéticos (HUFSCHMIDT, 1983); 3) a utilização de técnicas de abordagens de mercado convencional, de funções de produção doméstica (ou familiar), de métodos de preços hedônicos ou métodos experimentais (PEARCE, 1993).

Este capítulo, ao descrever os métodos e procedimentos de valoração econômica do meio ambiente, baseia-se fundamentalmente em dois trabalhos nacionalmente reconhecidos: o “Manual de Valoração Econômica de Recursos Ambientais”, de Ronaldo Seroa da Motta (1997) e o artigo “Valoração Econômica do Meio Ambiente: Ciência ou Empiricismo?”, de Jorge Madeira Nogueira e colaboradores (2000), cujas citações ao longo do texto podem ter sido omitidas.

Adotando-se a fundamentação teórica utilizada por Motta (1997), deve-se primeiro perceber que o valor econômico dos recursos ambientais é derivado de todos os seus atributos e, segundo, que estes atributos podem estar ou não associados a um uso. Ou seja, o consumo de um recurso ambiental se realiza pelo uso e não-uso. Assim, é comum na literatura desagregar o valor econômico do recurso ambiental (VERA) em valor de uso (VU) e valor de não-uso (VNU). O valor de uso pode ser dividido em Valor de Uso Direto (VUD) - quando o indivíduo se utiliza atualmente de um recurso, por exemplo, na forma de extração, visitação ou outra atividade de produção ou consumo direto; e Valor de Uso Indireto (VUI) - quando o benefício atual do recurso deriva-se das funções ecossistêmicas, como, por exemplo, a proteção do solo e a estabilidade climática decorrente da preservação das florestas.



Asafu-Adjaye (2005) subdivide o uso direto de um recurso natural em consuntivo e não consuntivo. Os usos não consuntivos referem-se a atividades recreacionais, contemplativas ou com finalidade de suporte a outras atividades (navegação, aquicultura, geração de energia elétrica, diluição e transporte de efluentes). As demais formas de utilização que envolvam a redução de disponibilidade dos bens ambientais são considerados consuntivos.

Conforme explicam Nogueira *et al.* (2000), o valor de uso é subdividido em valor de uso propriamente dito, valor de opção e valor de quase-opção. O valor de opção refere-se ao valor da disponibilidade do recurso ambiental para uso futuro. O valor de quase-opção, por outro lado, representa o valor de reter as opções de uso futuro do recurso, dado uma hipótese de crescente conhecimento científico, técnico, econômico ou social sobre as possibilidades futuras do recurso ambiental sob investigação.

O valor de não-uso (ou valor passivo) é definido como o valor de existência (VE) que está dissociado do uso (embora represente consumo ambiental) e deriva-se de uma posição moral, cultural, ética ou altruística em relação aos direitos de existência de espécies não-humanas ou preservação de outras riquezas naturais, mesmo que estas não representem uso atual ou futuro para o indivíduo. Exemplificando, Motta (1997) indica que uma expressão simples deste valor é a grande atração da opinião pública para salvamento de baleias ou sua preservação em regiões remotas do planeta, onde a maioria das pessoas nunca visitarão ou terão qualquer benefício de uso.

Portanto o Valor Econômico do Recurso Ambiental – VERA, conceituado por Motta (1997) ou o Valor Econômico Total – VET, assim denominado por Nogueira *et al.* (2000), pode ser expresso da seguinte forma:

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

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

No entanto, não se pode olvidar a assertiva de Santana (2002) que ressalta que existem diversos métodos que sugerem distintas perspectivas para valoração ambiental, mas nenhum deles é aplicável a todas situações. Cada procedimento se restringe a determinadas condições, tornando-se insatisfatório e inaplicável em outras situações. Santana (2002) sustenta que o emprego de base teórica consistente permite o desenvolvimento e a correta aplicação de métodos de valoração que abordam “valores não transacionados” comumente no mercado e identifica a relevância destes aspectos para cada método.

As classificações adotadas por Motta (1997) e por Bateman e Turner (1992) apresentam semelhanças importantes, pois agrupam os mesmos métodos de valoração sob as mesmas abordagens. Assim, reconhecem-se os métodos que usam curvas de demanda (Método de Valoração Contingente - MVC, Método de Custo de Viagem - MCV, Método de Preços Hedônicos - MPH) e aqueles que se distinguem pelo não uso das curvas de demanda, utilizando-se das funções de produção (Método Dose-Resposta - MDR, Método de Custo de Reposição - MCR, Método de Custos Evitados – MCE, Método do Custo de Oportunidade - MCO).

A seguir são apresentados os principais métodos de valoração econômica de recursos ambientais, conforme a classificação combinada de Motta (1997) e Bateman e Turner (1992).

A aplicabilidade dos métodos apresentados na perícia de crimes ambientais é discutida no item 3.3 deste capítulo.

### 3.1. MÉTODOS BASEADOS NA FUNÇÃO DE DEMANDA

Conforme fundamentação teórica apresentada por Motta (1997), os métodos da função da demanda assumem que a variação da disponibilidade do recurso ambiental altera a disposição a pagar ou aceitar dos agentes econômicos em relação aquele recurso ou seu bem privado complementar. O reconhecimento da existência da demanda por serviços e recursos ambientais permite estimar preços-sombra relacionados a valores de bens ou serviços complementares ao recurso ambiental ou a partir da criação de mercados hipotéticos para o bem ou serviço ambiental sob exame.

Estes mercados hipotéticos são capazes de captar, por meio de curvas de demanda, a disposição a pagar (por benefícios) ou a receber (por decréscimo da qualidade ambiental) das pessoas consultadas, relativas às variações de oferta do bens ou serviços ambientais. Um exemplo trazido por Motta (1997) é a disposição a pagar identificada em

uma pesquisa que questiona, junto a uma amostra da população, valores de pagamento de um imposto para investimentos ambientais na proteção de da biodiversidade. .

Medindo-se estes estimadores de disposição a pagar podem-se construir as respectivas funções de demanda, que fundamentam os métodos de mercado de bens complementares (MPH e MCV) e o MVC, a seguir apresentados.

### **3.1.1. Método de Valoração Contingente (MVC)**

Este método foi concebido a partir da técnica de utilização de entrevistas proposta por Siegfried von Ciriacy-Wantrup em 1952 no artigo *Resource Conservation* (YOUNG, 2005), aplicado inicialmente por Robert. K. Davis em 1963 e internacionalmente utilizado após seu emprego na valoração econômica do desastre do petroleiro Exxon Valdez em 1989. É amplamente utilizado por tentar captar o valor econômico total do bem ou serviço ambiental sob análise, especialmente aplicável em situações nas quais não existem preços de mercado disponíveis.

A partir das respostas de uma população amostral a questionários elaborados sobre eventos que podem ou não acontecer (contingências), o método utiliza preferências declaradas de valor de bens e serviços ambientais para a formulação de um mercado hipotético. Os resultados do MVC baseiam-se na disposição a pagar pela preservação ou melhoria da qualidade ou ambiental ou na disposição a receber por compensação ao permitir a degradação de um bem ou serviço ambiental, sendo por isso considerado por Motta (1997) como um método de preferências expressas.

Santana (2002) destaca que uma das vantagens da aplicação do MVC está na possibilidade de estimativa de valores de opção e de existência. Valores de opção e de existência não são expressos através de mecanismos de mercado. O MVC apresenta, então, uma alternativa de mensuração desses valores, quando o objetivo da valoração é alcançar parcelas para além do valor de uso direto e indireto dos recursos naturais.

No entanto, assim como nos demais métodos de valoração, há que se considerar a validade, a confiabilidade e os vieses associados à aplicação do método, tendo sido enumerados por Motta (1997), por exemplo, dez vieses para o MVC denominados viés estratégico, viés hipotético, problema da parte-todo, viés da informação, viés do entrevistador e do entrevistado, viés do instrumento de pagamento, viés

do ponto inicial ou ancoramento, viés da obediência ou caridade, viés da subaditividade e viés da sequência de agregação, indicando, para cada um, medidas para redução da influência de tais distorções.

### **3.1.2. Método Custos de Viagem (MCV)**

Pela definição de Motta (1997) este método estima uma demanda por recursos e serviços ambientais com base na demanda de atividades recreacionais, associadas complementarmente ao uso do meio ambiente que pode ser, por exemplo, um sítio natural.

O nome do método deriva da utilização dos custos declarados que uma família incorre (preparatórios, deslocamentos, ingressos, despesas locais) em sua viagem até um local natural, utilizado com finalidade recreacional, que podem se aproximar dos benefícios proporcionados por essa visitação e gerar uma estimativa de valor do bem ambiental utilizado.

Com base em informa es sócio-econômicas de valores dispendidos e frequência de visita o de determinada amostra de entrevistados,   possível construir estimadores de valor total do investimento realizado pela popula o para utiliza o dos bens e serviços ambientais existentes no sítio visitado, que serviria assim como aproxima o seu valor econômico.

Botelho (2005) explica que embora não se observe de forma direta que as pessoas comprem qualidade ambiental, elas se deslocam para locais de lazer a fim de desfrutar dessa qualidade, gastando tempo e recursos financeiros. Trata-se, segundo essa análise, de um método de preferência revelada, desenvolvido para valorar locais de recrea o, já que visitar essas áreas exige gastos monetários e tempo, o que torna possível inferir o seu valor.

A aplica o do MCV, sob as variáveis a que está sujeito, exige imenso esforço de pesquisa e transforma es econométricas com significativos problemas de especifica o (MOTTA, 1997). Como o método costuma aliar custo de viagem e custo do tempo dispendido na atividade recreacional, exige a valora o do tempo baseada em s lrios do mercado de trabalho, o que não   trivial.

### **3.1.3. Método de Preços Hedônicos (MPH)**

Segundo Nogueira *et al.* (2000) este é um dos métodos de valoração econômica mais antigos e dos mais utilizados. Quando uma pessoa vai ao mercado imobiliário comprar um imóvel, ela considera também as suas características locacionais e ambientais para fazer a sua escolha. Ao tomar a sua decisão, considerando também a percepção que essas características lhe despertam, ela está, de certa forma, “valorando” essas particularidades do imóvel.

Desta forma os valores componentes do mercado imobiliário real podem ser utilizados para refletir a influência das condições ambientais desejadas ou indesejadas de determinado imóvel, revelando de maneira direta a preferência do consumidor.

Este método, segundo Motta (1997), permite avaliar o preço implícito de um atributo ambiental na formação de um preço observável de um bem composto. No entanto, o método requer significativo esforço de levantamento, acerca dos vários atributos, além dos ambientais, que influenciam o preço da propriedade, (características físicas, oferta de serviços públicos, vizinhança), informações sócio-econômicas dos proprietários, sobre uma amostra representativa das propriedades de uma região.

### 3.2. MÉTODOS BASEADOS NA FUNÇÃO DE PRODUÇÃO

A abordagem da valoração ambiental, sob o ponto de vista da função de produção, tem seu emprego fundamentado no aproveitamento do recurso ambiental como insumo ou substituto da produção de um bem ou serviço com finalidade privada. Comparando-se o valor desse insumo ou de seu substituto com os preços de mercado desses bens ou serviços, pode-se estimar parcelas do valor econômico do recurso ambiental. Partindo-se deste princípio, as alterações na disponibilidade dos bens e serviços ambientais, decorrentes de benefícios ou custos ambientais para a sociedade, relativas a uma intervenção no meio ambiente, podem ser estimadas.

Motta (1997) explica que, com base nos preços destes recursos privados, geralmente admitindo que não se alteram frente a estas variações, estima-se indiretamente os valores econômicos (preços-sombra) dos recursos ambientais cuja variação de disponibilidade está sendo analisada. O benefício (ou custo) da variação da disponibilidade do recurso ambiental é dado pelo produto da quantidade variada do recurso vezes o seu valor econômico estimado. Cita como exemplo, a perda de nutrientes do solo causada por desmatamento, que pode afetar a produtividade agrícola. Ou a redução do nível de sedimentação numa

bacia, por conta de um projeto de revegetação, que pode aumentar a vida útil de uma hidroelétrica e sua produtividade.

Ao utilizar método baseado na função de produção, Rodrigues (2002) ressalta que estes métodos não levam em conta diretamente as preferências dos consumidores, ou seja, não utilizam as curvas de demanda em seu instrumental de valoração. Por essa razão, não conseguem captar valores de não-uso, como o valor de opção e de valor existência, que integram o Valor Econômico Total – VET, que são extraídos da disposição a pagar por bens e serviços ambientais independentemente de seu uso.

### **3.2.1. Método Dose-Resposta (MDR)**

Os princípios que inspiram o MDR, também conhecido como Método da Produtividade Marginal, são interessantemente ligados à atividade de avaliação de danos, típica da perícia de crimes ambientais.

Conforme explica Esperancini (2001), o MDR procura quantificar a relação entre a poluição e algum efeito mensurável, e somente então aplica-se alguma medida de valor econômico para o efeito, tal como custo de recuperação do dano, de produção sacrificada, redução de produtividade, sendo por isso um dos métodos mais utilizados na avaliação de custos de degradação do meio ambiente, podendo também ser empregado na análise de custos ambientais.

Nogueira *et al.* (2000) salientam que o relacionamento intrínseco entre causa e efeito evidencia a forte dependência desse método às informações oriundas das ciências naturais para aplicação de modelos econômicos. Daí a divisão do método em duas partes: a) derivação da dose de poluente e a função de resposta do receptor e b) escolha do modelo econômico e sua aplicação.

Na relação entre dose e resposta, pode-se entender o termo “dose” como variação de um poluente no ambiente, mas também a “dose” pode ser a variação de disponibilidade de um recurso como, por exemplo, a quantidade de água. Wakim (2010), estudando a relação entre a disponibilidade hídrica e a lucratividade na produção de arroz, emprega o MDR para comprovar que a partir do momento em que houver uma redução na quantidade disponível de água, seja pela diminuição das chuvas que abastecem os rios, seja pelo excesso de demanda, poderão ocorrer na agricultura, impactos significantes na produção, na produtividade e, como consequência, no lucro auferido.

Portanto, ainda segundo Wakim (2010), o MDR fundamenta-se na relação entre a variação no nível dos estoques ou nas suas qualidades

e o nível de degradação do bem natural para identificar-se, posteriormente, o resultado dessa degradação em certo volume de produção, que possui esse recurso natural como insumo básico na geração de outros produtos.

Em abordagem ainda mais abrangente, Motta (1997) ensina que estas funções dose-resposta procuram relacionar a variação do nível de estoque ou qualidade (respectivamente, taxas de extração ou poluição) com o nível de danos físicos ambientais e, em seguida, identificar o efeito do dano físico (decrécimo da quantidade de bens e serviços ambientais do recurso ambiental) em certo nível de produção específico.

O estabelecimento da relação entre a causa (dose) e o efeito (resposta) é uma etapa desafiadora no emprego do MDR. A modelagem de comportamento de variáveis incidentes é atividade que exige profundo conhecimento do objeto de estudo, sempre respeitando condições particulares do sítio em que se encontra. Em razão desses requisitos tem sido mais empregado em casos envolvendo atividade agrícola, como efeitos sobre pastagens e agricultura, que são amplamente estudadas e moduladas.

Como ressalta Motta (1997), funções de danos podem apresentar mais dificuldades que as funções tecnológicas de produção, na medida em que as relações causais em ecologia são ainda pouco conhecidas e de estimativa bastante complexa. As relações ecológicas requerem estudos de campo mais sofisticados e a consideração de um número maior de variáveis. Questões como resiliência e capacidade assimilativa não permitem a determinação de formas funcionais simples para as relações dose-resposta e suas respectivas funções de produção.

### **3.2.2. Método Custo de Reposição (MCR)**

Com origem constitucional, o princípio do poluidor-pagador recorre à justa noção de que quem degrada ou polui, deve pagar pelo ato cometido a fim de restaurar o meio ambiente a seu estado original, na medida da sua responsabilidade. O MCR é capaz de descrever, em termos econômicos, a relação direta entre a degradação e a reparação. Nogueira *et al.* (2000) sustentam que talvez este método apresente uma das ideias intuitivas mais básicas quando se pensa em prejuízo: reparação por um dano provocado.

A reparação se dá por meio da utilização de bens ou serviços substitutos, já que as características intrínsecas de espécies e indivíduos como fontes de variabilidade genética e biodiversidade, não podem ser integralmente repostos.

Rodrigues (2002) esclarece que o MCR está baseado na reparação de algum dano ao recurso ambiental e o custo de reposição pode ser entendido como uma medida do seu benefício.

No entanto, embora o benefício seja um estimador do valor do recurso ambiental, a simples reposição apenas retorna, a longo prazo, parte do patrimônio ambiental subtraído pela degradação. Em muitos casos, bens retirados (minérios, gemas, madeiras e outros produtos florestais) e serviços ambientais interrompidos entre a degradação e a parcial reposição, não são computados pelo MCR, que não capta, por si só, o valor de uso direto dos bens explorados durante o processo que culminou com a degradação do meio ambiente.

Martins (2002), ao estudar os custos de reposição de pastagem degradada no Distrito Federal, assinala importantes reflexões sobre o MCR, que deve considerar que: (i) a magnitude do dano deve ser mensurável; (ii) se os custos de reposição do bem ambiental forem calculados e não forem maiores que o valor do bem produzido, é economicamente eficiente fazer a reposição e; (iii) não há benefícios secundários associados com os gastos.

Ressalta Martins (2002) que esse método não busca resgatar o valor de todos os recursos ambientais afetados com a construção do projeto, já que é praticamente impossível em decorrência das complexas relações de animais, plantas, solo, clima e todas as características ecológicas da região. Assim, o MCR tem como objetivo, restabelecer o valor de uso, pois a existência das espécies está associada com a própria preservação do meio ambiente.

Motta (1997), ao discorrer sobre bens substitutos, destaca que o valor dos bens e serviços ambientais somente captura algumas parcelas do valor do meio ambiente, então o substituto também refletirá estas parcelas. Ou seja, é muito difícil identificar um substituto perfeito de recursos ambientais, mesmo por investimentos em reposição. Consequentemente, o uso de mercados de bens substitutos pode induzir a subestimações do valor econômico do recurso ambiental.

### **3.2.3. Método de Custos Evitados (MCE)**

Os produtos ou serviços substitutos, que têm de ser providenciados no lugar de um serviço ambiental afetado pela degradação, têm um valor mais facilmente apreensível pela sociedade. A percepção e cálculo de determinados custos de substituição, que podem ser evitados pela preservação dos recursos naturais, é capaz de estimar o valor dos bens e serviços ambientais prestados pela natureza.



Nogueira *et al* (2000) exemplificam o caso de um indivíduo comprar água mineral engarrafada e/ou ferver a água encanada para se proteger de uma contaminação da água servida à população no local onde reside. São esses “gastos defensivos” ou “preventivos” dos indivíduos que são considerados no MCE. No exemplo citado, os gastos são adicionados conjuntamente de maneira a englobar todos os possíveis gastos efetuados pelo indivíduo para proteger a sua saúde. Assim, ao tomar a decisão individual de comprar esses bens substitutos, grosso modo, ele está “valorando” essa perda na qualidade do recurso água potável em termos do valor de comprar a água engarrafada mais o custo de ferver a água encanada e mais as despesas médicas e o aborrecimento inerente por contrair uma doença.

Motta (1997) também traz exemplos como os gastos com medicamentos para remediar efeitos na saúde causados pela poluição; ou gastos de reconstrução de áreas urbanas devido a cheias de rios causadas por excesso de sedimentação em virtude da erosão do solo.

Considerando que o MCE sempre identificará um bem ou serviço substituto, cujos custos se quer evitar, Motta (1997) assinala que a hipótese de substitutibilidade assume a existência de substitutos perfeitos que encerram a mesma função do recurso ambiental. Essa possibilidade, entretanto, é difícil de ocorrer no mundo real e bens e serviços privados serão substitutos apenas de algumas características dos bens e serviços ambientais. No caso das praias poluídas, no exemplo de Motta (1997), os valores estimados por estes métodos poderiam ser investimentos em piscinas públicas, ou gastos defensivos para evitar doenças de veiculação hídrica, ou mesmo investimentos em atividades de controle da poluição.

Há que se considerar que a aplicação do MCE exige a escolha de qual alternativa será utilizada para substituir o bem ou serviço ambiental degradado ou suprimido. Essa decisão refletirá nos custos e, portanto, no resultado da valoração. No exemplo considerado, a decisão de comprar água engarrafada ou ferver água para dessedentação pode ter custos bastante distintos, caso o sujeito resida em zona urbana ou rural, por exemplo.

### 3.2.4. Método do Custo de Oportunidade (MCO)

Motta (1997) explica que este método mensura as rendas sacrificadas em decorrência das restrições de uso de determinado sítio, ao se abdicar da produção e consumo de bens e serviços privados para conservar ou preservar os recursos ambientais, mantendo os serviços ambientais no seu nível atual. O MCO permite assim uma comparação destes custos de oportunidade com os benefícios ambientais numa análise de custo-benefício de manutenção dos serviços ambientais sem, no entanto, estimar o valor do recurso ambiental em si. Andrade e Oliveira (2008) defendem os benefícios da aplicação do MCO, em função da racionalidade econômica em decisões de interesse ambiental.

A maior limitação do método do custo de oportunidade é que este tende a subestimar os diversos serviços ecossistêmicos que possam estar associados ao patrimônio natural, assim como os reais benefícios das amenidades ambientais à população. Isto porque a beleza cênica e a preservação das espécies animais e vegetais não seriam contempladas nas estimativas que consideraram apenas valores associados à exploração econômica das áreas (MAIA e ROMEIRO, 2008).

### 3.3. CONSIDERAÇÕES À APLICABILIDADE DOS MÉTODOS DE VALORAÇÃO EM PERÍCIA CRIMINAL

A valoração ambiental no escopo da perícia de crimes ambientais deverá se utilizar do método que garanta uma estimativa plausível, cientificamente fundamentada e exequível para a rotina e demanda crescentes de apuração de crimes ambientais nos órgãos periciais brasileiros. A seleção do método deve ser precedida do estudo aprofundado de suas potencialidades e limites, coletando-se os dados técnico-periciais que possam subsidiar os cálculos dos componentes do valor econômico total do objeto da perícia. Nessa linha se posiciona Motta (1997), que defende que o método mais adequado será função do tipo, magnitude e localização do dano em questão, ou seja, a adoção do método dependerá do objetivo da valoração.

A principal vantagem dos métodos baseados nas funções de demanda é utilizarem a disposição a pagar (ou a ser compensado), obtida em entrevistas, ou a utilização de mercados hipotéticos, capazes de captar os valores de uso e de não-uso na composição do valor econômico total do recurso ambiental.

Por sua vez, os métodos lastreados na função de produção são bastante úteis e objetivos à perícia criminal para medir as alterações na

disponibilidade dos recursos ambientais, decorrentes dos danos associados a uma intervenção não autorizada no meio ambiente. A valoração é estimada a partir da precificação dos insumos que podem substituir o bem ou serviço afetado pela degradação. No entanto, tais métodos não são capazes de estimar os valores de não-uso, subestimando de forma grave o valor do recurso natural.

Nas aplicações de valoração em casos de apuração de danos em crimes ambientais, a perícia criminal ainda não se utiliza das técnicas de construção de mercados hipotéticos, pesquisas baseadas em questionários ou preços hedônicos como os apresentados nos métodos em função da demanda. A obtenção de informações por meio de tais técnicas seria uma quebra de paradigma no trabalho de perícia criminal, que tem por princípio examinar vestígios de fatos e não resultados de pesquisas. A complexidade metodológica e os vieses esperados para aplicação de entrevistas ou avaliações em um ambiente marcado por apurações policiais ou da justiça criminal não recomendam a aplicação generalizada desses métodos pela perícia criminal.

Ao não registrar a disposição a pagar ou a aceitar, captadas pelos Métodos de Valoração Contingente, Custo de Viagem e Preços Hedônicos discutidos a seguir, deixa-se de captar os maiores componentes do valor do dano, que são os relacionados à redução do bem estar humano como renda, emprego, patrimônio, entre outros (NOGUEIRA, 2011 – comunicação pessoal). Isso deve estar sempre presente na valoração econômica de qualquer dano, configurando-se assim um desafio à atividade de perícia criminal.

De outra sorte, atentando-se à diferença entre a valoração do recurso ambiental, empregada em múltiplas finalidades, e a valoração de danos ao meio ambiente, particularmente utilizada na perícia de crimes ambientais, percebe-se que os métodos baseados em função da produção são bastante úteis para medir as alterações na disponibilidade dos recursos ambientais, decorrentes dos danos associados a uma intervenção não autorizada no meio ambiente.

A valoração, em sede da persecução penal, visa à reposição do meio ambiente degradado, fazendo valer o princípio do poluidor-pagador. Os métodos baseados na função de produção são capazes de estimar de forma mais objetiva e persuasiva, no âmbito jurídico-criminal, o valor de componentes direta ou indiretamente afetados por determinada intervenção ambiental.

Não considerar diretamente as preferências dos consumidores é um diferencial importante na aplicação de métodos de valoração voltados à persecução penal e, em particular, empregados pela perícia

criminal. As abordagens não veladas de órgãos policiais junto a cidadãos, vistos como usuários ou consumidores de recursos ambientais, certamente têm o condão de influenciar a isenção e sinceridade das respostas face ao senso comum de que questões policiais ou demandas judiciais podem acarretar responsabilidades futuras para esclarecimentos formais.

O caráter mais tecnicista e cartesiano que caracteriza o trabalho de perícia criminal atualmente é outro fator que favorece a utilização de métodos baseados na função de produção, tais como o Método Custo de Reposição, Método Dose-Resposta, Método de Custos Evitados e Método do Custo de Oportunidade apresentados a seguir. No entanto, enfatiza-se a limitação de tais métodos por não serem capazes de estimar os valores de não-uso, que geralmente são superiores aos próprios valores de uso.

### **3.3.1. Aplicabilidade do Método de Valoração Contingente (MVC)**

Em diversas aplicações da valoração ambiental, inclusive na perícia de crimes ambientais, o VET é a estimativa de valor desejada, pois o interesse é valorar todos os bens e serviços ambientais de uma área sob análise e não apenas parte deles. Por essa razão, o MVC é o método mais empregado e difundido na literatura internacional.

Apesar da capacidade de captar inclusive a estimativa de valor de opção e de existência, a perícia de crimes ambientais no Brasil ainda não lançou mão deste método, mais por falta de seu conhecimento, do que pelos requisitos metodológicos e pela provável dificuldade de sua aceitação no meio jurídico.

Em determinados tipos de crime ambiental, a exemplo da poluição, muitos efeitos são temporários o que requer medidas imediatas para a sua mensuração, do ponto de vista físico-ecológico e do nível de bem estar dos atingidos. O lapso temporal entre a ocorrência do crime e o acionamento da perícia, bem como a necessidade de estruturação das entrevistas empregadas individualmente para cada ocorrência investigada são as principais restrições para o emprego deste método na rotina de perícias criminais ambientais.

### **3.3.2. Aplicabilidade do Método do Custo de Viagem (MCV)**

Este método é empregado para estimar o valor econômico de sítios naturais utilizados para recreação ou visitação. Embora a princípio

as áreas de interesse recreacional não sejam alvos típicos de crimes ambientais, esses sítios podem estar contidos em unidades de conservação, particularmente parques nacionais ou monumentos naturais, com áreas de interesse de preservação associadas ao uso recreacional. O fato de alguns desses sítios já contarem com iniciativas de valoração ambiental, esses estimadores podem ser úteis para valorar danos em áreas cujos recursos já possuam estimativas de valor.

No entanto, como já ressaltado, o intenso esforço de pesquisa para a sua execução e as exigências do método em valorar o custo de viagem e o custo do tempo dispendido na recreação, não recomendam seu uso em atividades que visam estimar o valor de danos ambientais, embora a perícia possa se valer indiretamente de seu resultado, quando já disponível. Por estas razões, o MCV tem aplicação prática pouco compatível com o contexto da perícia criminal, pelas peculiaridades e restrições operacionais a que está sujeita essa atividade estatal.

### **3.3.3. Aplicabilidade do Método de Preço Hedônicos (MPH)**

Quanto ao uso do MPH na perícia de crimes ambientais, importa notar que os crimes ambientais ocorrem majoritariamente em ambientes rurais, onde o clássico conflito entre produção e preservação tem de ser resolvido pela aplicação da lei. Portanto, na maioria dos casos, imóveis rurais utilizados como meio de produção e, portanto, já submetidos a desmatamento e a técnicas de preparo e conservação de solos para a atividade agropecuária, em certas regiões podem ter valor de mercado maior que imóveis com maior índice de preservação ambiental.

Outro fator que pode comprometer o uso do MPH na perícia de crimes ambientais é o fato de que em muitos casos os danos incidem direta ou indiretamente sobre imóveis públicos, muitas vezes circundados a grande distância por outros imóveis públicos (áreas sujeitas a regime especial de uso) cujo valor comporta-se irregularmente no mercado de imóveis.

Por isso, o método tem aplicação apenas nos casos em que os atributos ambientais possam ser capitalizados nos preços de residências ou imóveis. Portanto, os atributos ambientais em áreas com destinação agrícola ou de exploração de recursos naturais podem ter comportamento que não recomende o uso de MPH, especialmente em se tratando de imóveis públicos.

### **3.3.4. Aplicabilidade do Método Dose-Resposta (MDR)**

Considerada a necessidade da atividade de perícia criminal de estabelecer relações objetivas entre impacto ambiental negativo e efeitos sobre o patrimônio ambiental, a aplicação do MDR na mensuração de degradações ambientais, e por conseguinte, em perícia ambiental é plenamente factível, embora sujeita a limitações e dificuldades teóricas e operacionais.

Um exemplo da aplicação pericial é a mensuração da alteração da turbidez de manancial de abastecimento público causada por externalidades da atividade extração mineral, como a erosão. Este efeito pode causar o aumento da turbidez do manancial a níveis tais que inviabilize o fornecimento de água em determinados períodos de maior pluviosidade. A turbidez é parâmetro constantemente monitorado pelas companhias de saneamento e a majoração dos custos de tratamento de água ou de manobra operacional para fornecimento de água por outra fonte também são obteníveis pelas empresas distribuidoras. Medindo-se a dose (turbidez) e a resposta (custos adicionais de fornecimento de água de qualidade), pode-se estimar parcelas do valor econômico do dano ambiental.

Note-se que a estimativa de dano, nesses casos, é parcial, pois reflete apenas um indicador de qualidade de serviços ambientais, qual seja turbidez da água para abastecimento. Nada pode estimar sobre os danos sobre os ecossistemas aquáticos, ou mesmo sobre os danos sobre a área efetivamente degradada pela mineração. Estes outros parâmetros podem ter sua estimativa de valor econômico alcançada por métodos ou técnicas complementares.

### **3.3.5. Aplicabilidade do Método do Custo de Reposição (MCR)**

Uma das aplicações do MCR na atividade de perícia criminal é a estimativa de valor para a recuperação de áreas degradadas, determinada pela legislação ambiental. Segundo a aplicação mais elementar do princípio do poluidor-pagador, na maioria dos casos a demanda por perícias em crimes ambientais visa tão somente estimar os eventuais custos para a reposição, por substituição, dos bens e serviços ambientais.

Nesses casos o que se busca é a valoração do dano em determinado compartimento ambiental, para restabelecimento do seu valor de uso. Essa abordagem é muito menos abrangente do que a valoração dos bens e serviços ambientais, cujo papel na manutenção do

equilíbrio ecológico e manutenção da qualidade de vida ficam subestimados.

A definição de bens e serviços substitutos, tendo como meta, conforme a premissa do método, o substituto perfeito, não é atribuição da perícia, a quem se faculta adotar um parâmetro de substituição lastreado em normativos aplicáveis.

Por exemplo, a reposição de floresta de preservação permanente, definida no Código Florestal, ou de unidade de conservação de proteção integral, definida na Lei nº 9.985/2000, em regra, há de ser a restauração do *status quo ante*, tendo em vista o máximo grau de proteção garantido pela Lei. No entanto, a reposição de área de pastagem exótica, objeto de exploração mineral não licenciada, localizada em área com menor nível de proteção legal, poderá ter diversas soluções técnicas, diferentes do estado anterior à degradação.

Um bom exemplo desse caso é a reabilitação ou o aproveitamento da cava da Pedreira Paulo Leminsk, na cidade de Curitiba, Paraná, que foi reafeiçoada para abrigar um importante centro de eventos culturais no atual Parque das Pedreiras. Cavas de exploração mineral podem ainda ser utilizadas para a formação de lagos artificiais ou serem destinadas a aterros sanitários, conforme o plano de ordenamento territorial, após o julgamento de conveniência e oportunidade, e mediante o devido licenciamento ambiental.

Os custos de reposição, nesses casos, podem diferir muito conforme a solução técnica adotada, tendo em vista a falta de um parâmetro de substituição lastreado em normativos aplicáveis.

Contudo, a flexibilidade do método para diferentes tipos de ambientes naturais ou alterados, bem como para diferentes tamanhos e intensidades da degradação ambiental tornam o MCR um dos métodos mais aplicáveis para a perícia criminal ambiental.

### **3.3.6. Aplicabilidade do Método de Custos Evitados (MCE)**

Em situações de investigações policiais ou demandas judiciais, onde a perícia é chamada à manifestação técnica, o resultado da valoração é utilizado para definição de condenações e, conseqüentemente, de desembolso pela parte condenada. A multiplicidade de soluções técnicas ou alternativas de substituição resulta em diferentes valores de custos evitados e, em muitos casos, dificulta a tomada de decisão pela equipe pericial, que em seu mister não deve fazer suposições ou escolhas de bens substitutos que resultarão em despesas não anuídas pela parte ré ou investigada.

No entanto, em casos em que não haja ampla liberdade de escolha de substituição, poder-se-ia adotar a fundamentação do MCE em aplicações de perícia criminal.

A adoção de parâmetros substitutos para a utilização do MCE na valoração de recursos naturais pode se apoiar nos investimentos realizados a fim de se substituir serviços ambientais lesados por intervenções humanas. Um exemplo recente são os investimentos em contenção de encostas no município de Teresópolis, no estado do Rio de Janeiro, atingido por intensas chuvas no verão de 2011. Conforme apuração do Tribunal de Contas da União (2013), somente esse município recebeu R\$ 44.649.987,89 para obras de contenção de taludes. Este é um típico serviço ambiental de regulação, prestado pelo ecossistema florestal presente nas encostas íngremes da região. Os investimentos públicos são gastos defensivos para a provisão de um serviço ambiental, que podem ser utilizados e trabalhados pela perícia criminal a fim de demonstrar o valor daquele ecossistema, no caso de ações ou omissões consideradas crimes.

### **3.3.7. Aplicabilidade do Método do Custo de Oportunidade (MCO)**

O MCO visa estimar o valor de recursos ambientais a partir da renda sacrificada de atividades econômicas que incidiriam sobre tais recursos.

Para a valoração de danos ambientais, objeto de análise da perícia, a aplicação do MCO deve ser avaliada parcimoniosamente, uma vez que em função da raridade ou endemismo de determinados ativos ambientais, seu valor pode ser subestimado, induzindo ou estimulando a prática delituosa.

Um exemplo frequente trazido à perícia ambiental é a valoração de danos em decorrência de loteamentos irregulares em áreas urbanas ou periurbanas. Neste caso, imagine-se frações de um loteamento inseridos em Área de Preservação Permanente, enquanto outros lotes não possuem essa restrição de uso e foram comercializados no mesmo loteamento. O principal custo de oportunidade das áreas naturais remanescentes em regiões onde ocorre o loteamento é sua própria destinação ao mercado imobiliário. Conduzir um método de valoração cujo resultado indique que o valor do recurso natural é o mesmo valor de uma unidade imobiliária *sub judice* pode resultar na ineficácia do procedimento de persecução penal contra a atividade irregular de loteamento, já que o custo de oportunidade assim o indicará.



Recursos ambientais de regiões de alta importância e sensibilidade ecológicas, como os mangues, também podem ter valores econômicos incomparáveis com aqueles obtidos com custos de oportunidade de outros tipos de uso, em razão de sua estratégica função no ecossistema.

No entanto, em locais onde há tendência a subvalorização dos ativos ambientais em função do crescimento econômico, a aplicação do MCO pela perícia criminal pode trazer resultados que auxiliem o Poder Judiciário na proteção ambiental. Por exemplo, em regiões remotas e inexploradas da Amazônia, onde o valor da terra é atrativo para sua utilização agropecuária, a aplicação do MCO em relação ao aproveitamento madeireiro sustentável pode revelar, por indicadores monetários, que a preservação é mais racional que o uso agropecuário.

#### 3.4. OUTROS PROCEDIMENTOS DE VALORAÇÃO EMPREGADOS EM PERÍCIAS

Os sete principais métodos de valoração econômica do recurso ambiental apresentados neste capítulo possuem variantes na literatura, em termos de nomenclatura e forma de aplicação, mas que guardam entre si a mesma fundamentação teórica, seja nos métodos baseados nas funções de demanda, como naqueles ancorados nas funções de produção.

Apresentam-se neste tópico alguns outros procedimentos que têm sido utilizados em perícias criminais.

Um dos métodos simples, quando se reduz o escopo da valoração para tão somente a precificação de bens subtraídos ou destruídos, é o uso de preços de mercado (doravante denominado UPM). Em geral, este procedimento capta a parcela de uso consuntivo do componente Valor de Uso Direto – VUD, que compõe o Valor Econômico do Recurso Ambiental – VERA. Para sua utilização, este procedimento exige a mensuração, caracterização e pesquisa de preços de referência nas específicas condições de mercado apropriadas para o produto (madeira, lenha, minérios, gemas).

O Método do Custo de Restauração (CRest) apresentado por Almeida (2012) é, essencialmente, o mesmo utilizado por Tonietto e Silva (2011). Estes defendem que, em face dos vários métodos existentes de valoração de danos, para efeito de perícia oficial, o método a ser adotado deve ser prático, de rápida execução, de fácil compreensão e baixo custo, considerando o volume de demanda e os reduzidos recursos dos órgãos responsáveis pelos laudos ambientais. Os autores

postulam que, em geral, os métodos diretos de valoração (Avaliação Contingente, Preços Hedônicos e Custo de Viagem) são dispendiosos e demorados e nem sempre se justificam na esfera pericial. Utilizaram assim um método que apresenta uma parcela objetiva, uma parcela subjetiva e uma parcela de lucro cessante (que considera o fator tempo, capitalizando o valor) que, por ser simples, visa à imediata aplicabilidade em perícias ambientais criminais. A parcela objetiva estima os custos de recomposição do ambiente degradado, sem diferir essencialmente do Método do Custo de Reposição (MCR). A parcela subjetiva faz incidir um fator multiplicador conforme o tipo de unidade de conservação onde ocorreu o dano (ALMEIDA, 2012) ou conforme a fitofisionomia de Mata Atlântica onde ocorreu o dano (TONIETTO e SILVA, 2011)

A valoração de impactos, empregada pelo IBAMA (2002) para estimar compensações devidas por empreendimentos lineares e pontuais em Unidades de Conservação, utiliza uma parcela de Valor de Funções Ambientais (VFA), baseado no conhecido artigo de Costanza *et al* (1997) de valoração dos serviços ambientais do ecossistema mundial. A aplicação deste método fundamenta-se num critério de proporcionalidade entre a área objeto de análise da perícia e os valores tabelados por Costanza *et al* (1997) em metros quadrados, para cada função ambiental de cada tipo de ecossistema.

Outras instituições destacaram-se no desenvolvimento e aplicação de métodos de valoração, principalmente nos Estados Unidos. O *National Oceanic and Atmospheric Administration* – NOAA (1995) desenvolveu o método de Análise de Equivalência de Habitat ou *Habitat Equivalency Analysis* (HEA). Este procedimento é utilizado para determinar a compensação devida em decorrência de danos causados. O fundamento do HEA é que a sociedade pode ser compensada por perdas dos recursos de um ecossistema por meio de projetos de recuperação (substituição) do ecossistema que forneçam bens ou serviços equivalentes, ainda que em outro local e com área de dimensões diferentes, conforme a equivalência encontrada.

Os custos considerados no HEA, após caracterização do dano são relativos ao custo de recuperação do recurso danificado à situação anterior ao dano; Compensação pelos serviços ambientais sacrificados entre a data da degradação e a recuperação do recurso à situação anterior à degradação; Custo “razoável” de se estimar a avaliação do dano.

O *United States Department of Interior* – DOI utiliza dois procedimentos para a valoração de danos ambientais relativos ao lançamento de substâncias perigosas, conforme descrito por Romana

(2003). Um denominado Tipo A, para danos cujo impacto estimado seja inferior a 100 mil dólares americanos, no qual diversos parâmetros são levantados tão logo ocorra o acidente, para serem submetidos a tratamento computacional próprio para valoração. Outro, Tipo B, aplicado quando os danos têm implicações maiores, atingindo outros compartimentos ambientais, a fim de levantar detalhadamente as causas e consequências do dano. A partir daí, quantificam-se os danos e os serviços ambientais sacrificados ao longo do período entre o dano e a recuperação. A compensação será baseada nos custos de restauração, reabilitação, reposição e/ou aquisição de recurso equivalente, utilizando métodos clássicos de valoração.



## 4. PERFIL DA VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANOS AMBIENTAIS NA POLÍCIA FEDERAL

### 4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os laudos de perícia criminal ambiental, produzidos pela Polícia Federal brasileira, são instrumentos básicos para o cumprimento de suas atribuições e competências expressas na Constituição da República Federativa do Brasil. De acordo com o artigo 144 da Constituição, a Polícia Federal destina-se a apurar infrações penais contra a ordem política e social ou em detrimento de bens, serviços e interesses da União ou de suas entidades autárquicas e empresas públicas, assim como outras infrações cuja prática tenha repercussão interestadual ou internacional e exija repressão uniforme, segundo se dispuser em lei.

Em vista dos bens da União enumerados no art. 20<sup>3</sup> e do comando do § 3º do art. 225<sup>4</sup> do texto constitucional, as sanções penais contra condutas e atividades consideradas lesivas aos bens e interesses ambientais da União serão apuradas pela Polícia Federal, em inquéritos policiais instruídos por análises e provas técnico-científicas contidas em Laudos Periciais Criminais.

---

3 Art. 20. São bens da União:

I - os que atualmente lhe pertencem e os que lhe vierem a ser atribuídos;

II - as terras devolutas indispensáveis à defesa das fronteiras, das fortificações e construções militares, das vias federais de comunicação e à preservação ambiental, definidas em lei;

III - os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais;

IV - as ilhas fluviais e lacustres nas zonas limítrofes com outros países; as praias marítimas; as ilhas oceânicas e as costeiras, excluídas, destas, as que contenham a sede de Municípios, exceto aquelas áreas afetadas ao serviço público e a unidade ambiental federal, e as referidas no art. 26, II; (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 46, de 2005)

V - os recursos naturais da plataforma continental e da zona econômica exclusiva;

VI - o mar territorial;

VII - os terrenos de marinha e seus acrescidos;

VIII - os potenciais de energia hidráulica;

IX - os recursos minerais, inclusive os do subsolo;

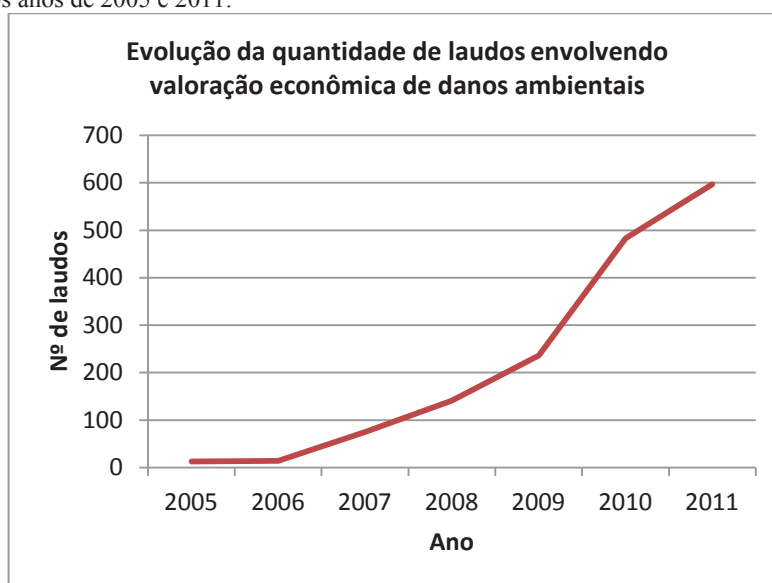
X - as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos e pré-históricos;

XI - as terras tradicionalmente ocupadas pelos índios.

4 Art. 225, § 3º - As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

Segundo dados do Sistema Nacional de Gestão de Atividades da Criminalística – SISCRIM, mantido pela Diretoria Técnico Científica da Polícia Federal, a produção de laudos de perícia criminal ambiental nas 27 Unidades da Federação envolvendo o tema valoração econômica de danos ambientais teve um forte crescimento entre os anos de 2005 e 2011. Esse incremento foi provocado pela maior demanda de apuração de ilícitos contra o meio ambiente, conforme demonstra a Figura 4.1.

Figura 4.1 – Evolução da produção dos laudos de perícia criminal ambiental pela Polícia Federal envolvendo valoração econômica de danos ambientais entre os anos de 2005 e 2011.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do SISCRIM, 2011.

As razões dessa evolução podem ser atribuídas à especialização institucional quanto ao tema de crimes contra o meio ambiente, materializada pela criação, no ano de 2003, das 27 Delegacias Especializadas em Repressão aos Crimes contra o Meio Ambiente e o Patrimônio Histórico – DELEMAPH da Polícia Federal. Como decorrência necessária, foi estabelecida, no ano de 2006, estrutura específica para a criminalística na Área de Perícias de Meio Ambiente, na estrutura do Instituto Nacional de Criminalística da Diretoria Técnico Científica da Polícia Federal.

O I Seminário de Valoração de Danos Ambientais na Polícia Federal, realizado em 2005, foi responsável por difundir os princípios e técnicas de valoração econômica de recursos naturais e de danos ambientais, para um público de Peritos Criminais Federais e Delegados de Polícia Federal, responsáveis pela apuração de crimes ambientais. Após esse evento, os Seminários bianuais de Perícias de Crimes Ambientais (2006, 2008, 2010) também trataram, embora de forma não exclusiva, o tema da valoração ambiental em laudos de perícias criminais.

Esses eventos, a par da crescente preocupação da mensuração de danos nas investigações policiais, foram responsáveis pelo incremento numérico da abordagem da valoração econômica de danos ambientais nos laudos de perícia criminal ambiental na Polícia Federal, em harmonia com o desenvolvimento dos estudos sobre o tema de valoração ambiental no Brasil.

Este fato suscitou a necessidade de estudo quali-quantitativo do conjunto de laudos produzidos, a fim de avaliar sua convergência com os princípios e técnicas de valoração de danos utilizada pela comunidade científica. Isso se materializa no presente estudo.

#### 4.2. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

O SISCRIM – Sistema Nacional de Gestão de Atividades da Criminalística – é um sistema de tecnologia da informação, hospedado na *intranet* da Polícia Federal que registra em meio eletrônico todos os laudos e documentos correlatos produzidos no órgão. Por meio do SISCRIM é possível fazer pesquisas, aplicar filtros e exportar dados do sistema a fim de conhecer o perfil dos laudos produzidos. Os laudos são obrigatoriamente classificados em Áreas e Títulos e, opcionalmente em Subtítulos, para fins de análise estatística e de gestão administrativa.

Na normatização que orienta a classificação no SISCRIM, a Área de Exames de Meio Ambiente é dividida nos títulos destinados a: Laudo de Exame em Animal, Laudo de Exame de Produto de Origem Animal, Laudo de Exame de Meio Ambiente, Laudo de Exame de Minerais, Laudo de Exame em Solo, Laudo de Exame em Petrecho de Crime Ambiental, Laudo de Identificação de Espécie Vegetal, Laudo de Exame de Produto de Origem Vegetal, Laudo de Exames em Joias. Entre os anos de 2005 e 2011, foram registrados no SISCRIM 12.198 laudos sob essa classificação.

Para a realização deste estudo foram aplicados filtros para consulta de laudos na categoria com Título “LAUDO DE EXAME DE MEIO AMBIENTE” produzidos nos anos de 2005 a 2011. Esta categoria se divide nos 19 subtítulos<sup>5</sup>: Análise de Procedimento Administrativo Ambiental, Cavidade Natural Subterrânea, Constatação de Reparação de Dano Ambiental, Corpo d’Água, Dano à Fauna, Dano à Flora, Desmatamento, Dano ao solo, Extração Mineral, Incêndio Florestal, Intervenção em Área Protegida, Poluição, Sítio Paleontológico, Uso do Solo, Valoração de Dano, Criadouros e Mantenedores de Animais, Manejo Florestal, Indústria Madeireira, Silvicultura. Dentre esses subtítulos foram selecionados os laudos que continham a palavra-chave “VALORAÇÃO” em qualquer parte do texto, sendo esse, portanto, o critério de amostragem.

A aplicação do filtro resultou na seleção de 1.559 laudos de Exame de Meio Ambiente, produzidos entre 2005 e 2011, que continham a palavra “VALORAÇÃO”. Estes laudos são doravante designados neste estudo como “laudos envolvendo valoração”. Este se mostrou o critério mais adequado e exequível para a pesquisa, tendo em vista que a utilização do filtro com outros termos análogos (“valor econômico”, “precificação”, “avaliação econômica”) retornava laudos de outras áreas, especialmente relativos aos numerosos crimes contábeis e financeiros, que não acrescentavam quantitativa ou exemplificativamente outros laudos de interesse da presente pesquisa.

Esses dados foram classificados conforme o ano de produção do laudo (2005 – 2011) e deles extraídas as informações do subtítulo do laudo, a unidade da federação em que foi produzido, o *hiperlink* para acesso direto ao laudo no SISCRIM, a identificação do laudo, a realização ou não da valoração, o valor alcançado pelos componentes da valoração, o valor total e, finalmente, um campo de observações.

---

<sup>5</sup> A classificação de título e subtítulo é feita pelos peritos criminais federais autores dos laudos, utilizando-se o critério do fato mais relevante que caracterize o exame pericial realizado. No entanto, cumpre esclarecer que, por exemplo, um laudo com subtítulo “extração mineral” seja de fato uma intervenção em área protegida e envolva danos à flora, danos à fauna, poluição hídrica, e mesmo assim as características da extração mineral (volume, intensidade, organização do empreendimento) sejam o principal objeto do exame. A grande diversidade de causas e efeitos dos danos pode tornar pouco trivial a classificação de título dos laudos.



Tais informações foram submetidas à análise preliminar, apresentada no item 0 deste estudo, que privilegiou a distribuição quantitativa dos laudos envolvendo valoração.

Para a análise qualitativa da abordagem da valoração ambiental nos laudos, foram selecionados como amostra os laudos produzidos e carregados no SISCRIM entre os dias 01/01/2010 e 31/12/2010, cujos resultados são apresentados no item 4.4 deste estudo. Nesse ano de 2010 foram produzidos 483 laudos conforme o critério de amostragem definido para esta pesquisa.

A partir da recuperação (*download*) dos arquivos completos dos laudos, foram extraídos diversos parâmetros para utilização na pesquisa, com base na consulta aos diversos elementos, dados e informações contidos nos laudos. Esses parâmetros foram incluídos em planilha eletrônica, a fim de auxiliar o manuseio dos dados para as análises objeto deste estudo.

Os parâmetros coletados na amostra de laudos de 2010 são apresentados no Quadro 4.1, e serão analisados ao longo deste capítulo.

Quadro 4.1 – Parâmetros coletados no conteúdo dos 483 laudos extraídos do SISCRIM, conforme métodos e procedimentos adotados neste estudo.

✓ Subtítulo	✓ Realização de Exame de Local? (S/N)
✓ Unidade da Federação - UF	✓ Dano principal (descrição)
✓ hiperlink para acesso ao laudo	✓ Valoração realizada? (S/N)
✓ Identificação do laudo	✓ Valor Uso Direto
✓ Área afetada (ha)	✓ Custo Reposição
✓ Volume afetado (m <sup>3</sup> )	✓ Outros valores
✓ Inserção em Unidade de Conservação – UC? (S/N)	✓ Valor Total Dano
✓ Inserção em UC Proteção Integral? (S/N)	✓ Observações
✓ Inserido em Área de Preservação Permanente -	✓ Quesito sobre valoração (transcrição)

#### 4.3. VISÃO GERAL DOS LAUDOS ENVOLVENDO VALORAÇÃO ENTRE OS ANOS 2005 – 2011.

A análise dos dados recolhidos dos laudos produzidos entre 2005 e 2011, contendo a palavra “valoração”, destinou-se a produzir uma visão geral sobre a incidência crescente da valoração econômica nos laudos de crimes contra o meio ambiente produzidos pela Polícia Federal.

A valoração econômica foi utilizada tanto para a estimativa de valor dos recursos ambientais afetados por um ilícito, quanto para a avaliação de custos de recomposição de danos ambientais causados por condutas investigadas.

##### **4.3.1. Subtítulos dos laudos envolvendo valoração entre 2005-2011.**

Adentrando-se na seleção realizada, percebe-se a gradual diversificação dos subtítulos dos laudos envolvendo valoração. Isso demonstra que o tema vem sendo tratado de forma mais difusa nos diversos tipos de investigação sobre crimes ambientais, conforme demonstra a Figura 4.2. Nestes gráficos, agruparam-se subtítulos por similaridade, para melhor visualização.

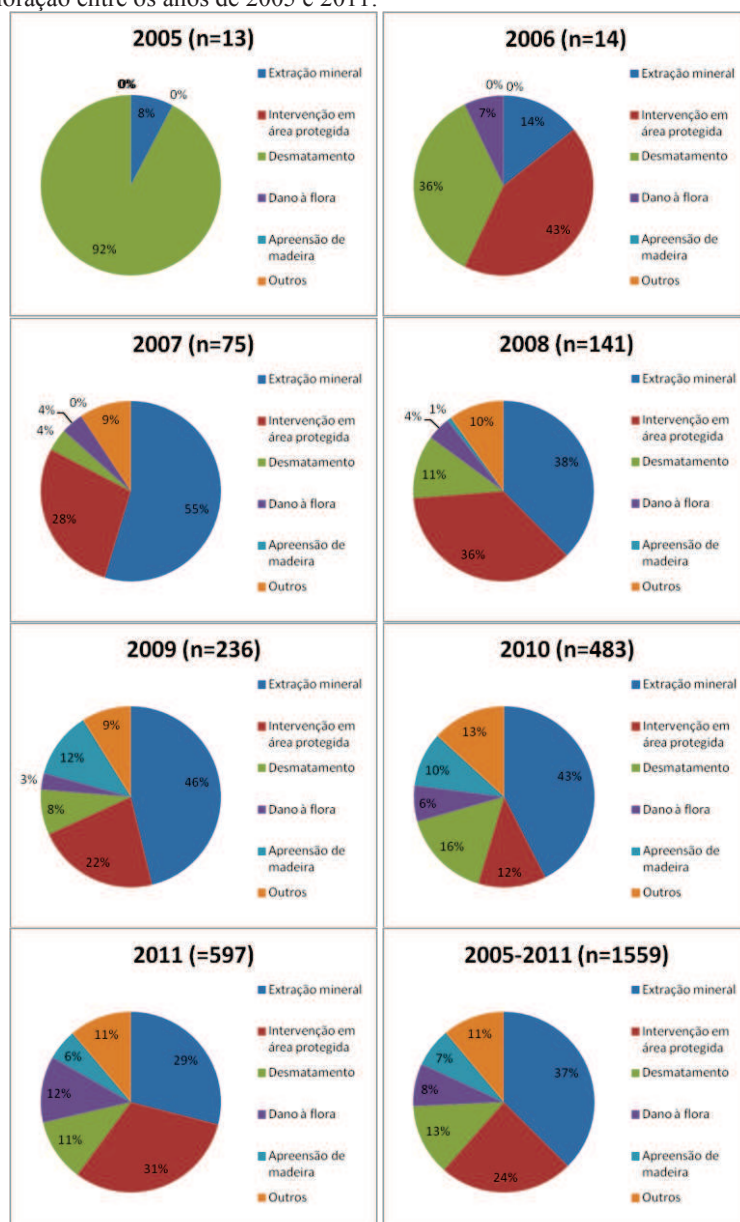
Os subtítulos que se destacam no período 2005-2011 são relativos a laudos de exame em extração mineral, desmatamento e intervenção em área protegida, compondo aproximadamente três quartos do conjunto de dados.

A extração mineral destaca-se na amostra em razão da frequente presença nos laudos de quesito indagando a quantidade e o valor estimados dos recursos minerais extraídos no local. Já a investigação do desmatamento, usualmente conta com quesitos que solicitam o cálculo do valor da recuperação da área degradada ou da madeira extraída.

O subtítulo “Desmatamento” refere-se normalmente a laudos que tratam de supressão total de vegetação nativa com as finalidades de aproveitamento comercial da madeira e de conversão do uso do solo (para agropecuária, parcelamento de solo com fins urbanos, construções), realizada em local com restrição de uso pela legislação ambiental.

O subtítulo “Dano à flora” refere-se a laudos que descrevem alterações na vegetação que não se caracterizam por remoção completa (ou corte raso) da vegetação, mas por danos oriundos de corte seletivo de espécies, fogo, inundação, intoxicação ou outras formas de avaria à flora.

Figura 4.2 – Evolução da distribuição dos subtítulos dos laudos envolvendo valorização entre os anos de 2005 e 2011.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do SISCRIM.

Os subtítulos remanescentes classificados como “Outros” incluem os laudos que tratam de valoração de danos ambientais em situações de fraudes em licenciamentos de atividades, alterações não autorizadas de uso do solo, falsificação de guias florestais, incêndios, poluição e danos a corpos d’água.

Conforme se depreende do conteúdo dos laudos analisados, aqueles com subtítulo “Intervenção em área protegida” referem-se a alterações antrópicas caracterizadas pela ocupação irregular, demarcação de terras em trabalhos de topografia, construções, instalação de equipamentos de infraestrutura sobre áreas protegidas, tais como píeres, calçadas, áreas de lazer. Importa notar que esta denominação, embora prevista em normativo interno da Polícia Federal, merece revisão, já que o termo “intervenção” pode referir-se a qualquer modificação, intromissão, alteração ou ocorrência inesperada sobre área protegida. Dessa forma, qualquer crime ambiental seria uma intervenção e, portanto, todos aqueles que tenham ocorrido em áreas protegidas, *lato sensu*, seriam classificados sob um mesmo subtítulo.

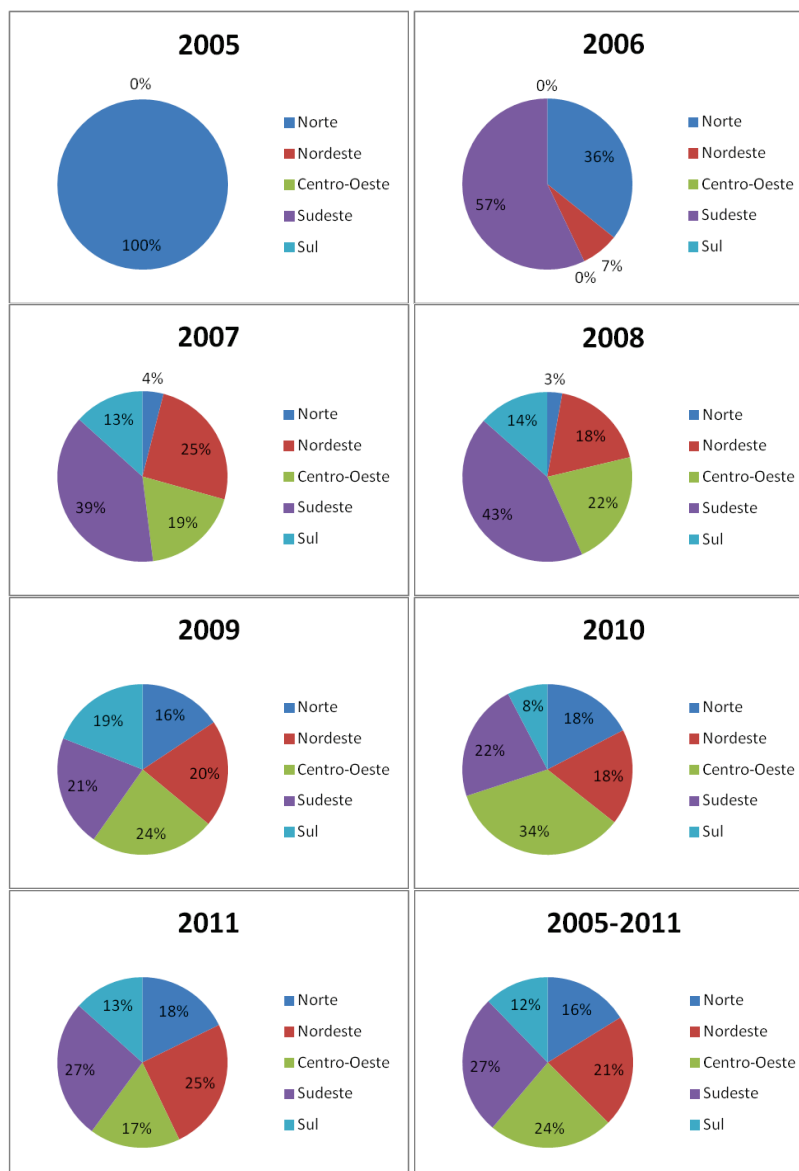
#### **4.3.2. Distribuição geográfica dos laudos envolvendo valoração entre 2005-2011.**

Em relação à distribuição geográfica dos laudos envolvendo valoração percebe-se que a abordagem econômica do dano ambiental vem se distribuindo de maneira igualitária em todas as regiões do país, conforme demonstra a Figura 4.3, com destaque para alguns estados, representado na Figura 4.4.

A distribuição geográfica da produção dos laudos sofre influência do número de investigações de crimes ambientais em cada Estado e da capacidade de atendimento às solicitações de perícias. Esses fatores decorrem da incidência de crimes em cada região, da atuação de órgãos de fiscalização ambiental, da disponibilidade de pessoal e infraestrutura dedicados à apuração de crimes ambientais e do nível de conhecimento e percepção da importância da valoração econômica de danos ambientais.

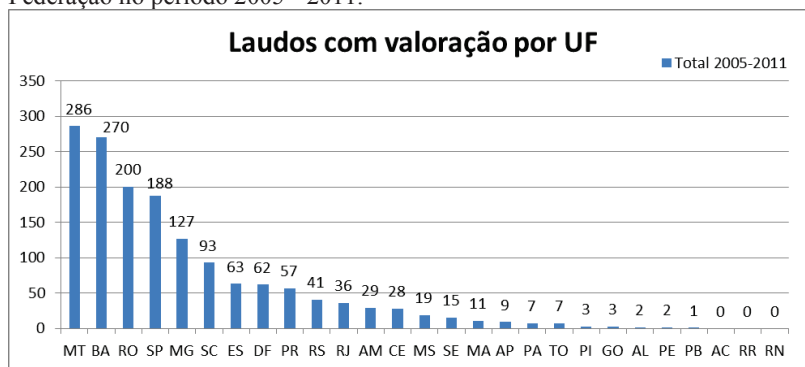
Portanto, a distribuição apresentada nas figuras 4.3 e 4.4, ao representar a incidência da valoração econômica em crimes apurados pela Polícia Federal no Brasil, deve ser interpretada em conjunto com outras variáveis institucionais não analisadas no presente estudo.

Figura 4.3 – Distribuição dos laudos envolvendo valoração nas regiões geográficas brasileiras no período de 2005 a 2011.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do SISCRIM.

Figura 4.4 – Distribuição dos laudos envolvendo valoração por Unidades da Federação no período 2005 - 2011.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do SISCRIM.

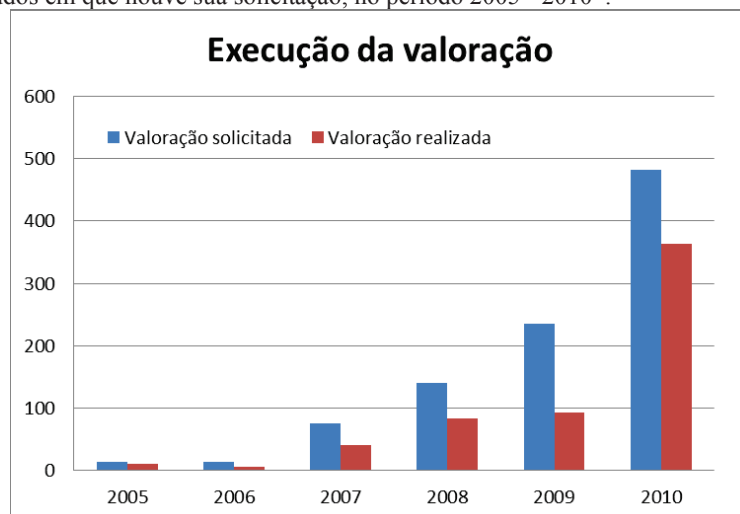
A análise da Figura 4.4 auxilia na compreensão da distribuição apresentada na Figura 4.3. A participação expressiva da região Centro-Oeste na amostra (24%) guarda relação com o grande número de laudos produzidos no estado do Mato Grosso, inserido na região Amazônica e conhecido pelo conflito entre a expansão agropecuária e a conservação de áreas ambientais e indígenas.

A baixa representatividade de alguns estados na amostra resulta mais propriamente de peculiaridades na capacidade de atuação institucional que de diferenças na frequência de crimes ou na necessidade de sua valoração econômica.

#### 4.3.3. Atendimento à solicitação de cálculo da valoração

Os dados componentes do universo amostral 2005-2011 representam os laudos em que foi tratado o tema de valoração econômica, conforme métodos e procedimentos apresentados. A base de dados é composta, portanto, de laudos em que foi demandada a realização de valoração e de laudos que trataram do tema, a despeito da solicitação específica. O atendimento à solicitação de realização da valoração depende do entendimento da equipe pericial sobre a possibilidade de sua realização. No ano de 2010, 75% das solicitações foram atendidas, conforme o perfil de atendimento apresentado na figura 4.5.

Figura 4.5 – Proporção de laudos que realizaram a valoração em relação aos laudos em que houve sua solicitação, no período 2005 - 2010\*.



\*Não foi possível incluir o período de 2011 nesta análise.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do SISCRIM.

Diversas razões fundamentam a não realização da valoração econômica de danos ambientais nos laudos da amostra, mesmo quando solicitada. As equipes responsáveis pela execução da perícia, em contato com o contexto fático, geográfico e operacional identificam no próprio laudo algumas das seguintes causas para a não realização da valoração, coletadas no campo “Observações” dos dados analisados:

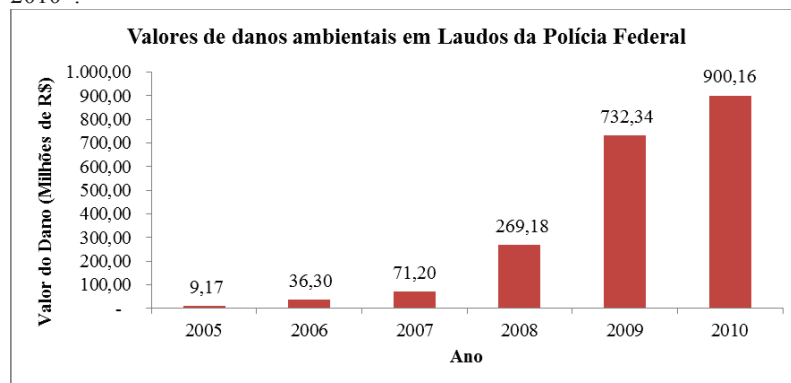
- Impedimentos técnicos ou operacionais (tempo, equipe, meios) na obtenção de parâmetros (volume, área, topografia original) para a valoração.
- Necessidade de elaboração de demorados inventários e estudos ambientais complexos;
- Necessidade de acompanhamento temporal e abordagem de diversos fatores do meio físico-social, incompatíveis com a dinâmica da investigação policial;
- Entendimento, por parte dos peritos autores dos laudos, de que a elaboração de um Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, a cargo e às expensas do responsável pelo dano, seria a medida adequada para estimar o Custo de Reposição.

- Multiplicidade de soluções técnicas para a realização do PRAD que impede a definição pelos peritos de um valor estimado desses custos;
- Indefinição de possíveis usos futuros para a área, cuja destinação não seja a preservação, para a elaboração do respectivo PRAD;
- Insignificância de valores devido ao tamanho da área e método aplicável;
- Falta de consenso acadêmico, métodos e procedimentos bem determinados, deixando ainda margens para interpretações e contestações;
- Métodos e procedimentos complexos, dispendiosos e subjetivos, não clarificados pela Norma ABNT 14653-6.

#### 4.3.4. Valores de danos ambientais em laudos da Polícia Federal.

A partir da compilação dos montantes alcançados pelas valorações de danos realizadas pela perícia da Polícia Federal entre os anos de 2005 e 2010, é possível observar o aumento expressivo dos valores alcançados em cada período, conforme apresentado na figura 4.6. A somatória dos valores, não atualizados, alcança o montante de R\$ 2.018.353.701,06 (dois bilhões e dezoito milhões e trezentos e cinquenta e três mil e setecentos e um reais e seis centavos).

Figura 4.6 – Valores calculados pelas valorações realizadas no período de 2005-2010\*.



\*Não foi possível incluir o período de 2011 nesta análise.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do SISCRIM.



A somatória de valores, isoladamente, não é capaz de explicar o comportamento da produção de laudos envolvendo a valoração econômica.

Embora o aumento da produção de laudos envolvendo valoração (Figura 4.1) seja a principal causa do aumento do valor apresentado na Figura 4.6, o crescimento verificado entre os anos 2005-2011 pode ser fruto tanto do aperfeiçoamento da aplicação dos métodos de valoração, que passam a captar mais parcelas do VERA, quanto do aumento do número de procedimentos de valoração solicitados e atendidos. A Figura 4.5 indica que houve certa retenção no percentual de atendimento às solicitações de valoração entre os anos de 2008 e 2009. No entanto, a Figura 4.6 indica ter havido forte aumento nesse mesmo período, revelando um provável aperfeiçoamento das técnicas de valoração na amostra analisada, caso isso não se deva, por exemplo, ao aumento da extensão das áreas periciadas.

A apuração de valores é importante para facilitar a compreensão da Justiça e da sociedade acerca da importância dos crimes ambientais. Estes valores deveriam ser comparados com resultados de sentenças judiciais e compensações pecuniárias efetivamente recolhidas para que o esforço de valoração do dano está alcançando o seu objetivo.

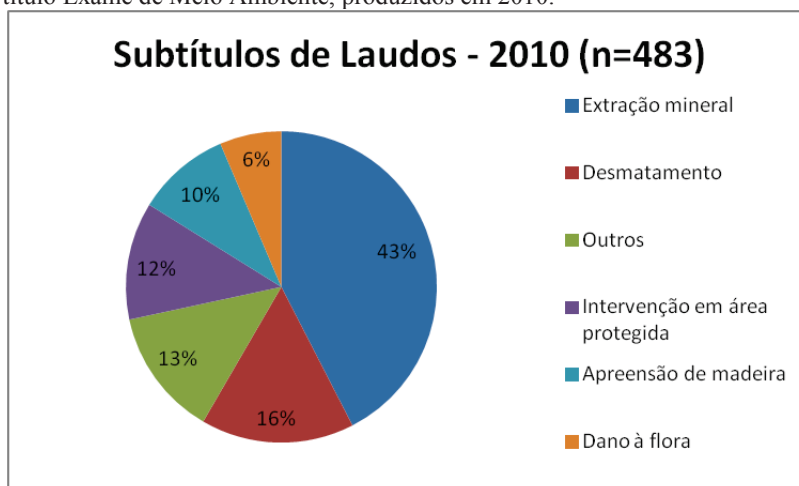
#### 4.4. PERFIL DOS LAUDOS ENVOLVENDO VALORAÇÃO DO ANO DE 2010.

A caracterização quantitativa e qualitativa dos laudos envolvendo valoração é baseada na análise de diversos parâmetros coletados na amostragem realizada, entre os quais: a classificação por subtítulos ou temas sob investigação; o tamanho da área afetada; inserção em área sujeita a regime especial de uso; realização presencial de exame de local; análise dos quesitos orientadores da valoração; métodos e técnicas de valoração empregados nos laudos. Os tópicos adiante apresentados contêm a análise realizada para os laudos produzidos no ano de 2010.

##### 4.4.1. Subtítulos dos laudos envolvendo valoração no ano de 2010.

A distribuição do conjunto de laudos da amostra de 2010 entre os subtítulos integrantes do título Laudo de Exame de Meio Ambiente é apresentada da figura 4.7.

Figura 4.7 – Distribuição dos subtítulos dos laudos envolvendo valoração sob o título Exame de Meio Ambiente, produzidos em 2010.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do SISCRIM.

A análise da distribuição dos subtítulos dos laudos de exame de meio ambiente revela a prevalência quantitativa de exames de “Extração Mineral”, atividade cujo produto é quase sempre comercializado. Por esta razão, é frequente a menção à valoração econômica – o que insere este tipo de laudo na amostra.

Outros subtítulos, à exceção do “Apreensão de Madeira”, podem descrever danos ambientais cujo objetivo imediato pode não ser a comercialização de recursos naturais, sendo mais comum, nesses casos, os processos de conversão de áreas naturais para utilização antrópica (agropecuária, parcelamento de solo com fins urbanos, construções), com ou sem o aproveitamento comercial dos recursos naturais extraídos.

A apreensão de madeira, embora não seja um dano ambiental em si, reflete o dano ambiental de sua subtração da floresta. Constitui um subtítulo particular neste grupo de laudos pela afinidade temática com os laudos de meio ambiente. A necessidade de identificação taxonômica, análise das possíveis origens, cálculo de volume por fórmulas específicas, dentre outros tipos de caracterização, requerem conhecimento especializado aplicado em exames geralmente realizados por profissionais da área de meio ambiente. Em 75% dos laudos sob esse subtítulo houve o cálculo do custo de reposição da área afetada pela subtração da madeira.

Entre os subtítulos dos laudos de 2010 agrupados na Figura 4.7, foi realizada a valoração econômica do dano ambiental, na proporção apresentada na Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Proporção de laudos envolvendo valoração em 2010, por subtítulo, que realizaram a valoração econômica em crimes ambientais.

Subtítulo	Total de Laudos	Laudos com valoração realizada	% com valoração realizada
Apreensão de madeira	47	47	100,00%
Desmatamento	77	72	93,50%
Outros	64	53	82,80%
Extração mineral	205	143	69,80%
Dano à flora	31	18	58,10%
Intervenção em área protegida	59	30	50,80%
Total	483	363	75,8% (média)

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do SISCRIM.

Nos laudos com subtítulo “Apreensão de Madeira”, “Desmatamento” e “Extração mineral” são altos os índices de realização da valoração, pois é importante para a investigação policial, além da questão central dos danos ao meio ambiente, a apuração dos valores envolvidos com o possível ilícito. Nesses casos, como se tratam de produtos com comportamento de mercado geralmente bem definido, o laudo é capaz de apresentar o aspecto merceológico dos bens ambientais, a fim de identificar a vantagem econômica auferida, nos termos do artigo 18 da Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998).

O alto índice de realização da valoração em laudos com subtítulo “Desmatamento” deve-se, também, à maior disponibilidade de informações para cálculo do custo de reposição ou revegetação, quando este é demandado nos quesitos orientadores da perícia. Nesses casos, não é o alvo da análise o valor de uso do recurso ambiental, mas a estimativa dos custos de recomposição do bem lesado.

#### **4.4.2. Tamanho da área afetada nos laudos envolvendo valoração.**

A coleta de informações sobre o tamanho da área afetada visou identificar quais fatores podem estar envolvidos na relação entre o tamanho da área e os valores obtidos pela estimativa da valoração. No entanto, pelo menos duas análises são necessárias para essa avaliação: o estudo da variabilidade do tamanho das áreas afetadas e o estudo do método de valoração empregado.

Como já enfatizado, a valoração econômica foi utilizada nos laudos tanto para a estimativa de valor dos recursos ambientais afetados por um ilícito, quanto para a avaliação de custos de recomposição de danos ambientais causados por condutas investigadas.

Em face disso, quando os valores apresentados nos laudos refiram-se a custo de recomposição de danos, o tamanho da área afetada terá maior relevância, visto que os custos dependem do tamanho da área a ser recuperada. Por outro lado, quando o valor de mercado dos bens ambientais subtraídos ou sacrificados representa o principal componente da valoração, a área afetada pode ter contribuição menos significativa na valoração realizada.

A análise da variabilidade do tamanho das áreas afetadas exige considerar vários aspectos acerca do tipo de dado analisado. Em primeiro lugar, as áreas periciadas, cuja extensão é mensurada nos laudos, são objeto de alterações ambientais, ocasionados por diferentes interesses econômicos (mineração, extração de madeira, conversão de florestas em áreas agrícolas, parcelamento de solo com fins urbanos, dentre outros). Portanto, o interesse econômico e o porte da atividade econômica que ocasionou o dano ambiental periciado influenciam a variável de estudo “área afetada”. As atividades econômicas danosas ao meio ambiente, cuja responsabilidade a Polícia Federal busca apurar, variam ainda conforme a região do País, a disponibilidade de determinado recurso natural no território, o interesse de conversão de áreas naturais em agricultura ou fins antrópicos, e conforme a capacidade estatal para apurar determinado tipo de crime. Tudo considerado, identifica-se uma grande variabilidade do tamanho das áreas afetadas na amostra considerada neste estudo, conforme demonstram os altos desvios-padrão apresentados nas tabelas 4.2 e 4.3.

A discussão sobre o tamanho das áreas objeto de valoração revela-se importante tendo em vista as dimensões das áreas nos estudos clássicos de valoração, que envolvem grandes áreas como a totalidade de unidades de conservação, terras indígenas, bacias hidrográficas ou outras porções do território sob especial proteção. No conjunto de dados

analisados (n=483), 106 laudos (22%) possuem área menor que 1 hectare e 28 laudos (6%) possuem área menor que 0,1 hectare, ou 1.000 metros quadrados, descartando-se, nesses casos, a aplicação de métodos de valoração mais elaborados.

Tabela 4.2 – Tamanho das áreas afetadas nos laudos envolvendo valoração no ano de 2010, por região geográfica brasileira.

REGIÃO GEOGRÁFICA	Número de Laudos*	Soma das áreas (ha)	Média das áreas (ha)	Desvio padrão (ha)
Centro-Oeste	148	55.630,40	375,9	727,6
Sudeste	104	1.017,30	9,8	42,7
Nordeste	82	1.443,50	17,6	72,6
Norte	81	38.463,20	474,8	1.629,7
Sul	32	2268,50	1,81	3,3

\*Em 36 laudos da amostra não foi possível definir o tamanho da área afetada.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do SISCRIM.

Por sua vez, o método empregado no cálculo do valor do dano ambiental poderá influenciar a relação entre o tamanho da área afetada e o valor do dano, caso o procedimento de valoração adotado inclua o tamanho como variável. Como se verá mais adiante nesse estudo, prevalece na amostra analisada a utilização do Uso de Preços de Mercado (UPM) para estimativa da parcela Valor de Uso Direto (VUD) do Valor Econômico Total (VET) dos recursos naturais, combinada com o Método do Custo de Reposição (MCR) dos ativos ambientais impactados. Portanto, o tamanho da área tem maior influência na valoração quando o custo de recomposição da área de extração for mais relevante que o valor de mercado do bem extraído. Este dependerá dos volumes envolvidos e do valor unitário do bem atingido, enquanto o custo de reposição dependerá da extensão e complexidade do processo de recuperação ambiental.

Ademais, áreas muito pequenas ou muito grandes apresentarão comportamento não linear no custo de recuperação, devido ao fator de escala inerente aos custos de insumos, de mão de obra e de eventual

Tabela 4.3 – Tamanho de áreas afetadas nos laudos envolvendo valorização no ano de 2010, por Unidade da Federação e Região Brasileira\*.

Unidade da Federação	Número de laudos	Soma das áreas (ha)	Média das áreas (ha)	Desvio padrão (ha)	Região Geográfica
MT	139	46466,9	380,9	821,3	CO
DF	19	265,9	14	19	CO
MS	6	941,8	188,4	152,6	CO
GO	2	2,4	1,2	1,1	CO
TO	0	0	0	0	CO
MG	46	320,7	7,3	11	SE
ES	33	225	6,8	17,8	SE
SP	21	489,6	24,5	94	SE
RJ	8	14,7	2,1	2,6	SE
BA	75	8751,4	123,3	290,7	NE
MA	6	2572,7	643,2	1267,3	NE
CE	5	756	151,2	229,7	NE
PI	2	1327,2	663,6	160,9	NE
AL	0	0	0	0	NE
PB	0	0	0	0	NE
PE	0	0	0	0	NE
RN	0	0	0	0	NE
SE	0	0	0	0	NE
RO	69	15173,1	226,5	547,1	N
AM	7	10,6	1,8	1,4	N
AP	6	3579,9	596,6	867,7	N
PA	2	15082,8	7541,4	8512,4	N
AC	0	0	0	0	N
RR	0	0	0	0	N
SC	24	44,7	1,9	3,7	S
PR	7	582,9	194,3	329,6	S
RS	6	4,3	0,7	0,6	S

\*(CO = Centro Oeste; SE= Sudeste; NE = Nordeste; N = Norte; S= Sul)

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do SISCRIM.

mecanização. Portanto a utilização linear de custos de recuperação por hectare, por exemplo, pode não ser uma medida válida quando há grande disparidade entre as áreas analisadas. Este é outro fator que influencia a relação entre o tamanho da área e os montantes obtidos na estimativa de valoração.

#### **4.4.3. Inserção do local afetado em área sujeita a regime especial de uso.**

Para além da análise do tamanho da superfície afetada, a localização das áreas pericliadas pode ser relevante para efeitos da valoração econômica de danos. Entre as variáveis observadas na amostra deste estudo, a inserção do local examinado em área sujeita a regime especial de uso representa importante fator para se ponderar os valores de uso indireto, de opção, de quase-opção e de existência.

Aspectos que guardam importância do ponto de vista da criminalística e da persecução penal são a inserção da área em Unidade de Conservação, nos termos da Lei nº 9.985/2000<sup>6</sup> e sua inclusão em Área de Preservação Permanente, nos termos do Código Florestal<sup>7</sup>. Entre as categorias previstas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, as unidades de proteção integral, em que é permitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, foram destacadas na amostra estudada.

As figuras 4.8, 4.9 e 4.10 apresentam a distribuição dos laudos da amostra, em relação à inserção em áreas de preservação permanente, unidades de conservação e unidades de conservação de proteção integral.

As Áreas de Preservação Permanente - APP apresentam o mais alto grau de proteção da legislação ambiental, não sendo tolerada, em regra, qualquer alteração de seu estado original. Seu valor ecológico foi reconhecido pelos serviços ambientais de regulação (como sua função no ciclo hidrológico), de proteção e estabilização de ambientes sensíveis

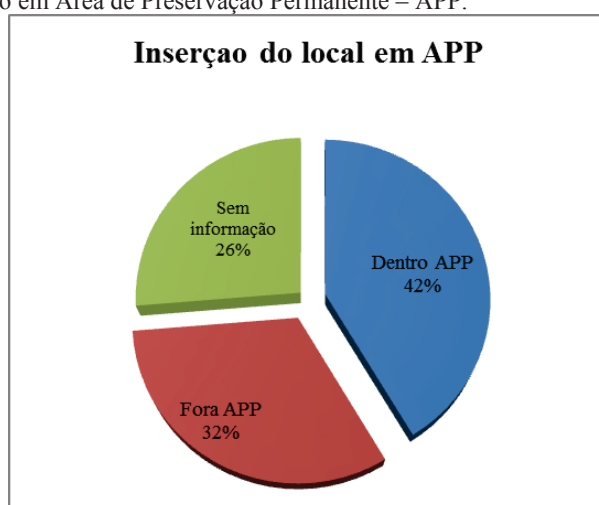
---

<sup>6</sup> Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 - Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC e dá outras providências.

<sup>7</sup> Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 - Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

como os corpos d'água, mangues, dunas e taludes instáveis. Portanto, qualquer recomposição de dano à APP deve visar à sua restauração ao *status quo ante*. A Figura 4.8 apresenta a incidência de exames periciais realizados em APPs na amostra analisada.

Figura 4.8 – Distribuição dos laudos da amostra, em relação à inserção do local examinado em Área de Preservação Permanente – APP.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do SISCRIM.

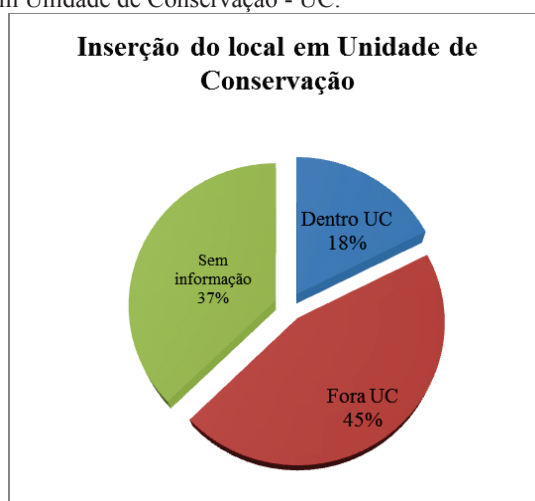
O artigo 40 da Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998) tipifica como crime causar dano direto ou indireto a unidade de conservação, enquanto que os artigos 38, 39 e 44 tipificam como crimes danos à flora e extração mineral no interior das áreas de preservação permanente. Esses artigos são frequentemente convertidos em quesitos, que visam caracterizar a ocorrência ou não de crime. Portanto, quando determinada conduta é realizada fora dessas áreas pode não ser considerada crime e tem atenção reduzida durante os exames periciais, por fugir ao escopo criminal.

A análise do conteúdo dos laudos indica que quando a área impactada encontrava-se no interior de APP (42% da amostra) houve a tendência de se utilizar o Método do Custo de Reposição para estimar o valor da reparação do dano sobre a APP. Quando a área não possuía essa ou outra restrição legal de uso (58% da amostra), verificou-se a



tendência de a perícia deixar de realizar a valoração e de remeter o cálculo dos custos de reposição à solução técnica proposta por Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas, a ser elaborada pelo infrator. Nas Figuras 4.8 e 4.9, a categoria “Sem informação” pode corresponder a diversas situações, tais como laudos em que não houve inspeção no local, exames de madeira apreendida, exames em áreas urbanas ou a exames em que não foi questionada, tampouco respondida a inserção do local em APP ou unidade de conservação.

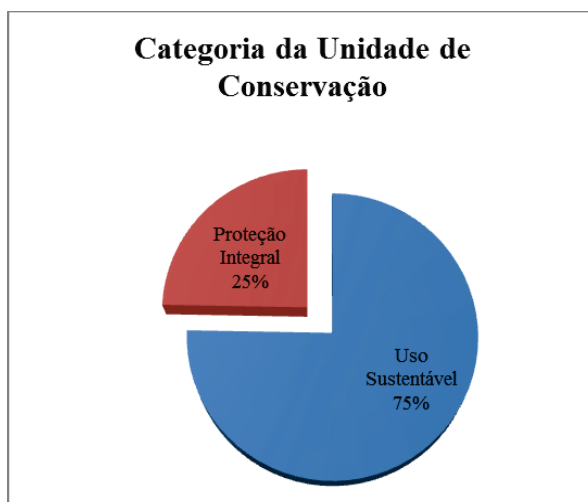
Figura 4.9 – Distribuição dos laudos da amostra, em relação à inserção do local examinado em Unidade de Conservação - UC.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do SISCRIM.

A Figura 4.9 apresenta a incidência de exames periciais realizados no interior de unidades de conservação, representando pelo menos 18% da amostra. A Figura 4.10 desdobra os exames realizados no interior de unidades de conservação entre as duas categorias previstas no SNUC, sendo 25% incluídas na categoria de Proteção Integral. Essa categoria possui restrições de uso equiparáveis às da APP, devendo ter seus atributos integralmente preservados exclusivamente para uso indireto, nelas tolerando-se as pesquisas científicas e, em alguns casos, a visitação (BRASIL, 2000).

Figura 4.10 – Distribuição dos laudos da amostra que se encontram no interior de Unidades de Conservação, em relação à categoria da Unidade, conforme a legislação.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do SISCRIM.

Propositalmente, as graduações da tutela legal das áreas sujeitas a regime especial de uso correspondem a diferenciados níveis de importância e sensibilidade ecológica, a fim de garantir adequados níveis de conservação e qualidade ambiental, atual e futuramente.

Sob o ponto de vista econômico, a valoração ambiental deve refletir, em termos monetários, os diferentes níveis de bem estar que o consumo de bens e serviços ambientais proporcionados por determinado espaço natural. Essa graduação se fará na medida de seus atributos e funções ecossistêmicas e não do seu nível de proteção legal.

A intensa proteção legal, estrategicamente garantida às APPs e às unidades de conservação de proteção integral, visa assegurar a fruição de serviços ambientais (valor de uso indireto), as opções de uso futuro e a existência do recurso natural, que podem ser economicamente valorados por procedimentos adequados.

#### 4.4.4. Realização de exame de local para o cálculo da valoração.

Em muitos casos, os objetivos da investigação e as condições operacionais de realização da perícia não convergem para a identificação de todas as variáveis necessárias para a completa caracterização do dano ambiental e, por conseguinte, da valoração ambiental. Por essas razões, na amostra analisada significativa parcela dos laudos dispensou o comparecimento da equipe pericial no local do dano, conforme ilustra a figura 4.11. Esses laudos sem exames de local são produzidos a partir de análises em materiais apreendidos e levados a laboratório da instituição, ou a partir de exames indiretos como os realizados com base em sensoriamento remoto, ou em documentos de processos administrativos de licenciamento.

A possibilidade de a equipe pericial, em determinados casos, atender aos objetivos da investigação sem necessitar avaliar presencialmente o local onde ocorreu o dano ambiental reduz a possibilidade de se caracterizar de forma mais completa o decréscimo de valor experimentado pelo ambiente natural e pela comunidade eventualmente afetada, devido à degradação analisada de forma indireta. Por não considerar tais aspectos as perícias realizadas, ainda que justificadamente, sem exame de local tendem a subestimar a valoração do dano ambiental.

Figura 4.11 – Distribuição dos laudos da amostra em relação à realização ou não de inspeção local, ou no jargão pericial, exame de local.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do SISCRIM.

Os resultados obtidos da amostra analisada demonstram ainda que, em sua quase totalidade (97%) os laudos que dispensaram o exame de local realizaram a valoração solicitada, por meio da estimativa do custo de reposição com base na área afetada (mensurada por técnicas de sensoriamento remoto) e ou por meio da avaliação do preço de mercado de bens subtraídos (madeira).

Os critérios de amostragem utilizados neste estudo não permitem avaliar se os laudos em que não houve o exame de local foram complementados por outra perícia no curso da investigação, que pudessem complementar as informações de interesse para a valoração econômica.

#### **4.4.5. Análise dos quesitos orientadores da valoração.**

A realização de perícia criminal é um procedimento que só ocorre sob demanda formal da autoridade investigativa ou da autoridade julgadora no âmbito penal. Geralmente é orientada por quesitos encaminhados juntamente com o pedido de perícia e, respondê-los, se torna um dos objetivos do trabalho pericial. Como praxe, os quesitos são transcritos no corpo do laudo pericial, facilitando a compreensão e acompanhamento dos objetivos do laudo.

No presente estudo foram abordados apenas os quesitos que demandaram ou deram causa à realização da valoração econômica do dano ambiental. Foram desconsiderados, portanto, outros quesitos acerca da caracterização do local, da descrição do dano, de eventuais condutas investigadas, de aspectos legais e de possíveis consequências da atividade sob exame, que usualmente compõem o rol de quesitos de um Laudo de Exame de Meio Ambiente.

A análise dos quesitos contidos nos laudos da amostra do ano de 2010 permite sintetizá-los em 10 tipos, adiante apresentados, que bem ilustram seu conteúdo. Por meio desses quesitos foi introduzida a demanda, direta ou indireta, da realização de valoração econômica de danos ambientais.

A abrangência da valoração realizada e, de certa forma, o método empregado, dependeram em grande medida da especificidade e clareza do texto dos quesitos. Essas perguntas apresentavam alternada ou conjuntamente algumas das seguintes características:

- adaptam e convertem o texto da lei de crimes ambientais em quesitos que requerem a fixação do montante do prejuízo para fins de reparação do dano;

- solicitam a valoração do dano ou impacto ambiental, sem delimitações que orientem o alcance desejado do trabalho pericial;
- solicitam avaliar, estimar, quantificar, mensurar o dano ou o prejuízo ambiental, sem necessariamente especificar aspectos econômicos, o que os peritos podem estender à valoração econômica no atendimento à solicitação;
- solicitam estimar economicamente o valor do dano ambiental, de forma mais direta embora pouco precisa;
- solicitam a avaliação financeira dos prejuízos ambientais causados ou o valor necessário para a reparação indireta do dano;
- indagam qual o montante estimado do dano e de sua possível recuperação;
- solicitam informar o montante do lucro alcançado e do prejuízo causado pela atividade investigada;
- solicitam a quantificação e valoração de produtos de extração vegetal ou mineral subtraídos, ou extraídos sem as licenças exigíveis;
- solicitam estimar o dano ambiental, a partir das guias ou autorizações ambientais com teor falsificado, que aumentam volume de madeira ou substituem espécies valiosas (transportadas) por comuns (declaradas);
- facultam a apresentação de outros dados julgados úteis. Este tipo de quesito, de amplo alcance e muito comum em solicitações de perícias, conferem liberdade ao perito para produzir outras informações, inclusive a valoração econômica do dano, o que eventualmente é feita pelos peritos.

A valoração econômica de danos ambientais é realizada na perícia, portanto, a partir de uma demanda pouco detalhada e elaborada anteriormente a um prévio reconhecimento da área investigada pelas autoridades demandantes.

#### **4.4.6. Métodos e procedimentos de valoração empregados nos laudos.**

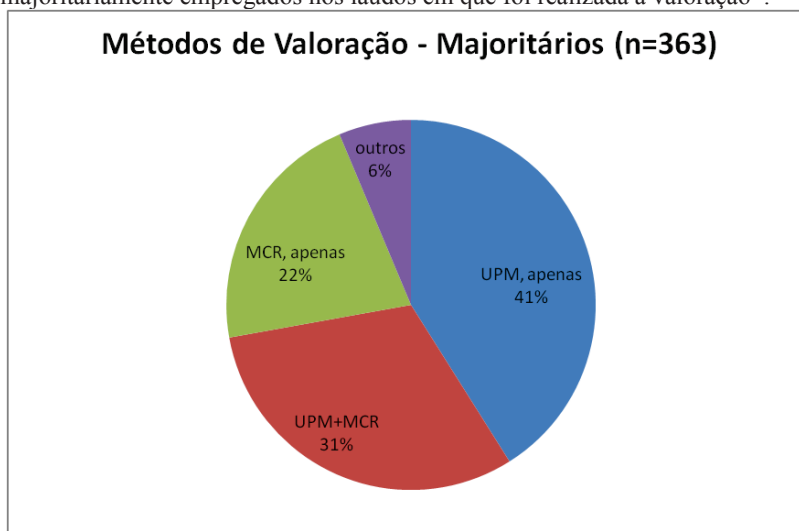
Os métodos empregados nos laudos componentes da amostra utilizada fazem referência ao conceito do VERA (=VUD+VUI+VO+VE), em 33% do total da amostra e em 44% dos laudos que realizaram a valoração.

Há pouca variabilidade entre os métodos aplicados na produção dos laudos de 2010. Apesar da diversidade de nomenclaturas utilizadas nos laudos, os procedimentos de valoração utilizados são: o Uso de Preços de Mercado – UPM (para estimar o componente Valor de Uso

Direto – VUD); o Método do Custo de Reposição - MCR; o Método do Custo de Oportunidade – MCO<sup>8</sup>; o cálculo do Valor das Funções Ambientais - VFA (conforme IBAMA, 2002) e; o cálculo do Custo de Restauração – CRest (conforme ALMEIDA, 2012).

Os procedimentos majoritariamente empregados são o Uso de Preços de Mercado (UPM) e o Método do Custo de Reposição (MCR) que, individual ou conjuntamente, embasaram 94% das valorações realizadas. Os outros 6% utilizaram as técnicas MCO, VFA e CRest, isolada ou conjuntamente com as técnicas majoritárias UPM e MCR, conforme distribuição apresentada nas figuras 4.12 e 4.13.

Figura 4.12 – Distribuição dos métodos de valoração econômica majoritariamente empregados nos laudos em que foi realizada a valoração\*.

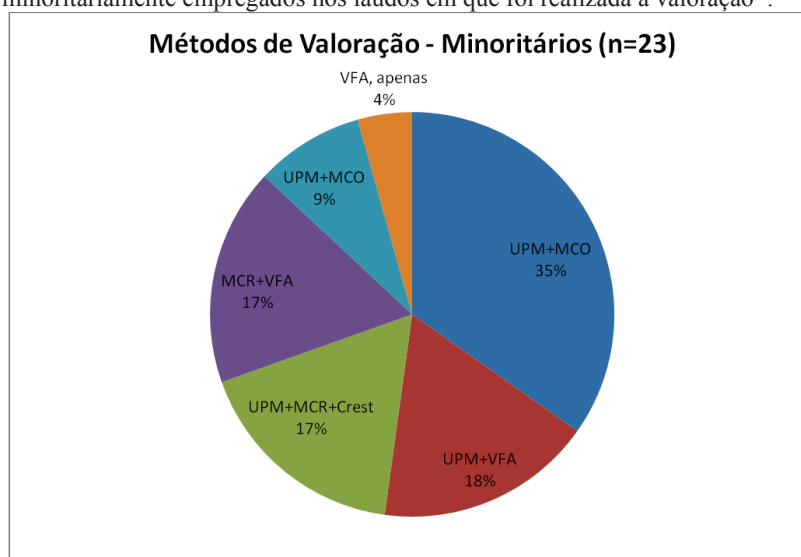


\*(UPM = Uso de Preço de Mercado; MCR = Método do Custo de Reposição; Outros = Métodos minoritários).

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do SISCRIM.

8 O MCO é utilizado nos laudos com a nomenclatura Cálculo de Perda de Receita. No caso aplicado, a perda de receita é uma variável considerada como componente da valoração econômica de danos, utilizada em casos de desmatamento, que corresponde à renda que seria oriunda da produção anual por hectare de madeira em regime sustentado, conforme Plano de Manejo Florestal Sustentável. Esta renda perdida pode ser somada com o VUD, com o MCR ou com ambos para a valoração do dano.

Figura 4.13 – Distribuição dos procedimentos de valoração econômica minoritariamente empregados nos laudos em que foi realizada a valoração\*.



\*(UPM = Uso de Preço de Mercado; MCR = Método do Custo de Reposição; MCO = Método do Custo de Oportunidade; VFA = Valor das Funções Ambientais; CRest = Custo de Restauração).

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do SISCRIM.

O MCR estima os custos de se repor os bens lesados por bens substitutos. Desta forma o MCR busca valorar o restabelecimento do valor de uso, sacrificado pela degradação ambiental. O resultado de sua aplicação pode corresponder a um estimador parcial da reposição do VUI dos serviços ambientais interrompidos. Somado ao VUD sacrificado, calculado por meio do UPM dos bens subtraídos, podem juntos ser considerados estimadores válidos para o cálculo dos valores de uso, independentemente das dificuldades de cálculo dos valores de não-uso caracterizadas no presente estudo.

Na amostra analisada, conforme compilado no parâmetro “Observações”, alega-se, tanto em laudos que realizaram a valoração como naqueles em que essa não foi realizada, que os métodos para cálculo dos valores de uso indireto e de não-uso são “complexos,

dispendiosos e carentes de objetividade”. Outra observação constante em 38% dos laudos da amostra, é que o Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, a ser realizado a cargo e às expensas do responsável pelo dano, é o instrumento que deve pormenorizar as ações e os custos incorrentes na recomposição do meio ambiente degradado. As fontes de custos de insumos e preços de referência utilizados no UPM ou no MCR usualmente são: tabelas de valores para fins tributários, como listas de preços mínimos ou valores venais; artigos científicos; inventários florestais; boletins periódicos de órgãos reguladores (*e.g.*, Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM); tabela oficiais de índices de custos (*e.g.*, Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI); tabelas de custos de insumos publicadas por agências estaduais de fomento (*e.g.*, Fundação Florestal do Estado de São Paulo, Banco da Amazônia – BASA); pesquisas de mercado e o conhecimento profissional dos peritos criminais e especialistas nos temas.

Em todos os laudos que fizeram menção ao conceito do VERA (44% dos laudos que realizaram a valoração), mas que, no entanto, estimaram apenas o Valor de Uso Direto – VUD por meio do UPM, houve a afirmação de que o valor do dano calculado era uma estimativa parcial, e que as demais parcelas envolviam dificuldades metodológicas para a seu cálculo, no contexto da produção do laudo. Essa ressalva traz consigo a informação de que o valor do dano apurado se trata de um estimador mínimo, já que as demais parcelas só podem aumentar o Valor Econômico Total – VET do recurso ambiental. Em muitos laudos da amostra há ainda a informação de que os valores relativos aos serviços ambientais (valor de uso indireto), aos de opção e de existência são muito superiores ao valor de uso direto do bem suprimido.

A análise apresentada neste capítulo demonstra que a perícia criminal da Polícia Federal vem atuando de forma profícua na produção de estimadores de valoração econômica de *danos* ambientais. Estes resultados prestam-se a mensurar e a dar meios de comparação entre diferentes crimes ambientais e entre estes e outros tipos de prejuízos causados à nação por atividades ilícitas. Diferencia-se, neste ponto, da valoração econômica de *recursos* ambientais, que faz abordagem equivalente para ser uma ferramenta de apoio à decisão, ao cotejar custos e benefícios ambientais de atividades econômicas lícitas.

No entanto, como descrito neste capítulo, as valorações realizadas, embora em sua maioria se baseiem em procedimentos de valoração reconhecidos no meio científico, ainda não são efetivas em calcular todas as parcelas e uso e não-uso do Valor Econômico do



Recurso Ambiental – VERA, cuja degradação seja objeto de investigação policial. Há, portanto, uma oportunidade concreta de melhoria na aplicação de métodos e procedimentos de cálculo de valores de uso, especialmente os indiretos, bem como no uso de ferramentas econômicas mais apropriadas para dos cálculos do custo de reposição.



## **5. O PAPEL DA PERÍCIA CRIMINAL AMBIENTAL NA VALORAÇÃO DE DANOS AO MEIO AMBIENTE**

### **5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Toda a realização de perícias de crimes ambientais dependerá de provocação externa dos demandantes das esferas administrativa, investigativa ou judicial, conforme apresentado no Capítulo 2. Os crimes ambientais, devido ao inexpressivo número de varas especializadas (FREITAS, 2009), são usualmente julgados nas varas de fazenda pública, que têm pouca familiaridade com o Direito Ambiental. Essa situação faz com que os julgamentos de crimes contra o patrimônio público, tais como desvios de recursos, fraudes, corrupção, sejam priorizados em relação aos dos crimes ambientais, sem se saber qual dos crimes causa maior prejuízo à sociedade, por falta de um parâmetro econômico que oriente a comparação.

A incompleta percepção de valor dos recursos ambientais induz o Poder Judiciário e a sociedade a considerarem os crimes ambientais como de menor potencial ofensivo, para efeitos legais. Essa categoria de crime, cuja pena máxima seja inferior a dois anos, permite que, em caso de impossibilidade de reparação do dano, o Ministério Público ofereça, à pessoa acusada de crime ambiental, proposta de substituir o prosseguimento de ação penal por prestação de serviço à comunidade, ou de pagamento de cestas básicas a entidades assistenciais, após a homologação dessa transação penal pelo juiz. Como esse procedimento leva à extinção da punibilidade e, por decorrência, ao arquivamento do processo, é amplamente utilizada como medida de saneamento das varas de fazenda pública, sem se discutir com mais profundidade a possibilidade e os custos de reparação do dano.

Analisando a questão da valoração econômica em laudos de perícias de crimes ambientais, Magliano (2012) conclui que apesar de não se poder alcançar o total do Valor Econômico do Recurso Ambiental (VERA), algumas parcelas, como o Valor de Uso Direto do bem, já podem ser estimadas de modo seguro. Dessa forma, as sanções penais decorrentes dessas provas materiais já possuem um parâmetro mínimo de avaliação com base em estimativas monetárias, facilmente compreensíveis por qualquer setor da sociedade.

No entanto, a prevalência destes estimadores parciais em um órgão de abrangência nacional de assessoramento da Justiça tende a reduzir a percepção de valor econômico dos recursos naturais

brasileiros, ao não considerar os valores de uso indireto e os de não-uso, que podem ser significativamente maiores que os valores de uso direto.

A perícia criminal coloca-se, desta forma, diante do seguinte dilema: apresentar um valor econômico parcial, que será utilizado com parâmetro para condenações, ou não apresentar um valor, sob o argumento de que se poderia subestimar o valor do meio ambiente, para efeitos compensatórios, punitivos e pedagógicos em favor de sua conservação.

Esse dilema entre os operadores de direito e de perícias ambientais não difere do previsto por Motta (1997), que separa dois grupos:

“os que apresentam um ceticismo que rejeita qualquer abordagem dita econômica, devido a uma percepção quase sempre insuficiente da teoria econômica que fundamenta estas abordagens; e os que adotam inadequadamente técnicas de valoração com base em procedimentos estimativos intuitivos que, quando não apropriados, aumentam ainda mais o ceticismo e a rejeição aos métodos adotados.”

O perfil da produção de laudos periciais no ano de 2010 produzido no presente estudo revelou que do total de laudos de valoração de danos ambientais, 25% não executaram cálculos visando a apuração de valores econômicos para o dano. Nos laudos em que se atendeu tal solicitação, a prática predominante na execução de perícias envolvendo a valoração é o cálculo do valor de uso de bens subtraídos por meio do uso de preços de mercado e do Método do Custo de Reposição. Esses procedimentos foram seguidos em 94% da amostra analisada dos laudos da Polícia Federal envolvendo valoração econômica no ano de 2010.

As razões para a adoção desse procedimento são a possibilidade de produção de resultado objetivo e convincente, ainda que parcial, sem a necessidade de estudos específicos de valoração, já que esses nem sempre são o principal objetivo da perícia.

Entre os métodos de valoração econômica do meio ambiente, apresentados previamente neste estudo, os métodos baseados em função de demanda são capazes de captar os danos relacionados à redução do bem estar humano, seja pelo decréscimo do valor de uso (direto e indireto), como de não-uso. Entretanto, face à complexidade metodológica e aos vieses esperados para aplicação de entrevistas sobre

disposição a pagar e disposição a aceitar, ou para pesquisas desveladas de mercado, em um ambiente marcado por apurações policiais ou da justiça criminal, tais métodos ainda não são os mais plausíveis para os fins da perícia criminal.

Já os métodos baseados em função de produção, se aplicados para mensuração do dano ambiental, são bastante úteis para medir as alterações na disponibilidade dos recursos ambientais, decorrentes dos danos associados a uma intervenção não autorizada no meio ambiente. Como o laudo pericial criminal é o instrumento que descreve, quantifica e caracteriza o dano ambiental, a utilização dessas informações qualitativas e de disponibilidade de recursos ambientais facilita o uso dos métodos função de produção – em especial o Método do Custo de Reposição – e de estimação de parcelas do valor de uso direto.

Importa considerar que, para efeito da perícia de crimes ambientais, o dano é composto pela parcela ilegalmente apropriada do bem ambiental para a atividade privada mais a parcela correspondente à lesão causada ao meio ambiente, bem de uso coletivo, derivada dessa apropriação.

A análise realizada neste estudo demonstra a conveniência e oportunidade de se prosseguir realizando estimativas de valor econômico de lesões ao patrimônio ambiental, uma vez que os levantamentos já realizados por ocasião da perícia e o conhecimento científico disponível tornam viável tal valoração, ainda que por meio de estimativas parciais. Entretanto, aperfeiçoamentos e nivelamento das técnicas de valoração ambiental utilizadas nos laudos da Polícia Federal mostram-se necessários para a melhor representatividade dos resultados alcançados.

Neste capítulo serão expostas considerações sobre um emprego eficaz e rigoroso das técnicas de valoração, envolvendo valores de uso direto (ou sua redução), custo de reposição entre outros procedimentos de valoração, cuja utilização pode ser avaliada em cada perícia.

## 5.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE VALORES DE USO

A noção comum sobre valor de uso refere-se à utilidade de um objeto, que pode ser alterada em função de intervenções sobre sua qualidade ou disponibilidade. Ao passo em que determinada atividade extrativa torna mais disponível (ou mais útil) os produtos extraídos para o bem estar humano, os efeitos de sua extração sobre outros compartimentos ambientais podem reduzir a disponibilidade ou a

utilidade (valor de uso) de determinados bens ou serviços ambientais, igualmente de interesse do bem estar da coletividade.

O valor de uso, para fins de perícia criminal, é útil para precificar o bem ambiental ilegalmente apropriado ou sacrificado para a atividade privada. No entanto, este valor de uso não alcança os bens que ainda não contam com uma precificação, como a fauna, a biodiversidade, a paisagem e os demais recursos e serviços ambientais utilizados indiretamente para o bem estar humano.

Considerando representativa a distribuição dos tipos de danos ambientais apresentada figura 4.7, verifica-se que 43% dos laudos da amostra referem-se ao tema extração mineral e que, somados, os temas de desmatamento, apreensão de madeira, dano à flora e intervenção em áreas protegidas perfazem outros 44%. Nestes dois grupos os valores de uso direto do minério extraído ou do produto florestal subtraído compuseram o valor econômico (parcial) do dano ambiental apresentado à Justiça, sendo eventualmente a ele somado o custo de reposição.

Acerca da redução do valor de uso, a título de exemplo, a destinação de rejeitos ou bota-fora de mineração para áreas lindeiras às jazidas pode resultar na redução da utilidade ou disponibilidade de recursos hídricos, de áreas com potencial produtivo para a economia agropecuária ou de áreas conservadas que geram serviços ambientais. Nos casos de materiais com alto potencial poluidor (*e.g.*, metais pesados ou minérios radioativos), o valor de uso do material explorado comercialmente pode ser muito inferior ao decréscimo do valor de uso experimentado por áreas próximas eventualmente contaminadas com os rejeitos da extração. Sob outro prisma, materiais de alto valor de uso como o ouro, são encontrados em teores que variam de 0,5 a 34 gramas/tonelada de minério (TRINDADE e BARBOSA FILHO, 2002), gerando teor de rejeitos acima de 99,9% (em massa) que reduzirão a utilidade ou disponibilidade de sítios por eles ocupados em torno da jazida.

Os critérios de dosimetria de penas previstos na Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998) incluem a vantagem econômica auferida (Art. 18) e a situação econômica do infrator (Art. 6º). A estimativa de valores de uso direto é, portanto, um importante referencial para o estabelecimento de sanções penais e de indenizações na esfera cível.

Para o aperfeiçoamento dos cálculos do Valor de Uso Direto – VUD são propostas abordagens diferenciadas para o conjunto de perícias envolvendo extração mineral e para o grupo de perícias que tratam de produtos ou danos florestais.

### 5.2.1. Valor de Uso Direto em extração mineral

Nos cálculos do valor de uso de bens minerais ilegalmente apropriados para a atividade privada, usualmente os laudos apontam o valor de mercado ou preços referenciais do minério de interesse comercial (areias, brita, calcário, minerais metálicos, granitos), com base na quantidade mensurada dos produtos identificados durante o exame pericial. Como a perícia de crimes ambientais tem objetivo mais amplo que a questão da valoração do dano em si, os aspectos formadores do valor de uso direto, não são usualmente abordados de maneira aprofundada.

Segundo Sandroni (2000), o preço é a expressão monetária do valor de um bem ou serviço, enquanto que o valor é o atributo que dá aos bens materiais sua qualidade de bens econômicos. Sob essa ótica, os bens minerais só se convertem em bens econômicos mediante trabalho humano que os torna disponíveis para troca ou negociação em mercados.

Portanto, para a definição do valor de uso direto, é necessário o conhecimento do empreendimento minerário, nem sempre obtível somente pelo exame do local onde se encontra a jazida. A mensuração do volume da cava ou do depósito de produto pronto para comercialização, associado ao preço de referência do minério principal podem não ser suficientes para a adequada estimativa do valor de uso direto.

Para a adequada estimativa do valor de um produto de extração mineral devem ser considerados aspectos componentes do preço do minério tais como concentração, pureza, volume de estéril, nível de beneficiamento, valor agregado, fator de empolamento<sup>9</sup> e distância de centros consumidores, com os eventuais custos associados e tributos incidentes, para fins de cálculo do valor de uso direto. O conhecimento desses fatores permite distinguir variações em faixas de preço de mercado ou estabelecer fatores de correção quando necessário.

As fontes de preço utilizadas nos laudos que tratam de produtos de extração mineral apoiam-se em boletins referenciais de preços do Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM ou do Instituto

---

<sup>9</sup>Empolamento ou expansão volumétrica é um fenômeno característico dos solos, importante na terraplenagem, principalmente quanto ao transporte de material. Quando se escava um terreno natural, o solo que se encontrava num certo estado de compactação, proveniente do seu próprio processo de formação, experimenta uma expansão volumétrica que chega a ser considerável em certos casos.

Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos – IBGM; em valores praticados em bolsa de valores, como a BM&F Bovespa; em valor utilizado como base de cálculo para arrecadação de Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS das secretarias estaduais de fazenda; em tabelas referenciais de sindicatos de produtores e; em preço de mercado, obtido em levantamentos expeditos.

O valor de uso direto de materiais de interesse secundário, eventualmente ocorrentes em associação com os bens minerais principais, também deve ser considerado para efeito do valor de uso direto da extração mineral. Da mesma forma, a vegetação eventualmente suprimida para a atividade de mineração, deve ter seu valor de uso direto considerado para fins de valoração do dano, conforme proposta adiante apresentada no presente estudo.

### **5.2.2. Valor de Uso Direto em produtos florestais**

Na condição de recurso natural biótico renovável e, em determinadas condições, com estoques crescentes ao longo do tempo, os produtos de origem vegetal apresentam um valor variável conforme a espécie vegetal, a idade, maturação e possibilidades de aproveitamento.

Motta (2002), ao referir-se à supressão florestal para conversão em outros usos de interesse econômico, esclarece que como o desmatamento elimina para sempre alguns valores econômicos, a perda total deve ser medida pelo valor presente das perdas anuais resultantes. Isso significa dizer que o valor de uso direto da floresta não pode ser calculado apenas considerando os estoques atuais de recursos madeireiros e não madeireiros medidos por ocasião da perícia criminal.

Lustosa (1998), ao estudar a relação entre o custo de uso e os recursos naturais, defende que:

Os recursos naturais funcionam como estoques de capital, estando sujeitos à decisão de torna-los líquidos (privilegiando seu uso na atividade econômica) ou de conservá-los ilíquidos conforme decisão de uso atual ou futuro. O custo de uso, entendido como a depreciação antecipada pela decisão de utilizar um bem de capital ou estoque de matéria prima, é determinado pelo sacrifício esperado de lucros futuros decorrentes da utilização imediata do estoque.



Sob essa perspectiva, o valor do estoque atual de produtos de origem vegetal subtraído ou sacrificado por ocasião de crimes ambientais deve ser somado à produção sustentada daquele recurso, calculado com base no seu valor presente, em um ciclo de produção cuja extensão seja o tempo estimado para a recomposição ambiental.

Conforme apresentado por Silva e Fontes (2005), o Valor Presente Líquido pode ser definido como a diferença entre o valor presente das receitas e o valor presente dos custos, como na expressão:

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j (1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j} \quad (1)$$

em que,

$R_j$  = valor atual das receitas;

$C_j$  = valor atual dos custos;

$i$  = taxa de juros [ou taxa de desconto];

$j$  = número de períodos ou duração do projeto.

Portanto, para o cálculo do valor presente líquido é necessário estimar as receitas, por meio de técnicas de inventário florestal, e os custos aplicáveis ao aproveitamento econômico do recurso natural, a partir de uma fonte de preços adequada e regionalizada.

As fontes de preços para os produtos de origem florestal podem ser obtidas junto às secretarias de fazenda estaduais, institutos florestais, secretarias de agricultura, órgãos de extensão rural, organizações não-governamentais ou associação de produtores e exportadores. Algumas organizações, como a Fundação Florestal do Estado de São Paulo, disponibilizam bases de dados como o Sistema de Informações Florestais do Estado de São Paulo ([www.sisflor.org.br](http://www.sisflor.org.br)) contendo diversas informações estatísticas, inclusive sobre custos para operações florestais.

Ainda de acordo com seu estudo, Lustosa (1998) defende que:

No cálculo do custo de uso, a taxa de desconto intertemporal utilizada para trazer ao presente o valor do rendimento potencial de datas futuras, a fim de compará-lo com o valor esperado do rendimento no presente, é decisiva para a

determinação da velocidade de exploração dos recursos naturais. Há uma taxa de desconto social, que leva em conta a distribuição dos recursos naturais entre várias gerações, e a taxa de desconto privada, que considera os interesses individuais dos empresários. Assim, esta última é sempre maior que a primeira, levando a um custo de uso menor e conseqüentemente a uma exploração mais rápida dos recursos naturais, sendo a taxa de juros um bom parâmetro para a taxa de desconto, pois ela influencia diretamente na valorização dos ativos em geral.

No entanto, o emprego de taxas de juros vigentes no mercado, como a própria SELIC<sup>10</sup> ou TJLP<sup>11</sup>, não são a única alternativa, sendo que estudos como o de Lima Júnior *et al.* (1997) apontam que o modelo de determinação da taxa de juros em função de seus fatores formadores (Índice de Risco, Horizonte de Planejamento, a Taxa de Inflação, a Preferência por Liquidez, a Produtividade do Capital e a Posição Particular do Investidor) mostrou ser mais adequado para a escolha da taxa de juros para projetos florestais do que a taxa vigente no mercado.

Em sistemas florestais sob manejo sustentável, o ciclo de produção refere-se ao tempo necessário para o restabelecimento do volume comercial retirado em um primeiro corte, mediante técnicas de manejo florestal. Para fins de recomposição de danos ambientais, este pode ser um estimador interessante, em função da disponibilidade de estudos específicos para grande parte dos ecossistemas florestais brasileiros.

Os elementos ora apresentados, quais sejam os valores de uso direto atuais e futuros, de produtos madeireiros e não madeireiros, calculados com o auxílio do Valor Presente Líquido, são estimadores

---

<sup>10</sup> SELIC – Segundo o Banco Central do Brasil, Taxa Selic é a taxa média ajustada dos financiamentos diários apurados no Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC) para títulos federais.

<sup>11</sup> TJLP – Segundo o Banco Central do Brasil a TJLP -Taxa de Juros de Longo Prazo é definida como o custo básico dos financiamentos concedidos pelo BNDES, fixada pelo Conselho Monetário Nacional e divulgada até o último dia útil do trimestre imediatamente anterior ao de sua vigência.

plausíveis para a perícia criminal como componentes parciais do Valor Econômico Total do recurso ambiental.

### 5.2.3. Valor de Uso Indireto

De posse da parcela referente ao Valor de Uso Direto, conforme descrito nos tópicos precedentes, é importante para a perícia de crimes ambientais ser capaz de estimar o Valor de Uso Indireto, a fim de melhor representar as parcelas do Valor Econômico Total – VET do recurso ambiental.

O Valor de Uso Indireto, conforme definição da ABNT (2008) é valor atribuído a um recurso ambiental pelo bem-estar que ele proporciona através de suas funções ecossistêmicas, como, por exemplo, a proteção do solo e o estoque de carbono retido nas florestas, cujos valores são capturados indiretamente.

Sob esse conceito diversos métodos podem ser aplicados para captar o valor de uso indireto. O Método do Custo de Reposição, conforme se discutirá adiante, busca captar o valor necessário para o restabelecimento dos serviços ambientais, sendo, portanto, um estimador plausível para o Valor de Uso Indireto do ambiente anteriormente à degradação. Outros métodos que utilizam bem substitutos, como o Método de Custos Evitados e o Método Dose-Resposta também representam particularmente o Valor de Uso Indireto dos serviços ambientais sacrificados pela degradação ambiental.

Outras formas de captar o valor de uso indireto dos serviços ambientais relacionam-se ao vasto campo de estudos dos Pagamentos por Serviços Ambientais – PSA ou *Payment for Environmental[Ecosystem] Services - PES*. Diversos trabalhos vêm apresentando estimativas de valor em mercados substitutos, por meio de formulações de pagamento por serviços ambientais tanto internacionalmente (*EUROPEAN COMMISSION*, 2012; *FAO*, 2011) quanto no Brasil (*COSTA*, 2008; *WUNDER et al*, 2009; *SHIKI e SHIKI*, 2011).

Estas iniciativas foram recentemente introduzidas no campo jurídico-institucional da esfera federal por meio dos dispositivos da Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, que institui o novo Código Florestal Brasileiro (*BRASIL*, 2012), que em seu artigo 41 já prevê a possibilidade e as hipóteses do pagamento por serviços e compensações

ambientais pelo Estado Brasileiro, incorporando em parte outras iniciativas legislativas sobre o tema como o Projeto de Lei 792/2007.

A política pública de pagamento ou subsídios por serviços ambientais teve origem na década de 1950 no *Conservation Reserve Program* do governo dos Estados Unidos, a fim de compensar os agricultores pela substituição de suas atividades tradicionais por outras com menos efeitos sobre a erosão dos solos (<http://www.benefits.gov/benefits/benefit-details/340>, acesso em 07/10/2013).

Os pagamentos por serviços ambientais foram impulsionados globalmente pela formação do mercado de emissões de carbono, originado a partir do Protocolo de Kyoto em 1998. Este acordo multilateral em seu artigo 4º possibilitou o alcance conjunto das metas de redução de emissões de gases de efeito estufa, mediante acordos entre as partes (*UNITED NATIONS*, 1998).

Este mecanismo possibilitou a criação de mercados de emissões e sequestro de carbono (*Emissions trading*<sup>12</sup>), em que são negociados preços para a tonelada de carbono fixada em sumidouros de carbono, como florestas em crescimento. Este parâmetro, se calculado de acordo com o rigor metodológico (cuja descrição extrapola o escopo deste estudo), pode ser utilizado como estimador parcial do valor de uso indireto de florestas para compor o Valor Econômico Total dos ativos ambientais degradados.

### 5.3. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CUSTO DE REPOSIÇÃO

A necessidade de estimativas de valores do custo de reposição pela perícia criminal é fundada na Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/98). Este normativo, além de atribuir à perícia a necessidade de fixação do montante do prejuízo causado (Art. 19), estabelece que a sentença penal condenatória fixará o valor mínimo para reparação dos danos causados ao meio ambiente (Art. 20). No entanto, a lei permite que nos casos de menor potencial ofensivo, medidas alternativas de suspensão ou transação penal possam ser aplicadas, mediante a prévia composição do dano ambiental, salvo em caso de comprovada impossibilidade.

---

<sup>12</sup> Dentre alguns mercados de derivativos que negociaram créditos de carbono podem-se citar *European Climate Exchange*, *NASDAQ OMX Commodities Europe*, *EuroNext*, *Commodity Exchange Bratislava*, *European Energy Exchange*.

A comprovação da existência e da lesividade do dano para que haja a composição, ou mesmo a constatação de impossibilidade de composição, conforme destaca Oliveira Júnior (2008), fundamenta a imprescindibilidade probatória e respectiva valoração por intermédio de profissionais habilitados, os quais formalizarão suas convicções via procedimento técnico representativo do exame de corpo de delito ou prova equivalente.

Oliveira Júnior (2008) sustenta ainda que a Lei nº 9.605/98 buscou amparo principalmente na Lei dos Juizados Especiais Criminais para aplicação do sancionamento penal ambiental da maioria dos crimes nela previstos, pois somente seis crimes<sup>13</sup> são passíveis do rito ordinário direto do Código de Processo Penal sem qualquer benefício legal.

Verifica-se, portanto, que além da valoração econômica dos ativos ambientais subtraídos, a Lei não dispensa a prévia reparação dos danos, para fins de transação ou suspensão penal que desonere o acusado. Especialmente nos casos em que se comprova a impossibilidade de reparação, a utilização de métodos econômicos de valoração ambiental para estimar o custo da indenização se torna mais importante na efetividade da proteção do patrimônio ambiental brasileiro.

Os métodos de cálculo do custo de reposição fundamentam-se na premissa de que os benefícios dos ativos ambientais podem ser estimados pelos custos de sua restauração ou substituição direta. Como os custos de insumos para a substituição podem ser conhecidos, a partir de um projeto de recuperação de áreas degradadas, este método é facilmente aplicável, apesar de suas limitações. A ABNT (2008) esclarece que no Método do Custo de Reposição estimam-se os custos de reposição do ambiente degradado (gastos de engenharia, implementação e monitoramento), incluindo a perda econômica relativa ao período entre o tempo inicial da degradação e o tempo da total recuperação.

De forma análoga ao cálculo do VPL para os valores de uso direto de produtos florestais, a atualização dos valores relativos aos custos de reposição deve ser procedida para fins judiciais. Ao se utilizar os custos de reposição como estimadores dos benefícios gerados pelo ecossistema, necessariamente há que se considerar que o período que durar a supressão dos benefícios, ou a redução da disponibilidade dos serviços ambientais, deve ser economicamente mensurado e atualizado.

---

<sup>13</sup> Art. 29 §5º, art. 41, caput, art. 50-A, caput, art. 54 c/c art. 58, art. 56 c/c art. 58, art. 69-A, caput e §2º, da Lei nº9.605/98.

Portanto, parcelas correspondentes aos períodos ou às fases remanescentes do processo de recuperação devem compor o montante da valoração econômica da degradação ambiental.

A utilização do custo de reposição assume que a substituição completa ou a restauração são viáveis, porém Turner *et al* (2004) defendem que:

Os benefícios derivados do ativo ambiental poderiam superar substancialmente os custos de renovação ou restauração, caso em que a técnica do custo de reposição vai subestimar o valor do ativo. Assim, o custo de reposição é uma medida válida do valor econômico apenas em situações onde é necessário o trabalho de reparação para alcançar um padrão ambiental economicamente determinado.

Assim, a reposição do ambiente a um estado anterior à degradação é o padrão ambiental a ser atingido para efeitos legais, a despeito de outras obrigações contraídas pelo degradador. Os procedimentos de valoração com base no método do custo de reposição variarão conforme o tipo de degradação e o ambiente afetado, em que pese se deva considerar os apontamentos feitos por Nogueira (1998):

[Ainda considerando] o simplismo teórico do Método do Custo de Reposição, ele é incapaz de refletir o verdadeiro valor da disposição a pagar dos indivíduos por uma melhoria ambiental. Além da dificuldade técnica de realmente devolver-se um ativo ambiental ao seu estado pré-degradação, o MCR claramente exclui qualquer possibilidade de se estimar valor de opção e valor existência desse ativo.

Ao estudar estimativas de valoração de dano ambiental de erosão do solo pelo método do custo de reposição (de nutrientes), Marques e Pazzianotto (2004) aduzem que:

O método do custo de reposição associa diretamente alterações na qualidade do ambiente com aquelas ocorridas na produtividade dos fatores, no produto físico final da atividade econômica, resultando em modificações nos custos de produção e nas receitas

obtidas pelas unidades econômicas que recebem os impactos ambientais. Portanto, o custo de reposição dos nutrientes perdidos foi tomado como medida do valor econômico da erosão do solo agrícola.

Segundo Pugliesi (2007), o MCR pode ser caracterizado pelos cálculos das perdas de solo, transformadas em perdas de nutrientes que devem ser proporcionalmente repostos por meio de adubação com fertilizantes comerciais.

Para a utilização do Método do Custo de Reposição, Rodrigues (2005) sustenta que para se realizar a valoração econômica dos efeitos do processo de erosão / sedimentação é necessária uma compreensão prévia dos impactos ambientais causados pelo agente degradador.

Assim como no fenômeno de erosão, onde um dos estimadores mensuráveis de degradação é a perda de nutrientes, nos demais processos de degradação apurados pela perícia criminal ambiental podem ser levantados estimadores físicos e economicamente mensuráveis para a aplicação do método do custo de reposição.

Assim, a degradação pode significar perda de bens florestais, perda de fertilidade por erosão do solo, aumento de sedimentação (assoreamento), aumento de turbidez em mananciais, redução da diversidade biótica, perda de habitats, redução de disponibilidade hídrica por poluição ou por supressão de nascentes, dentre outras que devem ter método acurado de mensuração e dinâmica conhecida. A reposição ou substituição de condições para alcançar um padrão ambiental estabelecido pode ter valores economicamente estimados, ainda que parcialmente, pelo custo de reposição dos bens e serviços ambientais degradados.

A existência de atributos cuja integridade seja legalmente protegida, como as Áreas de Preservação Permanente – APPs e Unidades de Conservação de Proteção Integral, pode facilitar a delimitação da valoração em crimes ambientais. Nesses casos, as áreas sujeitas a regime especial de uso têm finalidade exclusiva de preservação, pesquisa e prestação de serviços ambientais. Após determinada degradação, a valoração econômica deve priorizar procedimentos que visem estimar os custos de sua restauração, assim entendida como o mais detalhado e aproximado grau de recomposição ao *status quo ante*.

Considerada a impossibilidade de estrita restauração, os custos de reposição serão definidos a partir dos valores dos insumos, fatores de produção e encargos de um projeto de recuperação ambiental, cuja

elaboração detalhada e posterior execução caberão ao responsável pela degradação. Como no transcurso do procedimento da perícia criminal a responsabilização nem sempre está definida, não é possível se esperar a disponibilidade de projetos de recuperação com a respectiva apresentação de custos.

No entanto, quando solicitada a valoração, mesmo sem responsáveis identificados, é possível elencar etapas da recuperação ambiental e seus custos aproximados, a partir da premissa de retorno a um padrão ambiental anteriormente verificado ou legalmente estabelecido. As etapas podem representar a readequação topográfica, a operação de plantio de mudas, a construção de estruturas de drenagem, a demolição de edificações irregulares, a remoção de entulhos ou a utilização de infraestruturas alternativas em decorrência da degradação. Considerando que os métodos de reparação ou reposição podem variar substancialmente, em determinados casos a definição de etapas pode exigir a prévia escolha de método de recuperação específico, em detrimento de outros com custos e benefícios diversos.

Destarte, a utilização de métodos e procedimentos de valoração de danos ambientais, à luz das considerações e restrições técnico-operacionais da perícia criminal tecidas neste estudo, gravitará em torno dos valores de uso de bens ilegalmente apropriados para fins privados e dos valores estimados pelo método do custo de reposição.

Como é clara a distinção entre a valoração dos ativos ambientais e os valores dos danos a infligidos a esses recursos, a incumbência da perícia criminal é captar os valores referentes à subtração de bens ambientais e os valores referentes à reposição de bens e serviços substitutos àqueles degradados, a fim de orientar a reposição ou preservação do patrimônio ambiental brasileiro. A imperfeição intrínseca dos métodos ou de sua aplicação ainda impedem a completa valoração econômica dos recursos ambientais submetidos a exame da perícia criminal.



## 6. CONCLUSÕES

O presente estudo, a par de descrever o contexto jurídico-institucional da aplicação da valoração econômica de recursos ambientais na Polícia Federal, revelou, por meio dos métodos e procedimentos empregados, o crescimento exponencial do número de laudos envolvendo valoração ambiental, devido à especialização e difusão institucional quanto ao tema.

A análise quantitativa avaliou 1.559 laudos entre os anos de 2005 e 2011 que envolviam o tema da valoração ambiental, com diversificação crescente em termos geográficos e temáticos. Neste período foram produzidos na Polícia Federal 12.198 laudos em todos os temas da Área de Exames de Meio Ambiente.

A análise qualitativa, realizada particularmente nos 483 laudos amostrados para o ano de 2010, demonstrou que aproximadamente 75% dos laudos em que foi demandada a valoração econômica de danos atenderam a solicitação produzindo a monetarização do dano ambiental, ainda que de forma parcial. Razões como impedimentos operacionais, necessidade de inventários, necessidade de acompanhamento continuado, falta de procedimentos práticos ou consensuais para a valoração, insignificância das áreas e falta de definição de uso futuro das áreas degradadas foram apresentadas para a não execução da valoração solicitada nos 25% restantes.

A distribuição dos tipos de laudos envolvendo valoração no ano de 2010 é representada por 43% de danos associados à extração mineral, enquanto que 44% podem ser agrupados entre desmatamento, apreensão de madeira, dano à flora ou intervenções antrópicas sobre áreas protegidas.

O total apurado nos procedimentos de valoração adotados nos laudos produzidos no período entre 2005 a 2010 alcançou o montante de R\$ 2.018.353.701,06 (dois bilhões e dezoito milhões e trezentos e cinquenta e três mil e setecentos e um reais e seis centavos) em valores não atualizados. Embora a somatória de valores, isoladamente, não seja capaz de explicar o comportamento da produção de laudos envolvendo a valoração econômica, sua apuração é importante para facilitar a compreensão da Justiça e da sociedade acerca da importância dos crimes ambientais. Estes valores deveriam ser comparados com resultados de

sentenças judiciais e compensações pecuniárias efetivamente recolhidas para se avaliar a efetividade do esforço técnico despendido.

Há grande variabilidade no tamanho das áreas degradadas objeto da valoração econômica de danos, especialmente influenciados pelas grandes áreas desmatadas na Amazônia (Regiões Norte e Centro-Oeste), sendo as áreas periciadas pelo menos 20 vezes maiores que nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul. O tamanho das áreas degradadas tem influência diferenciada na valoração do dano, conforme prevaleça o método do custo de reposição ou a estimativa do valor de uso direto dos bens subtraídos. Praticamente 30% da amostra analisada apresentou área menor que um hectare, contrastando com os estudos clássicos de valoração de ativos ambientais em grandes áreas.

Quanto à inserção das áreas periciadas em áreas sujeitas a regime especial de uso, 42% da amostra analisada encontra-se no interior de Área de Preservação Permanente, enquanto 18% inserem-se em Unidades de Conservação. A análise do conteúdo dos laudos indica que quando a área impactada encontrava-se no interior de APP houve a tendência de se utilizar o Método do Custo de Reposição para estimar o valor da reparação do dano sobre a APP. Quando a área não possuía essa ou outra restrição legal de uso (58% da amostra), verificou-se a tendência de a perícia deixar de realizar a valoração e de remeter o cálculo dos custos de reposição à solução técnica proposta por Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas.

A análise realizada revelou que a abrangência da valoração realizada e, de certa forma, o método empregado, dependeram em grande medida da especificidade e clareza do texto dos quesitos orientadores, apresentados por ocasião da solicitação de perícia. Os resultados do presente estudo também apontam que a valoração econômica de danos ambientais é realizada na perícia, geralmente, a partir de uma demanda pouco detalhada e elaborada anteriormente a um prévio reconhecimento da área investigada pelas autoridades demandantes.

Para efeito da perícia de crimes ambientais, o dano é composto pela parcela ilegalmente apropriada do bem ambiental para a atividade privada mais a parcela correspondente à lesão causada ao meio ambiente, bem de uso coletivo, derivada dessa apropriação.

Os procedimentos majoritariamente empregados na amostra analisada são o Uso de Preços de Mercado - UPM (para a estimativa do Valor de Uso Direto - VUD dos bens ambientais apropriados ilegalmente para fins privados) e o Método do Custo de Reposição - MCR do ambiente degradado que, individual ou conjuntamente,

embasaram 94% das valorações realizadas. Os outros 6% utilizaram as técnicas Método do Custo de Oportunidade, Valor de Funções Ambientais – VFA e Método do Custo de Restauração – CRest, isolada ou conjuntamente com procedimentos majoritários UPM e MCR.

Em todos os laudos que fizeram menção ao conceito do VERA (44% dos laudos que realizaram a valoração), mas que, no entanto, estimaram apenas o Valor de Uso Direto – VUD por meio do UPM, houve a afirmação de que o valor do dano calculado era uma estimativa parcial, e que as demais parcelas envolviam dificuldades metodológicas para a seu cálculo, no contexto da produção do laudo. Essa ressalva traz consigo a informação de que o valor do dano apurado trata-se de um estimador mínimo, já que as demais parcelas só podem aumentar o Valor Econômico Total – VET do recurso ambiental. Em muitos laudos da amostra, há ainda a informação de que os valores relativos aos serviços ambientais (valor de uso indireto), aos de opção e de existência são muito superiores ao valor de uso direto do bem suprimido, dando ao Poder Judiciário a ideia de irredutibilidade dos valores apurados.

Em resumo, a análise realizada neste estudo demonstra que a perícia criminal da Polícia Federal vem atuando de forma profícua na produção de estimadores de valoração econômica de danos ambientais. Estes resultados prestam-se a mensurar e a dar meios de comparação entre diferentes crimes ambientais e entre estes e outros tipos de prejuízos causados à nação por atividades ilícitas.

As valorações realizadas, embora em sua maioria baseiem-se em métodos de valoração reconhecidos no meio científico, ainda não são efetivas em calcular todas as parcelas de uso e não-uso do Valor Econômico do Recurso Ambiental – VERA, cuja degradação seja objeto de investigação policial. Há, portanto, uma oportunidade concreta de melhoria na aplicação de métodos e procedimentos de cálculo de valores de uso, especialmente os indiretos, bem como no uso de ferramentas econômicas mais apropriadas para dos cálculos do custo de reposição.

Em relação à escolha dentre os métodos apresentados previamente neste estudo, os métodos baseados em função de demanda (Método de Valoração Contingente, Método do Custo de Viagem, Método de Preços Hedônicos) são capazes de captar os danos relacionados à redução do bem estar humano, seja pelo decréscimo do valor de uso (direto e indireto), como de não-uso. Entretanto, face à complexidade metodológica e aos vieses esperados para aplicação de entrevistas sobre disposição a pagar e disposição a aceitar, ou para pesquisas desveladas de mercado em um ambiente marcado por

apurações policiais ou da justiça criminal, tais métodos ainda não são os mais plausíveis para os fins da perícia criminal.

Já os métodos baseados em função de produção – em especial o Método do Custo de Reposição –, se aplicados para mensuração do dano ambiental, são bastante úteis para medir as alterações na disponibilidade dos recursos ambientais, decorrentes dos danos associados a uma intervenção não autorizada no meio ambiente.

O Método do Custo de Reposição busca captar o valor necessário para o restabelecimento dos serviços ambientais, sendo ainda um estimador plausível para o Valor de Uso Indireto do ambiente anteriormente à degradação.

Os critérios de dosimetria de penas previstos na Lei de Crimes Ambientais incluem a vantagem econômica auferida e a situação econômica do infrator. Portanto, a estimativa de valores de uso direto é um importante referencial para o estabelecimento de sanções penais e de indenizações na esfera cível.

Para fins judiciais, devem ser adotados métodos de capitalização ou desconto para os valores de uso direto de produtos florestais (como o Valor Presente Líquido), bem como a atualização dos valores relativos aos custos de reposição a fim de que o valor total seja medido pelo valor presente das perdas anuais resultantes da degradação ambiental.

A utilização de métodos e procedimentos de valoração de danos ambientais, à luz das considerações e restrições técnico-operacionais da perícia criminal tecidas neste estudo, gravitará em torno dos valores de uso de bens ilegalmente apropriados para fins privados e dos valores de recomposição do meio ambiente, estimados por método baseado em função de produção, com a devida atualização financeira. Esses procedimentos visam orientar a recomposição ou preservação do patrimônio ambiental brasileiro. A imperfeição intrínseca dos métodos ou de sua aplicação ainda impedem a completa valoração econômica dos recursos ambientais submetidos a exame da perícia criminal, embora a valoração, ainda que parcial, seja fundamental para o estabelecimento de sanções mais justas contra os crimes ambientais.

## REFERÊNCIAS

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

ANDRADE, José Roberto de Lima; OLIVEIRA, Aline Suze Torres. **Valoração econômica do meio ambiente: aplicação do método do custo de oportunidade em áreas degradadas no baixo São Francisco sergipano**. Revista de Desenvolvimento Econômico. Ano X , Nº 17, p. 58-66. janeiro de 2008.

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

ARENHART, Sérgio Cruz. “**A doutrina brasileira da multa coercitiva – três questões ainda polêmicas**”. Revista forense. Rio de Janeiro: Forense, março-abril 2008, n. 396. Disponível em <http://www.unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistajuridicafafibe/sumario/5/14042010171201.pdf>. Acessado em 01/11/2013.

ASAFU-ADJAYE, John. *Environmental Economics For Non-Economists - Techniques and Policies for Sustainable Development*. World Scientific. Singapoure, 2005.322p.

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

BARRETO, P.; ARAÚJO, E.; BRITO, B. **A impunidade de crimes ambientais em áreas protegidas federais na Amazônia**. In: Imazon, Belém, Jun. 2009. Disponível em: <http://www.imazon.org.br/publicacoes/livros/a-impunidade-de-crimes-ambientais-em-areas>, acessado em 30 de outubro de 2013.

BATEMAN, L.; TURNER, K. *Valuation of the environment, methods and techniques: the contingent valuation method*. In: TURNER, R. K.,

ed. Sustainable environmental economics and management. Principles and practice. London and New York: Belhaven, 1992.

BOTÊLHO, A.F. **Método Custo de Viagem na Valoração do Parque Municipal do Itiquira**. Brasília, 2005, 109 p. il. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente). Universidade de Brasília, Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação, Brasília, 2005.

BRASIL. **Avaliação Ambiental Estratégica**. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Brasília: MMA/SQA, 2002. 92p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**, 1988. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm), acessado em 13 de abril de 2013.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 2.848 de 07 de dezembro de 1940**. Disponível em [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/del2848compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm) acessado em 08 de outubro de 2013.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 3.689 de 03 de outubro de 1941**. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/del3689compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689compilado.htm) , acessado em 28 de outubro de 2013.

BRASIL. **Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981**. Disponível em [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm) , acessado em 13 de abril de 2013.

BRASIL. **Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998**. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm). Acesso em 08 de setembro de 2013.

BRASIL. **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012**. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l12651.htm). Acesso em 07 de outubro de 2013.

CALDWELL, B. J.; KEATING, J. *Adding value to public education : an examination of the possibilities for public private partnerships*. ACDE, Bundoora, Victoria, 2004

CARVALHO, G.M.B. **Contabilidade Ambiental**. 2ª ed.(2008), 3ª reimpr(2011), Curitiba, Juruá, 2011. 218p.

COSTA, Rosangela Calado. **Pagamentos por serviços ambientais: limites e oportunidades para o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar na Amazônia Brasileira**. Tese de Doutorado – Programa de Pós Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008. 246 p.

COSTANZA, R., et al. *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature; v. 387, p. 253-260,1997.

ESPERANCINI, M.S.T. **Métodos de valoração e a função dose-resposta: dificuldades e viabilidade de aplicação em estudos de poluição**. HOLOS Environment, vol. 01, n. 01, 2001. P. 01-17.

EUROPEAN COMMISSION. *Payment for Ecosystem Services*. Science for Environment Policy, nº 30, março 2012. 12p.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Payments for Ecosystem Services and Food Security* . Rome: FAO, 2011. 283p.

FREITAS, Vladimir Passos. **Ainda faltam varas ambientais nos tribunais**. Disponível em <http://www.conjur.com.br/2009-abr-12/ainda-faltam-varas-ambientais-principais-tribunais-pais>. Acessado em 08 de setembro de 2013.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Modelo de valoração econômica dos impactos ambientais em unidades de conservação - Empreendimento de comunicação, rede elétrica e dutos. Estudo Preliminar**. Setembro/2002.

LEITE, J.R.M. **Dano Ambiental: do individual ao coletivo extrapatrimonial**. São Paulo: RT, 2000.

LIMA JÚNIOR, Vicente Batista; REZENDE, José Luiz Pereira; OLIVEIRA, Antônio Donizette. **Determinação da taxa de desconto a ser usada na análise econômica de projetos florestais**. Cerne, Lavras, v. 3, n. 1, p. 45-66, 1997.

LUSTOSA, Maria Cecília. **O custo de uso e os recursos naturais**. In: XXVI Encontro Nacional de Economia. Vitória: dez. 1998. Disponível em: [http://www.ie.ufrj.br/gema/pdfs/custo\\_de\\_uso\\_ANPEC.pdf](http://www.ie.ufrj.br/gema/pdfs/custo_de_uso_ANPEC.pdf). Acesso em 24/09/2013.

MACHADO, P.A.L. **Direito Ambiental Brasileiro** - 17ª Ed. Revista, atualizada e ampliada. São Paulo: Malheiros editores, 2009.

MAGLIANO, Mauro Mendonça. **De quanto é o rombo ambiental no Brasil?** Perícia Federal, v. XIII, p. 8-13, 2012.

MAIA, A. Gori; ROMEIRO, Ademar R. **Validade e confiabilidade do método de custo de viagem: : um estudo aplicado ao parque nacional da serra geral**. Econ. aplic., 12(1): 103-123, jan-mar 2008.

MARQUES, João Fernando; PAZZIANOTTO, Carlos Benjamim. **Custos econômicos da erosão do solo: estimativa pelo método do custo de reposição de nutrientes**. Comunicado Técnico n. 23 – Embrapa -Meio Ambiente, Jaguariuna, 2004. Disponível em . Acessado em 25/09/2013

MARTINS, M. C. **Custos de recuperação de pastagem degradada no cerrado: Um estudo da microbacia do Córrego Lamarão** - 2002, 90 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente), Universidade de Brasília – UnB, Instituto de Ciências Humanas, Departamento de Economia, Brasília, 2002.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. **Deficiências em estudos de impacto ambiental: síntese de uma experiência**. Brasília: Ministério Público Federal/4ª Câmara de Coordenação e Revisão, Escola Superior do Ministério Público da União, 38p., 2004.

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

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Estimativa do Custo Econômico do Desmatamento na Amazônia**. IPEA texto para discussão | 88X | jun 2002. Rio de Janeiro, julho 2002. 27p.

NEUMANN P.J.; JACOBSON, P.D.; PALMER, J.A. **Measuring the value of public health systems: The disconnect between health**



**economists and public health practitioners.** *American Journal of Public Health* 2008;98:2173–2180.

NICOLAIDIS, D.C.R. **A avaliação de impacto ambiental: uma análise de eficácia.** 2005, 136 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente), Universidade de Brasília – UnB, Instituto de Ciências Humanas, Departamento de Economia, Brasília, 2005.

NOAA - *National Oceanic and Atmospheric Administration.* **Habitat Equivalency Analysis: An Overview.** Damage Assessment and Restoration Program. Department of Commerce . March 21, 1995 (Revised October 4, 2000 and May 23, 2006).

NOGUEIRA, J. M. **Valoração Econômica – Potencialidades e Limites.** *In:* Notas de Aula do Curso: Valoração Econômica e Compensação Ambiental: Conflitos e Complementaridades. Universidade de Brasília, agosto de 2011.

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

NOGUEIRA, J.M.; MEDEIROS, M.A.A. **Quanto vale aquilo que não tem valor? Valor de existência, economia e meio ambiente.** *Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 16, n. 3, p. 59-83, set./dez. 1999.*

OLIVEIRA JÚNIOR, Zedequias. **Composição e Reparação dos Danos Ambientais: art. 27 da Lei nº 9.605/98.** Dissertação (Mestrado) – Direito Ambiental. Universidade do Estado do Amazonas, Manaus: 2008. 207f.

POLINSKY, A. Mitchell, and Steven SHAVELL. 2000. ***The Economic Theory of Public Enforcement of Law.*** *Journal of Economic Literature*, 38(1): 45-76.

PUGLIESI, Adriane Cristine Vasconcelos. **Valoração econômica pelo método custo de reposição do efeito da erosão em sistemas de produção agrícola.** Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, 2007. 179p.

RODRIGUES, W. **Avaliação econômica do uso de tecnologias agrícolas sustentáveis nos cerrados brasileiros - o caso do plantio direto**. Brasília, 2002, 83 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente), Universidade de Brasília – UnB, Instituto de Ciências Humanas, Departamento de Economia, Brasília, 2002.

RODRIGUES, Waldecy. **Valoração Econômica dos Impactos Ambientais de Tecnologias de Plantio em Região de Cerrados**. RER, Rio de Janeiro, vol. 43, nº 01, p.135-151

SANDRONI, Paulo. **Novíssimo dicionário de economia**. 5. ed. São Paulo: Best Seller, 2000. 300 p

SANTANA, J.R.T. **Valoração econômica e conservação do meio ambiente: explorando a disposição a pagar de uma comunidade de baixa renda**. Brasília, 2002, 89 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente), Universidade de Brasília – UnB, Instituto de Ciências Humanas, Departamento de Economia, Brasília, 2002.

SHIKI, Shigeo; SHIKI, Simone de Faria Narciso. **Os Desafios de uma Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais: lições a partir do caso do Proambiente**. Sustentabilidade em Debate - Brasília, v. 2, n. 1, p. 99-118, jan/jun 2011

DE PLÁCIDO E SILVA, Oscar Joseph. Vocabulário jurídico. 15ª ed. Atualização de Nagib Slaibi Filho e Geraldo Magela Alves. Rio de Janeiro: Forense, 1998. SILVA, M. L. da; FONTES, A. A. **Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra (VET)**. Revista Árvore, Viçosa, v. 29, n. 6, dez. 2005.

SISCRIM. **Sistema Nacional de Gestão de Atividades da Criminalística da Polícia Federal**. Disponível na intranet DPF em <https://ditec.dpf.gov.br/sistemas/criminalistica> .

TONIETTO, A. ; SILVA, J.J.M.C. **Valoração de danos nos casos de mineração de ferro no Brasil**. Revista Brasileira de Criminalística, V. 1, N.1, p. 31-38, Brasília: ABC, 2011.

TORRES, Antonio Villaca; TORRES, Max Marcel Koerbel; GUELBERT, Tanatiana Ferreira. **Comentários sobre o uso de metodologias de valoração para danos ambientais e proposição de ações pró-ativas**. In: *Âmbito Jurídico*, Rio Grande, XIII, n. 75, abr 2010. Disponível em: <[http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=7356](http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=7356)>. Acesso em jan 2014.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Relatório de Acompanhamento Tomada de Contas TC 000.919/2011-0, de 10/04/2013**. Disponível em [www.tcu.gov.br](http://www.tcu.gov.br). Acesso em 06/11/2013.

TRINDADE, Roberto de Barros Emery; BARBOSA FILHO, Olavo. **Extração de Ouro – Princípios, Tecnologia e Meio Ambiente**. CETEM, Rio de Janeiro, 2002. 312p.

TURNER, Kerry; GEORGIU, Stavros; CLARK, Rebecca, BROWER, Roy; BURKE, Jacob. *Economic valuation of water resources in agriculture: From the sectoral to a functional perspective of natural resource management*. FAO Water Reports N 27. FAO, Rome, 2004. Disponível em <http://www.fao.org/docrep/007/y5582e/y5582e00.htm#Contents>. Acessado em 01/10/2013.

UNITED NATIONS. *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Framework Convention on Climate Change*. Kyoto, 1998. 20p. Disponível em <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>. Acesso em 07/10/2013.

UNITED NATIONS. **Our Common Future**. Report of the World Commission on Environment and Development, 1987. Disponível em <[www.un-documents.net/wced-ocf.htm](http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm)>, acessado em 03/03/2013.

VENÂNCIO, D.L.; KURTZ, F.C. **Evolução da legislação sobre o Meio Ambiente e o processo de valoração econômica da água no**

**Brasil. Ambiência** - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais, Guarapuava, V. 5 N. 1, p. 155 – 171, Jan./Abr, 2009.

WAKIM, Vasconcelos Reis. **Valoração Ambiental: Uso do método dose-respostana mensuração do impacto na lucratividade da produção de arroz irrigado na microrregião de Formoso do Araguaia, TO.** Palmas, 2010, 89p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) - Universidade Federal do Tocantins, 2002.

WUNDER, Sven; BÖRNER, Jan; TITO, Marcos Rüginitz; PEREIRA, Lígia. **Pagamentos por serviços ambientais: perspectivas para a Amazônia Legal.** 2ª ed., rev. – Brasília:MMA, 2009.144 p.

YOUNG, Robert A. **Determining the economic Value of Water - concepts and methods.** Washington DC, Resources for the Future, 2005. 376p.