

Maria Luiza Apolinário Cordioli

**APLICAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE VALORAÇÃO
ECONÔMICA DO DANO AMBIENTAL EM UM ESTUDO DE
CASO DA PERÍCIA CRIMINAL DO ESTADO DE SANTA
CATARINA.**

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

Orientadora: Prof. Dra. Cátia
Regina Silva de Carvalho Pinto

Florianópolis
2013

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

Cordioli, Maria Luiza Apolinário

APLICAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE VALORAÇÃO
ECONÔMICA DO DANO AMBIENTAL EM UM ESTUDO DE CASO
DA PERÍCIA CRIMINAL DO ESTADO DE SANTA CATARINA. /
Maria Luiza Apolinário Cordioli; orientadora, Cátia Regina Silva de
Carvalho

Pinto - Florianópolis, SC, 2013.

154 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. Valoração Econômica
Ambiental. 3. Valor Econômico do Dano Ambiental. 4.
Perícia Ambiental. I. Silva de Carvalho Pinto, Cátia
Regina. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais.
III. Título.

Este trabalho é dedicado aos meus pais, Celito e Maria Cristina, pelo exemplo de pessoas que são.

AGRADECIMENTOS

À ex-diretora e ao ex-gerente do Instituto de Criminalística do Instituto Geral de Perícias de Santa Catarina, Margarete Regina Goullarte e José Augusto da Luz Koerich, por suprirem minha ausência nos plantões e assim poder estar presente nas aulas do mestrado;

À minha orientadora, Prof. Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto, por aceitar me orientar, me ajudar na definição do tema e pelas diversas contribuições no presente trabalho;

Aos membros da banca, Prof. Danilo, Prof^a. Cristina e Prof. Ribas, por aceitarem fazerem parte da avaliação do presente trabalho;

Ao Prof. Georges Kaskantzis, pelo encaminhamento de importante bibliografia para a realização do presente trabalho;

Aos colegas do primeiro Mestrado Profissional em Perícia Criminal Ambiental, pela troca de experiências extremamente produtivas e por terem tornado essa fase mais divertida. Em especial, ao colega Mauro Magliano, pelo incentivo na escolha do tema e ao colega João Pedro, pela ajuda e troca de conhecimento, importantes na realização do presente trabalho;

Aos Professores Cátia e Danilo, já citados anteriormente, e ao colega de Mestrado Alexandre Raupp, por serem pioneiros dessa importante integração Universidade e Perícia e não medirem esforços para que o primeiro Mestrado Profissional em Perícia Criminal Ambiental ocorresse da melhor forma possível;

Ao colega do Ministério Público do Estado de Santa Catarina, Ricardo Wabner Binfaré, grande entusiasta pelo tema valoração econômica ambiental, pela ajuda em diversos pontos no presente trabalho;

Ao colega do IGP/SC, Luciano Ribeiro da Costa, pelo incentivo e detalhada revisão deste trabalho;

Aos amigos, que de alguma maneira ajudaram e apoiaram na realização do presente trabalho, além da compreensão dos momentos ausentes;

Aos meus irmãos, Júlio, Carol e Bea, pela amizade e incentivo na realização deste trabalho. Além da minha sobrinha e afilhada, Maria Carolina, pela compreensão dos momentos ausentes;

Aos meus pais, Celito e Cristina, pelo grande incentivo pelos estudos, além de terem me proporcionado a oportunidade em tê-lo. E, ainda, pelos cafezinhos impreterivelmente nos intervalos dos estudos. Em especial, ao meu pai, Perito aposentado, por ter passado seu entusiasmo pela perícia e ensinamentos sobre o tema;

Ao meu namorado, Guilherme, pelo incentivo, carinho, amizade, compreensão, apoio e consolos nas horas mais difíceis, por me ensinar a ser uma pessoa melhor e pela grande contribuição direta e indireta neste trabalho.

RESUMO

Objetivando subsídios para uma exploração dos recursos naturais de forma mais racional, foram criados os diferentes métodos de valoração econômica ambiental. Uma importante função desses métodos é no auxílio à justiça em ações civis e criminais, através de sua aplicação no cálculo do valor dano ambiental. O quesito quanto ao valor econômico do dano ambiental tem sido cada vez mais frequente dentre as solicitações de perícias criminais em Santa Catarina, contudo o IGP/SC não o tem respondido adequadamente, com a justificativa que a aplicação dos métodos é complexa e dispendiosa. A casuística da Perícia Criminal Ambiental no Estado de Santa Catarina revela que a maior parte dos casos ocorre em áreas pequenas (menores de um hectare), contudo os exemplos utilizados pelos autores das metodologias mais conhecidas de valoração econômica do dano ambiental utilizam áreas acima de um hectare. Com o intuito de analisar quais os melhores métodos que podem ser utilizados na rotina da Perícia Criminal Ambiental e se podem ser aplicados em uma área menor do que normalmente são utilizados, foram aplicados cinco metodologias - Método Fator Ambiental, Método do DERP (Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais), Método VERD (Valor Estimado de Referência para a Degradação Ambiental), Método Almeida e Método CATE (Custos Ambientais Totais Esperados) - em um estudo de caso da Perícia Criminal do Estado de Santa Catarina, no qual houve desmatamento e aterro em área de preservação permanente na Guarda do Embaú em Palhoça/SC. A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica, a análise do Laudo Pericial emitido pelo IGP/SC em 2010 e novas visitas ao local. Após essa etapa inicial, as metodologias escolhidas foram aplicadas e seus resultados foram avaliados e comparados por ferramentas da estatística descritiva. Como resultado do presente estudo observou-se que o método que mais se aproximou da mediana calculada foi o Almeida (desvio relativo percentual de 0,00%), enquanto os métodos CATE e DERP obtiveram resultados relativamente próximos à média (desvio relativo percentual de 10,81% e -16,14% respectivamente). Já os métodos Fator Ambiental e

VERD apresentaram valores de desvio relativo percentual extremamente altos (-89,52% e 57,23% respectivamente), demonstrando o que outro trabalho já indicava - uma tendência do método Fator Ambiental para um alto valor do dano a e do método VERD para um baixo valor do dano ambiental. De forma geral, após a leitura detalhada de cada método, considerou-se relativamente simples sua utilização. Sugere-se a aplicação em casos semelhantes (desmatamento e/ou aterro da área) dos métodos DEPRN, Almeida e CATE.

Palavras-chave: Valoração Econômica Ambiental. Valor Econômico do Dano Ambiental. Perícia Ambiental. Método Fator Ambiental. Método do DERP. Método VERD. Método Almeida. Método CATE.

ABSTRACT

The different environmental economic valuation methods have been created with the purpose of assisting a more rational exploitation of natural resources. An important feature of these methods is to aid justice in civil and criminal cases, through its application in calculation of the environmental damage. The question regarding the economic value of the environmental damage has been increasingly common among criminal expertise requests in Santa Catarina, yet the IGP/SC has not responded with the justification that the application of the methods is complex and expensive. Most cases of Criminal Environmental Expertise in the State of Santa Catarina is in small areas (less than one hectare), though the examples used by the authors of the best-known methodologies for economic valuation of environmental damage use areas over one hectare. In order to analyze the best methods that can be used in routine Criminal Environmental Expertise and can be applied to a smaller area than are normally used, were applied five methods (Fator Ambiental Method, DERP Method, VERD Method, Almeidas Method and CATE Method) in a case study of Criminal Environmental Expertise in State of Santa Catarina, where there was deforestation and landfill on a permanent preservation area in "Guarda do Embaú" - Palhoça/SC. The methodology used was the literature review, analysis of Expert Appraisal Report issued by the IGP/SC in 2010 and new visits to the area. After this initial step the chosen methodologies were applied and their results were evaluated and compared using descriptive statistical tools. As a result of this study, the method that is closer to the calculated average was the Almeidas (percentage relative deviation of 0,00%), while the DERP and CATE methods gave values relatively close to the average (relative deviation percentage 16,14% and 10,81%, respectively). The VERD and Fator Ambiental Methods already presented offset values of

extremely high percentage (57,23% and -89,52% respectively), reinforcing similar results obtained in other related work, that is, a tendency of the Fator Ambiental Method to low value of the damage and VERD method to high value of the environmental damage. Generally, after detailed analysis of each method it was considered relatively simple to use. It is suggested to apply in similar cases (deforestation and/or landfill area) DEPRN, Almeidas and CATE.

Key-words: Environmental Economic Valuation. Economic Value of Environmental Damage. Environmental Expertise. Fator Ambiental Method. DERP Method. VERD Method. Almeida Method. CATE Method.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Degradação instantânea sem recuperação natural....	83
Figura 2. Localização do Estado de Santa Catarina e do Município de Palhoça. Em azul retângulo aproximado da próxima imagem aérea.....	94
Figura 3. Imagem ilustrativa capturada do programa “Google Earth” com a localização aproximada do local de estudo no Município de Palhoça (seta).....	94
Figura 4. Imagem ilustrativa capturada do programa “Google Earth” com a localização aproximada do local de estudo (seta).....	94
Figura 5. Imagem ilustrativa capturada do programa “Google Earth” com a localização aproximada do local de estudo no Bairro (retângulo).....	95
Figura 6. Imagem ilustrativa capturada do programa “Google Earth” datada de 14/09/2009 com a delimitação aproximada no retângulo do local em estudo.....	96
Figura 7. Ampliação da via com depósito de aterro em 16/09/10.....	99
Figura 8. Vista da área aterrada no sentido leste – oeste em 16/09/10.....	99
Figura 9. Depósito de aterro atingindo a margem da lagoa em 16/09/10.....	99
Figura 10. Depósito de aterro na margem da lagoa em 16/09/10.....	99
Figura 11. Vista geral do local em 03.09.2013 (sentido leste-oeste).....	100
Figura 12. Vista geral do local em 03.09.2013 (sentido leste-oeste).....	100
Figura 13. Corte nas dunas para a abertura da via em 16/09/10.....	101
Figura 14. Remanescentes de dunas recobertas por vegetação de restinga em 16/09/10.....	102
Figura 15. Vista geral do local em 03.09.2013 (sentido oeste-leste).....	102
Figura 16. Detalhe da vegetação sobre dunas em 03.09.2013 (sentido leste-oeste).....	103

Figura 17. Lotes cercados no lado sul da rua em 16/09/10.....	104
Figura 18. Piquete demarcando lote no lado norte da rua em 16/09/10.....	104
Figura 19. Cerca de arame atravessando a lagoa em 16/09/10.....	104
Figura 20. Cerca delimitando os fundos dos lotes sobre a lagoa em 16/09/10.....	104

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Ordem preferencial das formas de reparação ambiental (adaptado de Leite, 2003).....	35
Quadro 2. Descrição e qualificação dos agravos, segundo o aspecto do ambiente e tipo do dano.....	72 e 73
Quadro 3. Determinação das variáveis intangíveis. Adaptado de Cardoso (2003).....	78
Quadro 4. Determinação dos valores intangíveis para o estudo de caso.....	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valor de Não-Uso e Valor de Uso e suas subdivisões.....	53
Tabela 2. Índices numéricos correspondentes à qualificação dos agravos, segundo o aspecto do meio ambiente e o fator de multiplicação.....	74
Tabela 3. Fatores para uso e ocupação do solo.....	80
Tabela 4. Fatores para as Unidades de Conservação e Área de Preservação Permanente.....	81
Tabela 5. Fator de relação entre os danos ambientais diretos e indiretos. Onde (d) danos ambientais diretos e (i) os indiretos.....	86
Tabela 6. Consulta de preços para a retirada de aterro.....	111
Tabela 7. Consulta de preços de mudas nativas.....	112
Tabela 8. Preços utilizados dos insumos e atividades (rendimentos de hora homem por hectare - HH/ha) e cálculo para a área. Unid. – unidade. Rend. – rendimento. Mão de obra – diária de um trabalhador rural.....	113 e 114
Tabela 9. Resultado dos valores do dano ambiental para os diferentes métodos.....	126
Tabela 10. Comparação dos valores de dano ambiental segundo Souza (2011).....	127

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACB - Análise Custo Benefício
APP - Área de Preservação Permanente
AV - Avaliação do dano ambiental
CATE - Custos Ambientais Totais Esperados
CEPA - Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola
Cd - Custos de reparação do dano ambiental;
CRA - Custo de recuperação da área
CR - Custo de Restauração;
CRO - Custo de Restauração Objetiva;
CRP - Custo de Restauração Presente;
DAC - Disposição a aceitar compensação
DAP - Disposição a pagar
DEPRN - Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais
EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FA - Fator Ambiental
Fi/d - Fator que relaciona os danos diretos e indiretos;
FM - Fatores de Macrozoneamento
FUC - Fatores de Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente
IGP/SC - Instituto Geral de Perícias de Santa Catarina
MCE - Método de Custos Evitados
MCR - Método de Custos de Reposição
MCV - Método dos Custos de Viagem
MDR - Método Dose-Resposta
MPH - Método de Preços Hedônicos
MVC - Método de Valoração Contingente
SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índices da Construção Civil
SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação
Vc - Valor comercial;
VERA - Valor Econômico do Recurso Ambiental
VERD - Valor Estimado de Referência para a Degradação ambiental
VET - Valor Econômico Total

VUD - Valor de Uso Direto
VUI - Valor de Uso Indireto
VO – Valor de Opção

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	OBJETIVOS	23
1.1.1	Objetivo Geral	23
1.1.2	Objetivos Específicos	23
2	VALOR DO DANO AMBIENTAL E LEGISLAÇÃO RELACIONADA	25
2.1	CONCEITO DE DANO AMBIENTAL	25
2.2	DANO AMBIENTAL: RESTAURAÇÃO, RECUPERAÇÃO E COMPENSAÇÃO	27
2.3	COMPENSAÇÃO FINANCEIRA (INDENIZAÇÃO)	38
2.4	AS ESFERAS DE RESPONSABILIDADE DO DANO AMBIENTAL	41
2.4.1	Responsabilidade Civil	42
2.4.2	Responsabilidade Penal	43
2.4.3	Responsabilidade Administrativa	43
2.5	IMPORTÂNCIA DA PERÍCIA NA APURAÇÃO DO DANO AMBIENTAL	44
3	VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL	46
3.1	VALOR ECONÔMICO DO DANO AMBIENTAL	46
3.2	VALOR ECONÔMICO DO RECURSO AMBIENTAL - VERA	49
3.3	MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL	53
3.3.1	Métodos Diretos	54
3.3.1.1	Método de Valoração Contingente – MVC	55
3.3.1.2	Método dos Custos de Viagem – MCV	57

3.3.1.3 Método de Preços Hedônicos - MPH	59
3.3.2 Métodos Indiretos	60
3.3.2.1 Método Dose-Resposta - MDR	61
3.3.2.2 Método de Custos Evitados - MCE	63
3.3.2.3 Método de Custos de Reposição - MCR	64
3.3.2.4 Método do Fator Ambiental	66
3.3.2.5 Método DEPRN	67
3.3.2.6 Método VERD (Valor Estimado de Referência para a Degradação Ambiental)	73
3.3.2.7 Método Almeida	78
3.3.2.8 Método CATE	83
3.4 RECOMENDAÇÕES E COMPARAÇÃO DO USO DAS DIFERENTES METODOLOGIAS PELA PERÍCIA AMBIENTAL	86
4 MATERIAL E MÉTODOS	91
4.1 ÁREA DE ESTUDO	92
4.2 MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL APLICADOS	95
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	97
5.1 LEVANTAMENTO DO LOCAL	97
5.2 LEGISLAÇÃO RELACIONADA	104
5.3 CUSTO DE RECUPERAÇÃO DA ÁREA DEGRADADA	107
5.4 APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA DO DANO AMBIENTAL	114
5.4.1 Método Fator Ambiental	114
5.4.2 Método DEPRN	115
5.4.3 Método VERD	118
5.4.4 Método Almeida	120

5.4.5 Método CATE (Custos Totais Esperados)	122
5.5 ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS	124
6 CONCLUSÕES	128
REFERÊNCIAS	133
APÊNDICE A - MÉTODO DEPRN - CRITÉRIOS DE QUALIFICAÇÃO DE AGRAVOS	141

1 INTRODUÇÃO

Por muito tempo o homem acreditou que os recursos naturais eram infinitos, assim a sua exploração sempre ocorreu de forma ilimitada. Contudo, atualmente com o aumento da população mundial seu uso indiscriminado tem colocado seriamente em risco o meio ambiente e a vida na Terra.

O uso excessivo dos recursos naturais está diretamente relacionado ao estilo de vida da população em geral, ao seu modo de produção e, conseqüentemente, a economia dos diferentes países. Repensar a relação entre meio ambiente e economia é essencial para o início da diminuição do uso excessivo dos recursos naturais.

Ao final da década de 1960, havia duas linhas de pensamento quanto à economia e ao meio ambiente: economia de fronteira e ecologismo radical. Para os seguidores da economia de fronteira os recursos naturais eram infinitos. Já o ecologismo radical acreditava no “crescimento zero”. A partir do ano de 1987 iniciou-se o diálogo entre os dois grupos e surgiu o conceito de desenvolvimento sustentável (LELE, 1991).

O desenvolvimento sustentável tem como objetivos frear o uso excessivo e a completa degradação dos recursos naturais, e tentar conciliar o desenvolvimento econômico e o uso sustentável dos recursos, sendo uma de suas ferramentas a valoração econômica dos recursos naturais.

O valor atribuído ao meio ambiente até então era considerado “custo zero”, ou seja, era gratuito e não entrava na contabilidade

econômica, apesar de ser utilizado na produção de bens materiais e serviços com valor econômico estabelecido (BENAIKOUICHE; CRUZ, 1994).

Assim como explana Motta (1997), os custos da degradação ecológica não tem sido pagos por aqueles que o geram, e assim são externalizados para o sistema econômico, afetando terceiros sem a devida compensação. Devido a esse desvio, atividades econômicas são planejadas sem levar em conta essas externalidades ambientais e padrões de consumo das pessoas são forçados, sem que haja nenhuma internalização dos custos ambientais. Como resultado, há um padrão de apropriação do capital natural, onde os benefícios são providos para alguns usuários de recursos ambientais, e os custos são divididos por todos.

Desta forma, gerações futuras serão deixadas com um estoque de capital natural resultante das decisões das gerações atuais, arcando com os custos que estas decisões podem implicar (MOTTA, 1997).

A falta de preços para os recursos ambientais, assim como para os serviços por eles prestados, acarretam no sério problema de seu uso desenfreado. Assim sendo, com o intuito de estimar “preços” para os serviços ambientais prestados e haver subsídios para uma exploração mais racional, foram criados os diferentes métodos de valoração ambiental, fundamentados na teoria neoclássica do bem estar (NOGUEIRA; MEDEIROS; ARRUDA, 2000).

Os métodos de valoração ambiental propõem a análise de custo-benefício, em que os valores sociais dos bens e serviços ambientais são considerados de forma a refletir variações de bem-estar e não somente seus respectivos valores de mercado (MOTTA, 1997). E, ainda, os métodos têm como objetivo comum estimar os valores econômicos para os recursos naturais, simulando um mercado hipotético para esses bens que não possuem um preço definido. Todavia, não se trata de transformar um bem ambiental num produto de mercado, mas sim mensurar as preferências dos indivíduos sobre as alterações em seu ambiente (PEARCE, 1993).

O risco que se corre, ao atribuir valor monetário a bens e serviços ambientais, é de passar a acreditar que eles valem aquilo que os métodos de valoração econômica ambiental mostram, assim como de pensar que recursos naturais possam ser somados a ativos construídos pelo homem, tornando-os substituíveis (CAVALCANTI, 2010).

Apesar dos riscos e dificuldades em se valorar economicamente o meio ambiente, sua aplicação é necessária devido às suas diferentes utilizações empregadas atualmente.

Os métodos de valoração podem auxiliar na avaliação de determinado projeto através da análise de custo-benefício (ACB)¹ (HANLEY; SPASH, 1993), bem como auxiliar na determinação

¹ Hanley e Spash (1993) indicam que uma análise de custo-benefício para bens ambientais é aplicada em quatro estágios essenciais: i) definição do projeto; ii) identificação dos impactos economicamente relevantes; iii) quantificação física dos impactos; iv) valoração monetária dos efeitos relevantes.

de valores de taxas e tarifas ambientais (REIS; MOTTA, 1994 apud NOGUEIRA; MEDEIROS; ARRUDA, 2000).

Segundo Pearce (1993), a elaboração de políticas ambientais será mais eficiente quando houver a valoração econômica dos bens naturais. Essa valoração deveria estar presente na elaboração de projetos em obras de engenharia, pois auxiliaria a internalização do custo social na análise privada, na perspectiva do empreendedor e do governo, que buscam a escolha mais adequada de projetos para nossa sociedade (ARAÚJO, 2011).

Outra função importante dos métodos de valoração dos recursos naturais é no auxílio à justiça em ações civis e criminais, através da aplicação dos métodos no cálculo do valor dano ambiental. Esse montante, na esfera penal será utilizado para efeitos de prestação de fiança e cálculo de multa por danos ambientais. Já na esfera civil, para estabelecer justas indenizações, as quais devem ser ressarcidas pela parte responsável conforme sentença judicial. Assim, faz-se essencial a proposição de procedimentos de valoração econômica para subsidiar decisões judiciais, com respaldo na interface Economia e Direito (ARAÚJO, 2003).

Apesar da importância dos métodos de valoração econômica ambiental, na literatura há ainda pouca bibliografia a ser consultada, conforme discorre Motta (1997, p.7): “a produção de pesquisa nesta área é muito baixa no país e existe um grande vazio em termos de livros-textos e outras publicações em língua portuguesa.”

Já o acervo bibliográfico com métodos aplicáveis na valoração econômica do dano ambiental para fins de auxílio à justiça em ações civis e criminais, mostra-se ainda mais precário.

No cotidiano da perícia oficial brasileira, a aplicação de métodos objetivos e rápidos para o cômputo do valor de danos ambientais mostra-se necessária, tendo em vista às dificuldades relacionadas ao tempo, número de profissionais capacitados e gastos financeiros. Contudo, é de extrema importância obedecer aos critérios de simplicidade, reconhecimento legal, transparência e proporcionalidade (TONIETTO, 2011).

A pequena oferta de metodologias de valoração consagradas no meio forense tem acarretado na não valoração ou na ausência de uniformidade entre as metodologias utilizadas, podendo gerar controvérsias e dúvidas que podem comprometer a persecução penal (MAGLIANO, 2012).

A casuística da Perícia Criminal no Estado de Santa Catarina revela que, na maioria dos casos, as ocorrências ocorrem em áreas pequenas (menores de um hectare). Contudo, os exemplos utilizados pelos autores das metodologias mais conhecidas de valoração do dano ambiental são baseadas geralmente em áreas acima de um hectare.

O quesito quanto ao valor econômico do dano ambiental tem sido cada vez mais frequente dentre as solicitações de perícias criminais de Santa Catarina, contudo o IGP/SC (Instituto Geral de Perícias de Santa Catarina) não o tem respondido, sendo apenas

apresentada a justificativa que a aplicação dos métodos de valoração do dano ambiental é complexa e dispendiosa.

Sabendo do dever legal do Perito Criminal em responder ao quesito do valor do dano ambiental e com o intuito de avaliar o desempenho de métodos de valoração do dano ambiental que sejam práticos e relativamente rápidos, em uma área menor do que normalmente são utilizadas, serão aplicados no presente trabalho 5 (cinco) métodos de valoração econômica ambiental já existentes em um estudo de caso da Perícia Criminal do Estado de Santa Catarina.

O presente trabalho foi dividido em seis capítulos. No primeiro capítulo – Introdução – são abordadas a relevância e a justificativa da escolha do tema dessa dissertação, além dos objetivos gerais e específicos. O segundo capítulo detalha o que é a valoração econômica do dano ambiental e a legislação relacionada a esse assunto e a perícia, tanto na esfera criminal como na civil, levando em consideração que o IGP/SC recebe solicitações de perícias na esfera penal e casos de ações civis públicas. Já o terceiro capítulo abrange os conceitos teóricos relacionados com o valor econômico do recurso ambiental e detalha os principais métodos utilizados, assim como as metodologias que serão aplicadas no presente trabalho. O quarto capítulo descreve os materiais e métodos utilizados, além de detalhar as características do local em estudo. O quinto capítulo é referente aos resultados e conclusão do presente trabalho. Nesse capítulo será relatado o levantamento do local

(constatações observadas) e o relaciona com a legislação brasileira, assim como detalha quais métodos foram utilizados. Expõe, também, os resultados observados e faz uma análise comparativa dos mesmos. Finalmente, no sexto capítulo, foram abordadas as conclusões do presente trabalho, indicando quais os métodos de valoração de dano ambiental são sugeridos em casos similares ao estudado, entre outras considerações finais.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho consiste em avaliar diferentes metodologias de valoração econômica do dano ambiental em um estudo de caso da Perícia Criminal Ambiental em uma pequena área (aproximadamente 750m²), na qual houve desmatamento e depósito de aterro em restinga caracterizada como Área de Preservação Permanente.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar quais métodos de valoração ambiental podem ser utilizados no local em estudo;
- Aplicar os métodos de valoração do dano ambiental escolhidos para a área em estudo;
- Comparar os resultados dos valores do dano ambiental fornecidos por cada método para à área em estudo;

- Analisar quais os melhores métodos que podem ser utilizados na rotina da Perícia Criminal Ambiental e sua aplicação em pequenas áreas (menores de 1 hectare);

2 VALOR DO DANO AMBIENTAL E LEGISLAÇÃO RELACIONADA

2.1 CONCEITO DE DANO AMBIENTAL

Na legislação brasileira não há uma definição de “dano ambiental”, apesar de encontrarmos esse termo expresso em leis e resoluções brasileiras².

Com o intuito de auxiliar a compreensão desse conceito, primeiramente apresenta-se os diferentes tipos de definições do termo “meio ambiente”. Ainda que essa expressão seja redundante - ambiente já engloba a noção de meio -, esse termo é bastante difundido, sendo encontrado em diversos textos, tanto na legislação como no meio acadêmico.

Segundo o conceito acadêmico, meio ambiente abarca as “circunvizinhanças de um organismo, incluindo as plantas, os animais e os microorganismos com os quais ele interage” (RICKLEFS, 1996). Já a legislação brasileira define meio ambiente como “conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (ABNT, 2009; BRASIL, 1981).

² Exemplo no Art.19 da Lei nº 9.605/1998: “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.”

Nota-se que as definições são amplas, não se limitando à relação do ambiente ao homem, mas sim a relação entre todas as formas de vida.

A partir desses conceitos, depreende-se que dano ambiental refere-se tanto à degradação do meio ambiente propriamente dito, como à de seus elementos naturais afetando o homem e/ou todas as formas de vida.

Segundo Leite (2003, p. 94), dano ambiental “constitui uma expressão ambivalente, que designa, por vezes, alterações nocivas ao meio ambiente e, por outras, os efeitos que tal alteração provoca na saúde das pessoas e em seus interesses”. Ou, ainda, dano ambiental é “a alteração, deterioração ou destruição, parcial ou total, de quaisquer dos recursos naturais, afetando adversamente o homem e/ou a natureza” (BENJAMIN, 1998, p. 132).

A Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981), apesar de não definir dano ambiental, conceitua termos similares, como degradação da qualidade ambiental (parágrafo II do Art. 3º) como sendo a “alteração adversa das características do meio ambiente”. E poluição (parágrafo III do Art. 3º) como:

degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em

desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

No presente trabalho será utilizada a definição ampla de Mirra (2002), em que dano ambiental engloba, de um lado, a lesão que abrange os elementos naturais, artificiais e culturais, tratados como bem de uso comum do povo, juridicamente protegido e, de outro, significa a violação do direito de todos ao equilíbrio ecológico, direito humano fundamental, de natureza difusa.

2.2 DANO AMBIENTAL: RESTAURAÇÃO, RECUPERAÇÃO E COMPENSAÇÃO

Em diversos países, observa-se que os custos ambientais das diferentes atividades humanas continuam crescendo, contudo essa observação já é antiga. Em 1972, a Declaração de Estocolmo, em seu preâmbulo, assim observa: “Vemos à nossa volta evidência crescente da danosidade produzida pelo homem em muitas regiões da Terra: níveis perigosos de poluição na água, ar, solo e seres vivos; grandes e indesejáveis distúrbios de equilíbrio ecológico da biosfera; destruição e perda irreparáveis de recursos; e graves deficiências prejudiciais à saúde física, mental e social do homem” (BENJAMIN, 1998).

É consenso entre estudiosos do tema que a forma mais eficaz da conservação da biodiversidade envolve a preservação ambiental e do impedimento da ocorrência do dano ambiental. A Legislação Brasileira vai ao encontro dessa ideia, sendo bastante

clara quanto à importância da preservação ambiental, conforme determina a Constituição Federal (BRASIL, 1988):

Art. 225 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;

Assim com determina, também, a Lei 6938/81 (BRASIL, 1981):

Art 2º - A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

[...]

IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

[...]

IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;

E ainda, segundo Machado (2002, p. 62-63), a Convenção da Diversidade Biológica expõe, em seu preâmbulo, que é de suma importância “prever, prevenir e combater na origem as causas da sensível redução ou perda da diversidade biológica”, sendo que há o “dever jurídico de evitar consumação de danos ao meio ambiente”.

Entretanto, caso ocorra a falha na preservação ambiental, e assim a ocorrência do dano ambiental, surge a necessidade de sua reparação por parte do poluidor.

A reparação do dano ambiental é de tal importância que está prevista na Constituição Federal (BRASIL, 1988):

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

[...]

§ 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.

Assim como, na Lei 6938/81 (BRASIL, 1981):

Art 4º - A Política Nacional do Meio Ambiente visará:

[...]

VII - à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da

contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

[...]

Art 14 - Sem prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal, o não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental sujeitará os transgressores:

[...]

§ 1º - Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente.

Não há dúvidas que para a Legislação Brasileira, após a ocorrência do dano ambiental, a prioridade é a sua reparação, apesar da grande dificuldade do restabelecimento do *status quo ante* do ambiente danificado. De acordo com Leite (2003, p. 209), “a natureza, ao ter suas composições física e biológica modificadas por agressões que ela não consegue tolerar, não pode jamais ser verdadeiramente restabelecida, do ponto de vista ecológico”.

Contudo, a impossibilidade do verdadeiro restabelecimento da área degradada não impede que se recupere a área o mais próximo de suas funcionalidades ecológicas e sociais. Assim como, discorre Mirra (2002, p.64):

Na verdade, os elementos da natureza e os bens integrantes do patrimônio cultural não podem jamais ser completamente restabelecidos ou recompostos após a degradação, mesmo com o auxílio dos peritos mais competentes nas diversas matérias – há sempre, em maior ou menor grau, algo de irreversível na lesão acarretada ao meio ambiente.

Isso não significa, no entanto, que os danos causados à qualidade ambiental não são reparáveis. A reparação do dano ambiental vai implicar invariavelmente na adaptação do meio ambiente degradado e dos seus elementos a uma situação que possa ser a mais próxima possível daquela anterior ao dano ou daquela em que o meio ambiente estaria se o dano não tivesse ocorrido.

Dito de outra maneira, os danos ambientais podem, até, em certas hipóteses, ser irreversíveis, sob o ponto de vista ambiental e ecológico, mas não serão nunca irreparáveis, sob o ponto de vista jurídico. Uma compensação – in natura ou pecuniária – deverá ser sempre concedida para a recomposição, na medida do possível, do ambiente degradado.

A principal dificuldade é determinar como estaria o ambiente anteriormente ao dano ambiental, pois é provável que já não estivesse em seu equilíbrio ecológico perfeito. Há casos em que é impossível substituir os componentes naturais do ambiente por outros idênticos, pelo desconhecimento do estado inicial do meio ambiente degradado e por não existirem inventários ou estudos científicos globais realizados antes da degradação (STEIGLEDER, 2004).

Apenas quando não for possível realmente estabelecer a reparação do dano é que se deve proceder à sua substituição por outro funcionalmente equivalente ou aplicar a sanção monetária com o mesmo fim de substituição, no entanto, sempre de forma subsidiária (LEITE, 2003).

Outra questão que se observa na legislação vigente é que, até o ano de 2000, os termos “recuperar” e “restaurar” eram utilizados como sinônimos.

Conforme se observa na Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981), em que prevê no inciso VIII do Artigo 2º, como um de seus princípios, a “recuperação de áreas degradadas”. Logo após, no inciso VI do Artigo 4º prevê a “restauração dos recursos ambientais” e a “imposição ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar os danos causados” (art. 4º, VII,) (grifos do autor).

A diferenciação entre os termos restauração e recuperação foi definida apenas no ano 2000 pelo SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação (BRASIL, 2000), regulamentando o Artigo 225 da Constituição Federal, conforme a seguir:

Art. 2º Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

[...]

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

[...]

XIV - restauração: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre

degradada o mais próximo possível da sua condição original;

A partir da diferenciação do conceito dos dois termos expressos no SNUC, o poluidor não poderá optar pela restauração ou recuperação. Com base na sistemática ambiental e nos princípios que regem o direito ambiental, a prevalência é sempre pela restauração. Apenas se essa não for possível tecnicamente, realiza-se a recuperação. Isso será avaliado tecnicamente em cada caso, a depender do ambiente degradado (FREITAS, 2011).

Conforme detalha Freitas (2011, p 14):

Com efeito, ocorrido o dano ambiental, se for possível estabelecer a restituição daquele ecossistema a uma condição muito próxima à original, a restauração é a única medida que deve ser aceita para a integral reparação do dano ambiental. Caso contrário, se não há possibilidade de se chegar à proximidade do ecossistema original degradado, admite-se a restituição do ecossistema degradado a uma condição não degradada, diferente de sua condição original, para a completa reparação do dano ambiental.

Já nos casos em que realmente não seja possível a restauração ou recuperação do dano ambiental, a legislação vigente determina que aplica-se ao poluidor a compensação ambiental.

O legislador indica duas formas de compensação ambiental: a compensação *in natura* ou a compensação financeira. Segundo Badini (2012), a compensação *in natura* ou ecológica é a forma

de reparar o dano ambiental através da reconstituição ou melhora de outro bem ou sistema ambiental equivalente ao afetado. Já a compensação financeira ou indenização em dinheiro é a forma indireta de reparar a lesão ao meio ambiente, aplicável somente quando não for possível a restauração e/ou recuperação e a compensação ecológica.

A ordem preferencial das formas de reparação do dano ambiental encontra-se resumida no quadro 1.

Quadro 1. Ordem preferencial das formas de reparação ambiental (adaptado de Leite, 2003).

Ordem preferencial das formas de reparação ambiental	
1ª alternativa	Restauração
2ª alternativa	Recuperação
3ª alternativa	Compensação <i>in natura</i> ou ecológica
4ª alternativa	Compensação financeira ou indenização

Segundo Freitas (2011), a compensação *in natura*, como forma de reparação integral do meio ambiente lesado, apresenta evidentes vantagens em relação à compensação financeira: tem efeito preventivo (sob o aspecto da conservação e reparação do meio ambiente) e repressivo (permite a adequada imputação dos danos ao seu causador). Em consequência, tem como fundamentos os princípios do poluidor-pagador e o da reparação integral do dano.

A compensação *in natura* volta-se para a restauração de uma área distinta da degradada, tendo por objetivo contribuir para a melhoria do patrimônio global natural. A área deverá, preferencialmente, integrar a mesma bacia hidrográfica do sítio originalmente degradado e se possível, a mesma microbacia (PINHO, 2008).

Contudo, a compensação *in natura* (em outra área) deverá ser avaliada rigorosamente, pelo fato de aceitá-la como regra, estimular proprietários à prática de degradação com o fim de transferir o ônus do dano ambiental para outras áreas (MARQUES, 2011).

Já a compensação financeira, consiste na substituição por equivalente em valor pecuniário, porém essa medida não cumpre a função de reconstituir a característica coletiva do bem. Isso pelo fato de a indenização transformar em dinheiro valores sociais de natureza diversa, que não encontram correspondência nos parâmetros de mercado. Desta forma, os mecanismos processuais devem ser compreendidos e aplicados de maneira a conduzir à adoção de soluções capazes de impor condutas, de maneira a evitar o dano ou a reconstituir o bem lesado (MACHADO, 2002).

Durante a apuração do dano ambiental, a medida monetária que o representará deverá, no mínimo, cobrir o custo social dos danos materiais sofridos. Contudo, o ideal seria que a Lei computasse em sua exigência não somente a equiparação ao dano acarretado, mas sim todo o custo para o Estado dessa

infração, assim como o custo da fiscalização, da apreensão, do aparato institucional, além da devida indenização pelos danos materiais, culturais e morais (ARAUJO, 2003).

Apesar de suas funcionalidades no campo jurídico, a compensação pecuniária por danos ambientais é apenas um “cuidado paliativo”, pois vai de encontro às causas fundamentais da crise ambiental e a favor do pensamento capitalista, quando deveria procurar maior comprometimento ético com o bem ambiental e as gerações futuras (LEITE, 2003). Apesar disso, ainda concentra-se esperança “de que tal resposta, ainda que provisória, sirva como uma pequena luz a inspirar ações verdadeiramente comprometidas com o uso sustentável do meio ambiente, patrimônio da atual geração e herança para aquelas que ainda estão por vir” (ALVARENGA; BARREIRO, 2011, p. 69).

Conforme discorre Freitas (2011), na responsabilidade civil a compensação financeira nem sempre é inserida como “resultado prático equivalente”, pois em alguns casos ela é somente parte da reparação integral do dano. Isso pode ocorrer, por exemplo, na reparação do “lucro cessante ambiental”, em que além do dano emergente (dano ecológico puro), o infrator deve reparar também a perda ou diminuição das funções ecológicas do ecossistema no período do dano até sua efetiva recuperação, através da necessária compensação. O chamado lucro cessante ambiental, também é conhecido como dano interino ou intercorrente.

Então mesmo que haja a reparação do meio ambiente degradado, deve-se analisar e fixar, ainda, o valor a ser compensado em decorrência daquele dano ambiental, sob a modalidade “lucro cessante”.

Outro tipo de dano que se utiliza a compensação financeira, é nos casos de danos extrapatrimoniais. Para identificar com mais clareza este tipo de dano, Macieywski (2006) utiliza-se como exemplo os moradores da cidade paranaense de Guáira, os quais viviam exclusivamente do turismo ocasionado pela beleza natural de Sete Quedas. Contudo, tiveram suas vidas, bem-estar, cotidiano, turismo e economia modificados, além de terem visto sua cidade encolher ao se depararem com o alagamento da beleza natural de Sete Quedas pelo lago resultante da barragem da Hidroelétrica de Itaipu. Nesse caso, não há dúvidas de que interesses trans-individuais foram atingidos em sua dimensão extrapatrimonial, sendo assim já se fixou que nesse tipo de dano o tipo de reparação deve ser a forma indireta: compensação indenizatória (FREITAS, 2011).

Assim, na responsabilidade civil, a possibilidade da compensação indenizatória apenas surge nos seguintes casos: (a) nas situações em que for impossível a implementação de medidas de restauração e/ou recuperação; (b) para compensar o dano interino (lucro cessante), decorrente do lapso temporal durante o qual a coletividade fica privada dos benefícios e serviços que seriam prestados pelo sistema ambiental; (c) como

indenização decorrente do dano ambiental coletivo extrapatrimonial (ALVARENGA; BARREIRO, 2011).

Apesar do direito ambiental definir com clareza quando a compensação financeira deve ser aplicada, atualmente o sistema jurídico-ambiental de responsabilidade civil vem sofrendo dupla violação, conforme discorre Pinto (2011, p. 72): “Primeiro, por conta do Poder Legislativo, que, por diversas vezes, inverte a ordem de prioridades e impõe a compensação como forma principal de garantia da tutela ambiental. Por outro lado, o Poder Judiciário vem, reiteradamente, reconhecendo a chamada “teoria do fato consumado”, estabelecendo, em síntese, que tudo é permitido, desde que se exija compensação.”.

2.3 COMPENSAÇÃO FINANCEIRA (INDENIZAÇÃO)

Como já discutido, a indenização é a forma indireta de reparar o dano ambiental e deve ser aplicada na esfera civil nas situações em que não for possível a restauração, recuperação e/ou compensação ecológica, assim como nos casos de danos interinos e extrapatrimoniais.

O montante em dinheiro arrecadado da indenização deve ser revertido ao Fundo de Reparação aos Interesses Difusos e Lesados, conforme determina o artigo 13 da Lei nº 7.347/85 (BRASIL, 1985):

Art. 13. Havendo condenação em dinheiro, a indenização pelo dano causado reverterá a um fundo gerido por um Conselho Federal ou

por Conselhos Estaduais de que participarão necessariamente o Ministério Público e representantes da comunidade, sendo seus recursos destinados à reconstituição dos bens lesados.

Entretanto, a reconstituição a ser realizada pelo Fundo de Reparação aos Interesses Difusos e Lesados, não necessita ter nenhuma correlação com a demanda ou mesmo com a base territorial em que foi verificado o dano. Há vinculação, apenas, quanto à espécie de interesse tutelado na ação: os recursos obtidos em condenações ambientais só podem ser empregados em questões ambientais, mas não necessariamente na cidade, ou mesmo na região em que ocorreu o dano (FREITAS, 2011).

Nos casos de ocorrência de um dano ambiental, as metodologias de valoração econômica ambiental podem auxiliar no estabelecimento de um valor de indenização desse dano ambiental.

No momento em que se firma o Termo de Ajustamento de Conduta (contrato administrativo entre o infrator das leis ambientais e o Poder Público), é comum que se arbitre a compensação recurso-recurso ou serviço-serviço, sem que, necessariamente, seja fixado um *quantum* valorativo do bem que se pretende compensar. Já em casos complexos, em que tal arbitramento não é tão simples, a valoração monetária surge como antecessora necessária à compensação ou mesmo à indenização (FREITAS, 2011).

Outra situação em que a valoração monetária do dano ambiental pode se mostrar necessária é nas ações civis públicas em que há pedido expresso de indenização dos danos ambientais irreversíveis, interino ou extrapatrimoniais (FREITAS, 2011).

Já nos crimes ambientais, entende-se que, quando for possível a perícia, deverá realizar o cálculo do valor econômico do dano ambiental, conforme determina o Artigo 19 da Lei 9605/98 (BRASIL, 1998): “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.”.

Contudo, a Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998) não apresenta explicitamente um parâmetro de cálculo do valor econômico do dano ambiental, assim deixa margem para a subjetividade daqueles que fixarem os valores das multas e das indenizações (ARAÚJO, 2011).

E, ainda, a Legislação Brasileira não define critérios específicos e precisos sobre como proceder à valoração econômica ambiental, além de não existir doutrina e jurisprudência que firmaram um entendimento consensual sobre o tema. Sendo assim, entende-se que a princípio qualquer metodologia é válida, desde que bem fundamentada (ARAÚJO, 2011).

A valoração monetária do dano ambiental deverá sempre estar acompanhada da descrição clara do método ou dos métodos empregados (FREITAS, 2011).

A escolha da metodologia a ser aplicada irá depender de cada caso, pois como a própria NBR 14653-6 (ABNT, 2009) reconhece, a valoração econômica ambiental depende de diversos fatores, dentre eles das informações disponíveis no caso em questão, da capacitação dos profissionais e da existência ou não de um mercado consumidor para o bem a valorar.

A solicitação da valoração econômica do dano ambiental poderá ocorrer pelas diferentes esferas de responsabilidade do direito, conforme é discutido no subitem a seguir.

2.4 AS ESFERAS DE RESPONSABILIDADE DO DANO AMBIENTAL

As infrações ambientais, assim como a teoria geral da responsabilidade no Direito, estão sujeitas à tríplice responsabilidade: penal, administrativa e civil - conforme dispõe o § 3º, do artigo 225, da Constituição Federal:

§ 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. (grifo do autor)

O texto constitucional reconhece três tipos de responsabilidade independentes entre si – a administrativa, a criminal e a civil –, com as respectivas sanções, o que não é peculiaridade do dano ambiental, pois qualquer dano a bem de interesse público pode gerar os três tipos de responsabilidade.

2.4.1 Responsabilidade Civil

Na esfera da responsabilidade geral, a sanção civil tem basicamente uma dupla função: garantir às pessoas o direito de segurança, de tal forma que os indivíduos sintam-se compelidos a respeitar o patrimônio alheio, e servir como sanção civil de natureza compensatória, mediante reparação do dano causado à vítima (SILVA, 2004).

A responsabilidade civil por danos ambientais está relacionada à Ação Civil Pública regida pela Lei 7.347/85 e recepcionada pela Constituição Federal. Baseia-se na responsabilidade civil objetiva, constituindo importante sistema de repressão a danos ao meio ambiente. Assim, de forma geral, pode-se dizer que as funções da responsabilidade civil por danos ambientais têm caráter compensatório às vítimas e à sociedade, com a reposição material. Além disso, são também minimizatórias de custos administrativos, porque diminuem ao Estado os custos sociais, já que repassam aos empreendedores a responsabilidade do custo de reposição dos danos (ÁVILA, 2006).

2.4.2 Responsabilidade Penal

A responsabilidade no âmbito penal é o recurso extremo de que se vale o Estado para coibir as ações consideradas ilícitas. Distingue-se da responsabilidade civil pelo fato que aquela tem como objetivo aplicar penas em condutas ilícitas e essa caracteriza-se pela obrigação de indenizar a vítima pelo dano causado (LEITE, 2003).

De forma geral, a responsabilidade criminal deriva do cometimento de crime ou de contravenção. No crime ambiental, como não poderia ser diferente, obedece ao princípio da legalidade - só é crime aquilo que estiver previsto e na forma definida em lei e quando ela o define (ÁVILA, 2006).

2.4.3 Responsabilidade Administrativa

Por fim, a esfera administrativa, a sanção é a imposição pelo Poder Público, dotado de poderes administrativos, com vistas à realização das tarefas administrativas a ele inerentes (LEITE, 2003). Resulta de infração a normas administrativas, sujeitando-se o infrator a uma sanção de natureza também administrativa, como: advertência, multa, interdição de atividade, suspensão de benefícios, etc. (SILVA, 2004).

É importante ter conhecimento que, na ocorrência de um dano ambiental, o infrator poderá ser responsabilizado nas três esferas (administrativa, criminal e civil), independentes entre si.

2.5 IMPORTÂNCIA DA PERÍCIA NA APURAÇÃO DO DANO AMBIENTAL

O crime contra o meio ambiente é somente aquela conduta tipificada pela Lei ou quando a degradação de recursos naturais não é autorizada pelo poder público. Os danos ambientais decorrentes de atividades legalmente autorizadas não são crimes e não estariam, em princípio, abarcados pelos dispositivos legais da lei de crimes ambientais, embora merecedores da devida valoração (MAGLIANO, 2012).

A perícia ambiental é um dos elementos da prova material, seu papel consiste tanto na apuração dos ilícitos (nesse caso nos crimes ambientais), como nos casos de Ação Civil Pública.

O laudo produzido pela perícia no inquérito civil ou no juízo cível poderá ser também utilizado no processo penal, conforme determina o parágrafo único do Artigo 19 da Lei 9605/1998 (BRASIL, 1998): “A perícia produzida no inquérito civil ou no juízo cível poderá ser aproveitada no processo penal, instaurando-se o contraditório.”.

A Lei de Crimes Ambientais (Lei n. 9605/1998) (BRASIL, 1998) em seus Artigos 19 e 20, define o papel da perícia na constatação do crime ambiental, assim como no cálculo da indenização - forma indireta de reparar o dano ambiental:

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.

O laudo produzido pela perícia ambiental tem como objetivo descrever, quantificar, caracterizar e, se necessário, valorar economicamente o crime ambiental na persecução penal. A falta de metodologias de valoração consagradas no meio forense tem acarretado a não valoração e a ausência de uniformidade entre as metodologias utilizadas, gerando controvérsias e dúvidas que poderiam comprometer a persecução penal (MAGLIANO, 2012).

3 VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL

3.1 VALOR ECONÔMICO DO DANO AMBIENTAL

Conforme já discutido no capítulo anterior, a valoração econômica do dano ambiental tem como objetivo, no campo jurídico, atribuir ao dano ambiental uma expressão econômica que será utilizada na prestação pecuniária a ser imposta ao agente degradador (BADINI, 2011).

Para responder ao quesito de qual o valor econômico do dano ambiental, os peritos deverão aplicar metodologias adequadas para cada caso, contudo, assim como outros profissionais da área de valoração ambiental, deparam-se com diversas dificuldades.

Conforme discorre Alvarenga e Barreiro (2011), há ainda poucos trabalhos relacionados ao tema e quem se propuser a estudá-lo e abordá-lo cientificamente irá encontrar várias indagações, conflitos e incertezas.

Na ocorrência de um dano ambiental, poucos são os procedimentos técnicos ou modelos de valoração ambiental que possuem aplicabilidade, sendo que a não unificação de procedimentos dificulta seu uso e sua aplicação em processos judiciais, como forma de compensação financeira (ARAÚJO, 2003).

E, ainda, deve-se levar em conta ser uma área que exige o trabalho transdisciplinar, conforme recomenda a NBR 14653-6 da ABNT (2009, p. 3):

Os profissionais ao serem contratados ou designados para fazer uma valoração ambiental ou avaliação de jazida ou direito minerário, levem em consideração o caráter transdisciplinar do trabalho, assessorando-se de especialistas nas diversas áreas pertinentes.

Outra questão discutida por profissionais da área de valoração econômica ambiental é a aplicação de metodologias em países distintos dos que foram inicialmente aplicados e testados, uma vez que a maioria dos métodos foram criados e aperfeiçoados em Países desenvolvidos, cuja renda e consciência ambiental são bastante diferentes que nos países em desenvolvimento (FERREIRA, 2002 apud MANTOVANI, 2005).

Sabemos que independentemente do resultado de valoração monetária de um bem ou recurso natural, esse jamais será valorado precisamente, uma vez que os sistemas complexos não podem ter suas partes valoradas isoladamente do conjunto, pois deixam de ser um bem único. Isso ocorre porque os sistemas naturais estão interconectados, e seu funcionamento depende da integridade do todo. Devido a isso, como exemplo, peritos encontram muitas dificuldades em valorar um segmento de um rio fora do contexto da bacia hidrográfica (SCHAEFFER-NOVELLI; VARJABEDIAN, 2010).

Apesar dos problemas da aplicação das metodologias, sabemos que a valoração econômica do dano ambiental em processos judiciais é necessária, pois não pode haver lesão sem a consequente compensação (ALVARENGA; BARREIRO, 2011). Contudo o “que interessa, de fato, é que determinado valor indique ao degradador que essas condutas não lhe rendem bons resultados. Deverá indicar, afinal, uma séria advertência para que o fato não ocorra novamente.” (MARQUES, 2011, p.8).

Na aplicação dos métodos de valoração ambiental é necessário estudar cada caso, assim como leciona Motta (1997), que informa que seu Manual de Valoração Econômica de Recursos Ambientais não oferece “receitas de bolo”. E ainda alerta no prefácio:

A adoção de um método é específica a cada caso em estudo. Entretanto, conhecendo alguns princípios econômicos e a fundamentação teórica dos métodos, o analista estará em melhor posição para selecionar procedimentos estimativos e, se necessário, aprofundar seus conhecimentos na literatura mais sofisticada.

Os procedimentos para a valoração econômica devem ser iniciados o mais rápido da ocorrência de qualquer dano ambiental. Isso em virtude de que só assim estará assegurada, com elevado grau de confiabilidade, a coleta de informações essenciais para aplicação de qualquer um dos métodos de valoração ambiental (ARAÚJO, 2003).

Para o cálculo do valor econômico são essenciais os procedimentos de coleta e de elaboração de dados sobre

mudanças nas características físicas e biológicas de um patrimônio ambiental. Faz parte, também, deste processo a observação de mudanças no nível do bem-estar humano decorrentes das alterações ambientais. Sendo que, a ausência desses procedimentos pode limitar, ou mesmo inviabilizar, uma estimativa plausível do valor econômico do dano ambiental (ARAÚJO, 2003).

É essencial na aplicação das metodologias de valoração monetário do dano ambiental conhecer os conceitos básicos e as subdivisões do Valor Econômico do Recurso Ambiental, conhecido como VERA, conforme detalhado no subitem a seguir.

3.2 VALOR ECONÔMICO DO RECURSO AMBIENTAL - VERA

O VERA (Valor Econômico do Recurso Ambiental), conhecido também como VET (Valor Econômico Total) de um bem ou serviço ambiental, inicialmente pode ser dividido em valor de não-uso e do valor de uso. Nogueira, Medeiros e Arruda (2000) discorrem sobre a diferença entre os dois:

O valor de uso refere-se ao uso efetivo ou potencial que o recurso pode prover. O valor de não-uso ou valor intrínseco ou valor de existência reflete um valor que reside nos recursos ambientais, independentemente de uma relação com os seres humanos, de uso efetivo no presente ou de possibilidades de uso futuro.

Já o valor de uso pode ser subdividido em valor de uso direto, valor de uso indireto e valor de opção, conforme leciona Motta (1997):

1. Valor de Uso Direto (VUD): valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental pelo fato de o utilizarem diretamente. Exemplos: extrativismo, turismo, recreação e atividades de pesquisa científica;
2. Valor de Uso Indireto (VUI): valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental quando o benefício do seu uso deriva de funções ecossistêmicas. Exemplos: contenção de erosão, controle climático e proteção de mananciais;
3. Valor de Opção (VO): valor que o indivíduo atribui à conservação de recursos, que podem estar ameaçados, para usos direto e indireto no futuro próximo. Exemplo: o benefício advindo de terapias genéticas com base em propriedades de genes ainda não descobertos de plantas em florestas tropicais.

Segundo Motta (1997), o valor de não-uso (representado pelo valor de existência) 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 essas não representem uso atual ou futuro para o indivíduo. Um exemplo de sua expressão 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 visitará ou terá qualquer benefício de uso.

Assim como relatam Motta (1997) e Nogueira e Medeiros (1997), na literatura são expostas algumas controvérsias e opiniões distintas sobre o valor de existência.

Uma das controvérsias, segundo Motta (1997), é a respeito do valor de existência representar o desejo do indivíduo de manter certos recursos ambientais para seus herdeiros, isto é, para que gerações futuras usufruam de usos diretos e indiretos (“bequest value”). É uma questão conceitual considerar até que ponto um valor assim definido está mais associado ao valor de opção ou de existência.

Contudo, o importante para o desafio da valoração, é admitir que indivíduos podem assinalar valores independentemente do uso que eles fazem hoje ou pretendem fazer amanhã (MOTTA, 1997).

Abaixo tabela comparativa e explicativa dos valores de uso e de não uso e suas subdivisões.

Tabela 1. Valor de Não-Usado e Valor de Usado e suas subdivisões. Fonte: Adaptado de Motta (1997).

<i>Valor econômico do recurso ambiental</i>				
<i>Valor de Usado</i>				<i>Valor de Não-Usado</i>
	Valor de Usado Direto	Valor de Usado Indireto	Valor de Opção	Valor de Existência
<i>Valor</i>	Bens e serviços ambientais apropriados diretamente da exploração do recurso e consumidos hoje	Bens e serviços ambientais que são gerados de funções ecossistêmicas e apropriados e consumidos indiretamente hoje	Bens e serviços ambientais de usos diretos e indiretos a serem apropriados e consumidos no futuro	Valor não associado ao uso atual ou futuro e que reflete questões morais, culturais, éticas ou altruísticas

Assim como sugerem ABNT (2009), Motta (1997) e Nogueira, Medeiros e Arruda (2000), na soma do valor de não-usado e do valor de usado, tem-se a fórmula do VERA (Valor Econômico do Recurso Ambiental), conforme a seguir:

$$\text{VERA} = \text{VALOR DE USO} + \text{VALOR DE NÃO USO} \quad (1)$$

$$\text{VERA} = (\text{valor de usado direto} + \text{valor de usado indireto} + \text{valor de opção}) + \text{valor de existência} \quad (2)$$

A própria legislação brasileira cita, de forma indireta, a fórmula do VERA, conforme se observa no anexo do Decreto Federal nº 4.339/2002 (BRASIL, 2002):

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

A partir do conceito de VERA, no próximo item serão relatados os principais métodos de valoração econômica ambiental, e quais são as metodologias mais apropriadas para o cálculo do valor monetário do dano ambiental.

3.3 MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL

Os métodos de valoração econômica ambiental são utilizados, de forma geral, para estimar os valores que as pessoas atribuem aos recursos ambientais, com base em suas preferências individuais (MOTTA, 1997). Ou seja, a valoração ambiental consiste, basicamente em determinar quanto melhor ou pior estará o bem-estar das pessoas devido a mudanças na quantidade de bens e serviços ambientais, seja na apropriação por uso ou não. Os métodos de valoração ambiental irão corresponder a esse objetivo à medida que forem capazes de captar essas distintas parcelas do VERA (MOTTA, 1997).

Ao considerar seus gostos, cada indivíduo terá um conjunto de preferências, as quais serão utilizadas na valoração de todo e qualquer bem ou serviço, inclusive os ambientais (NOGUEIRA; MEDEIROS; ARRUDA, 2000).

Para o sucesso no procedimento de valoração ambiental é muito importante a escolha da metodologia adequada, a qual dependerá “do objetivo da valoração, das hipóteses assumidas, da disponibilidade de dados e do conhecimento da dinâmica ecológica do bem a valorar” (ABNT, 2009), assim como da disponibilidade de recursos financeiros para a pesquisa (MAIA, 2002).

As metodologias de valoração econômica ambiental são classificadas de diferentes formas, contudo não há uma classificação universalmente aceita (NOGUEIRA; MEDEIROS; ARRUDA, 2000).

Utiliza-se no presente trabalho a classificação de acordo com ABNT (2009), em que separa as metodologias de valoração econômica em métodos diretos e indiretos:

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

3.3.1 Métodos Diretos

São os métodos que admitem a alteração do bem-estar pela variação da disponibilidade de um recurso ambiental e, assim, procuram identificar as preferências reveladas nas curvas de demanda - variações do excedente do consumidor (PEARCE; TURNER, 1990). São aqueles métodos utilizados quando o recurso ambiental é diretamente consumido, ou nas perdas de receitas líquidas, ou ainda o recurso ambiental é um insumo na produção de outro bem ou serviço (ABNT, 2009).

Todavia, sua aplicação é complexa e geralmente custosa, tanto em tempo como financeiramente. Isso pelo fato de requerer uma ampla disponibilidade de dados (ambientais e econômicos) e o aporte de modelos estatísticos e econométricos (ABNT, 2009).

Estão entre os métodos diretos de valoração ambiental: Método de Valoração Contingente, Método de Custo Viagem e Método de Preços Hedônicos.

3.3.1.1 Método de Valoração Contingente – MVC

Segundo Nogueira, Medeiros e Arruda (2000), o pressuposto básico de MVC é que as pessoas têm diferentes graus de preferência ou gostos por bens ou serviços, isso faz com que paguem quantias específicas por eles. Sendo assim, no momento que adquirem os diferentes bens e serviços expressam sua disposição a pagar (DAP) ou também o inverso - a disposição a aceitar compensação (DAC).

O MVC tem como objetivo extrair a DAP ou a DAC por uma mudança no nível do fluxo do serviço ambiental de uma amostra de consumidores através de questionamento direto, supondo um mercado hipotético cuidadosamente estruturado. E assim, a partir desses valores pode-se obter a curva de demanda de mercado pelo bem ou serviço (NOGUEIRA; MEDEIROS; ARRUDA, 2000).

Considera-se esse o método mais controverso dentre as técnicas de valoração ambiental, apesar de ser bastante utilizada em pesquisas ambientais no Brasil. Sua grande aplicação deve-se ao fato de ter a pretensa capacidade em captar todas as parcelas do valor econômico dos recursos ambientais (inclusive o valor de existência do bem valorado) (ABNT, 2009).

As críticas quanto ao MVC são pelo fato de que o método pressupõe que apenas o funcionamento do livre mercado poderia determinar o preço dos serviços ambientais, pois a simulação de mercado não traz todas as informações necessárias. Argumenta-se também é que se a DAP for nula, equivale a dizer que uma vez valorado determinado ecossistema, o mesmo poderia ser destruído, pois não haveria disposição para conservá-lo, contudo isso pode não ser verdade, pois outras razões podem levar os envolvidos a não revelar sua DAP (ANDRADE E ROMEIRO, 2009).

Andrade e Romeiro (2009) destacam a possibilidade da ocorrência de outros vieses na aplicação desse método. O viés estratégico é aquele em que o indivíduo subestima sua

verdadeira DAP com receio de que venha realmente a ser cobrado. E o viés de aceitabilidade ocorre quando um indivíduo aceita uma DAP sugerida, mas efetivamente não está disposto a pagar por ela ou esta pode estar em desacordo com sua capacidade de solvência. Já Dubeux (1998) aponta para outros vieses quando o questionário induz a determinadas respostas ou quando há compreensão equivocada dos cenários apresentados.

Algumas medidas podem minimizar esses vieses, como o desenho do questionário e da amostra (DUBEUX, 1998). Contudo, Vatn e Bromley (1995) apontam para a impossibilidade de se contornar esses vieses, por serem considerados falhas estruturais do método.

Nogueira, Medeiros e Arruda (2000) recomendam a utilização de MVC na valoração ambiental em situações em que não existe preço de mercado, tais como recursos imprescindíveis para a sobrevivência, como ar e água ou características paisagísticas, ecológicas, culturais e outros.

3.3.1.2 Método dos Custos de Viagem – MCV

Segundo Nogueira, Medeiros e Arruda (2000), o MCV pode ser considerado um dos métodos mais antigos de valoração de bens em que os preços não possuem mercado explícito.

A ideia central deste método é que os gastos de deslocamento pelas famílias em algum lugar, geralmente para recreação, podem ser utilizados como uma aproximação dos

benefícios proporcionados. Esses gastos abrangem as despesas com a viagem e preparativos (equipamentos, alimentação, etc.), bilhetes de entrada e despesas no próprio local (NOGUEIRA; MEDEIROS; ARRUDA, 2000).

A aplicação do método ocorre através de regressão múltipla para estimar a curva de demanda por visitas a partir de uma função de geração de viagens, sendo que descreveria a quantidade de visitas que um indivíduo faria a um determinado lugar, considerando suas características sócio-econômicas (NOGUEIRA; MEDEIROS; ARRUDA, 2000).

Fato favorável a esse método é que se utiliza de informações reais das pessoas e não de respostas verbais sobre cenários hipotéticos (SÃO PAULO, 2011).

Embora este método seja uma boa alternativa para estimar os gastos do consumidor em sítios naturais, sua utilização restringe-se a lugares de visitação pública, em que é necessário o deslocamento até eles. Assim sendo, quanto maior a distância entre o visitante e o sítio natural, maior será o custo da viagem, e conseqüentemente, menor será a visitação a este lugar (ZAMPIER; MIRANDA, 2007).

Outros problemas e limitações relatados por King e Mazzotta (2000) na aplicação desse método são: 1) valores serão superestimados quando as pessoas não viajam com propósito apenas de visitar o sítio, viajando por outros propósitos; e 2) disponibilidade de sítios recreacionais alternativos pode afetar os valores dos Custos de Viagem.

Por suas particularidades, MCV é normalmente utilizado na valoração econômica ambiental de parques, áreas de lazer e de proteção ambiental (ABNT, 2009).

3.3.1.3 Método de Preços Hedônicos - MPH

MPH é considerado, também, um dos métodos de valoração econômica mais antigos, além de ser um dos mais utilizados (NOGUEIRA; MEDEIROS; ARRUDA, 2000).

A premissa básica desse método é que quando uma pessoa vai ao mercado imobiliário comprar um imóvel, ela considera também as suas características locacional e ambiental para fazer a sua escolha, sendo assim a pessoa está indiretamente “valorando” essas particularidades do imóvel (NOGUEIRA; MEDEIROS; ARRUDA, 2000).

Conforme discorre Silva (2008, p. 10), esse método utiliza uma “regressão de quadrados mínimos ordinários para ajustar o preço da residência às diversas características que possam inferir no seu valor”. Desta forma, “além das características estruturais, como a área construída e o número de cômodos, e das características ambientais do local de construção, também farão parte do modelo econométrico os índices socioeconômicos da região”.

No entanto, conforme apontam King e Mazzotta (2000) este método apresenta algumas controvérsias e limitações, como: 1) o método capta apenas a DAP das pessoas para diferenças em

atributos ambientais percebidas, e suas consequências; 2) o método é relativamente complexo para ser implementado e interpretado, exigindo bons conhecimentos de estatística; e 3) o método requer grande quantidade e dados e, disponibilidade dessas informações.

O MPH deve se aplicado somente nos casos em que os atributos ambientais possam ser capitalizados nos preços de residências ou imóveis. Na literatura, apenas foram encontrados estudos associados a imóveis e suas características ou à valoração dos riscos de morbidade e mortalidade associados a atividades profissionais (NOGUEIRA; MEDEIROS; ARRUDA, 2000).

3.3.2 Métodos Indiretos

Segundo a ABNT (2009), estes são os métodos que utilizam estimativas de custos associados aos danos, ao invés de estimarem diretamente valores associados à disposição a pagar ou a receber dos indivíduos quanto a variações de qualidade ou quantidade ambiental.

Por essas características, seus valores devem ser entendidos como aproximações da verdadeira dimensão econômica dos danos e devem ser utilizados quando os métodos diretos não puderem ser aplicados por falta de dados (tanto ecológicos, como econômicos) (ABNT, 2009).

Pelo fato de serem baseados em custos para repor a qualidade ambiental ou realocar ou evitar os danos, sua dimensão pode incorporar valores de uso e de não-uso, pois assume-se que o dano seria restaurado ou evitado (ABNT, 2009).

Segundo a ABNT (2009), estão entre os métodos diretos de valoração ambiental: Método Dose-Resposta, Método de Custos Evitados e Método de Custo de Reposição.

No presente trabalho optou-se em inserir, também, nos métodos diretos: Método Fator Ambiental, Método DEPRN, Método VERD, Método Almeida e Método CATE. Essas metodologias utilizam-se para o cálculo da parte objetiva do VERA o Método Custo de Reposição, em que foram conjugados com diferentes índices e fatores em fórmulas matemáticas, como forma de se aproximar ao cálculo do VERA.

3.3.2.1 Método Dose-Resposta - MDR

Nogueira, Medeiros e Arruda (2000) explicam este método através de um exemplo de uma cultura agrícola que apresenta erosão. Dependendo do nível de erosão do solo haverá uma produção final proporcional, ou seja, para cada “dose” de erosão, existirá uma “resposta” em termos de redução na quantidade produzida da cultura. Assim sendo, pode-se utilizar os custos de reposição dos nutrientes que se perdem com a erosão de solo, e

a partir dos custos dos fertilizantes químicos no mercado calcula-se a perda aproximada pela erosão do solo.

Nogueira, Medeiros e Arruda (2000) salientam que o MDR não se baseia na estimativa de curva de demanda para se chegar às medidas de bem-estar. Já a ABNT (2009, p. 9) afirma que esse “método não mede a perda econômica revelada pelos indivíduos, pois assume que estes custos seriam uma estimativa mínima da perda de bem-estar associada ao dano.”.

Um dos problemas relacionados à aplicação dessa metodologia consiste na relação erosão-perda (como no exemplo), e assim da importância de informações técnicas para a aplicação do MDR (NOGUEIRA; MEDEIROS; ARRUDA, 2000). De modo similar, Pearce (1993, p.110) relata que - “o esforço maior reside no exercício não-econômico de estabelecer os vínculos dose-resposta.”

Outro problema descrito é que este método estima apenas uma parcela dos benefícios ambientais, desta forma os valores tendem a ser subestimados (SILVA, 2008). Os valores de existência, como a preservação das espécies, não fazem parte das estimativas, pois a função de produção capta apenas os valores de uso do recurso ambiental.

As aplicações descritas sobre o MDR na literatura são no cálculo do impacto da qualidade do ar sobre a produção agrícola e aos impactos da poluição sobre a pesca (HANLEY; SPASH, 1993).

3.3.2.2 Método de Custos Evitados - MCE

A ideia central deste método é de que gastos em produtos substitutos ou complementares para alguma característica ambiental podem ser utilizados como aproximações para mensurar monetariamente as disposições dos indivíduos para mudanças nessa característica ambiental (PEARCE, 1993).

Nogueira, Medeiros e Arruda (2000) exemplificam esta metodologia através do caso de uma pessoa ao comprar uma água mineral engarrafada e/ou ferver a água encanada como forma de se proteger de alguma contaminação da água. Esses “gastos defensivos” ou “preventivos” das pessoas serão aqueles contabilizados nesse método. Nesse exemplo, todos os gastos são adicionados de forma a englobar todos os possíveis gastos efetuados pela pessoa para proteger a sua saúde. Desta forma, ao decidir comprar esses bens substitutos, a pessoa estaria indiretamente valorando essa diminuição na qualidade do recurso água potável, ou seja, comparando o valor de comprar a água engarrafada com o custo de ferver a água encanada, com as despesas médicas e com a incomodação em contrair alguma doença.

Segundo a ABNT (2009, p. 9) o MCE é aplicável no “controle de poluição hídrica (de efluentes industriais, domésticos ou agrícolas) ou atmosférica (de qualquer fonte) que evitariam o dano ambiental, ou gastos em projetos de mitigação que não foram realizados”.

3.3.2.3 Método de Custos de Reposição - MCR

O modo operacional do MCR é feito através da soma dos gastos efetuados na reparação dos danos que tenha atingido a qualidade de um bem ou serviço ambiental, incluindo a perda econômica relativa ao período entre o tempo inicial da degradação e o tempo da total recuperação (ABNT, 2009). Esses gastos seriam estimados através de preços de mercado para reparar hipoteticamente o bem ou serviço danificado.

Algumas limitações e dificuldades de aplicação deste método são: incerteza e dificuldade técnica para calcular o custo de recompor a área degradada, dificuldade em captar o verdadeiro valor da disposição a pagar ou a receber (DAP ou DAC) da população por uma melhoria ambiental, além de não estimar o valor de opção e o valor de existência do VERA (ARAÚJO, 2003).

Outra desvantagem apontada pelo método é que, por maiores que sejam os gastos envolvidos na reposição, nem todas as complexas propriedades de um atributo ambiental serão repostas pela simples substituição do recurso. Os reflorestamentos estão longe de recuperar toda a biodiversidade existente em uma floresta nativa, assim como a reposição da fertilidade do solo através da adubação química nunca irá substituir a perda do solo que levou milhões de anos para se constituir (MAIA, 2002).

Como exemplos de aplicações desta metodologia, indicados pela ABNT (2009), têm-se o cálculo dos custos de recuperação da fertilidade em solos degradados até garantir o nível original de produtividade agrícola (custos de reposição); cálculo dos custos de construção de piscinas públicas para garantir as atividades recreativas enquanto as praias estão poluídas (custos de substituição); cálculo de custos de recuperação de uma mata ou manguezal através de reflorestamento e revegetação.

Esta metodologia (conjugada ou não com outros métodos) tem sido aplicada por peritos e profissionais da área ambiental em diferentes órgãos federais e estaduais, principalmente para o cálculo do valor do dano ambiental. A saber, na Divisão de Assessoramento Técnico do Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul (CARDOSO, 2003), na Perícia da Polícia Federal (MAGLIANO, 2012) e na Perícia Criminal do Distrito Federal (ALMEIDA, 2010). E, ainda, Peritos Judiciais no contexto de ações civis públicas tem utilizado esse método para fixação do valor indenizatório – como exemplo no caso do despejo de resíduos industriais perigosos no Rio Sorocaba (STEIGLEDER, 2011).

Steigleder (2011) considera que a metodologia do custo de reposição/restauração é um ponto de partida muito relevante na valoração do dano ambiental para o auxílio à justiça em ações civis e criminais, desde que se analisem as particularidades técnicas e restauração de bens ambientais. Deve sempre ser utilizado, de forma isolada ou combinada com outras

metodologias, a depender do nível de informações disponíveis, para que se obtenha a valoração do dano material (objetivo).

3.3.2.4 Método do Fator Ambiental

Este método foi proposto por Romanó (1999). Para o cálculo do valor do dano ambiental se propõem os custos para se reconstituir o ambiente na sua forma original, contudo apenas os valores para recuperação da área, sem considerar a importância ecológica inicialmente.

A proposta tem o intuito de tornar a avaliação econômica mais objetiva, não deixando dúvidas na variável ambiental.

A autora sugere que após a determinação econômica de todas as atividades necessárias para recompor a área danificada deverá ser somado o chamado “Fator Ambiental”, que é definido como sendo um valor fixo igual a 100% do custo de recomposição do meio ambiente.

O Fator Ambiental tem como objetivo valorar a importância ecológica e ambiental. O cálculo para se chegar ao valor do dano ambiental torna-se mais objetivo, sendo semelhante indiferentemente de quem o aplica.

Conforme equação a seguir:

$$AV = CRA + FA \quad (3)$$

Onde:

AV = Avaliação do dano ambiental;

CRA = Custo de recuperação da área - somatório dos custos de todas as atividades necessárias para recompor o meio ambiente;

FA = Fator Ambiental (= 100% do somatório do custo de recomposição).

Segundo a autora, a partir dessa proposta pode-se obter o valor do dano ambiental indiferentemente da atividade degradadora. Como por exemplo, para poluição de rios através de lançamento de efluentes, considera-se o custo de implantação dos sistemas de tratamento de efluentes, contratação de técnicos habilitados, análises físico-químicas, e o custo para implantação de projeto de despoluição, entre outros.

3.3.2.5 Método DEPRN

Esta metodologia foi elaborada pelo extinto Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais (DEPRN) da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e apresentada inicialmente em um Seminário promovido pelo próprio órgão em 1992 (GALLI, 1996). Tem como objetivo atender duas premissas básicas: ser de aplicação prática e ser aplicável às condições brasileiras.

A aplicação da metodologia é bastante simples, sendo que consiste basicamente no uso de uma tabela e de um quadro (Tabela 2 e Quadro 2).

O Quadro 2 divide o meio ambiente em seis aspectos ambientais: ar, água, solo/subsolo, fauna, flora e paisagem. Para cada aspecto ambiental são descritos dois tipos de dano e, para cada tipo de dano são considerados e qualificados diversos agravos. Durante a vistoria do local impactado definem-se os aspectos ambientais afetados e, para cada um deles, os tipos de danos. Posteriormente, analisa-se o agravo conforme citado no Quadro 2, qualificando-os de acordo com critérios pré-estabelecidos no Apêndice A.

A definição do tipo de dano e os critérios de qualificação dos agravos indicados no Quadro 2 são descritos no Apêndice A separadamente para cada um dos aspectos ambientais. Com base nos critérios de qualificação dos agravos, eles recebem um número que varia na faixa de 0 a 3 unidades.

Desta forma, ao finalizar a análise do Quadro 2, o técnico-avaliador terá, para cada um dos seis aspectos ambientais, um índice numérico correspondente à qualificação dos agravos e, assim, relacionado ao dano ambiental que está sendo avaliado.

Para cada índice numérico, referente a cada aspecto ambiental, é atribuído um fator de multiplicação indicado na Tabela 2. Portanto, o técnico-avaliador obtém o valor do dano ambiental através do somatório dos fatores (de multiplicação) multiplicado pelo valor de exploração, conforme equação abaixo:

$$\text{INDENIZAÇÃO} = [\Sigma(\text{Fator de multiplicação})] \times \text{Valor de Exploração} \quad (4)$$

O valor de exploração é o valor de mercado dos bens apropriados ou lesados, objetos da ação civil ou criminal. Como por exemplo: valor de mercado da tora ou da lenha provenientes de um desmatamento irregular, ou ainda, o valor da areia proveniente da exploração irregular.

Nos casos em que os bens degradados não têm valor de mercado estabelecido (como por exemplo: ar, ecossistema aquático, lençol de água subterrâneo, entre outros), a metodologia propõe a utilização do valor de recuperação do bem ou recurso lesado para o cálculo do valor do dano ambiental, conforme equação abaixo:

$$\text{INDENIZAÇÃO} = [\Sigma(\text{Fator de multiplicação})] \times \text{Valor de Recuperação} \quad (5)$$

Cabe ao técnico-avaliador estudar e indicar qual o método de recuperação mais adequado para a situação analisada (como por exemplo: controle da poluição atmosférica, recuperação da área desmatada, terraplanagem, etc.) e, a partir disso estimar o Valor de Recuperação.

A seguir o Quadro 2, o qual apresenta os seis aspectos ambientais considerados pela metodologia, os dois tipos de dano atribuídos para cada um dos aspectos ambientais e os tipos de agravos para cada tipo de dano e aspecto ambiental

considerado. Já a Tabela 2 apresenta os índices numéricos correspondentes à qualificação dos agravos, segundo o aspecto ambiental e o fator de multiplicação.

Quadro 2. Descrição e qualificação dos agravos, segundo o aspecto do ambiente e tipo do dano. Fonte: Galli, 1996. (continua)

Aspecto	Tipo de dano	Descrição e qualificação dos agravos						
Atmosfera	Impacto causado pela emissão de gases, partículas, agentes biológicos, energia	Toxicidade da emissão	Proximidade de centros urbanos	Áreas Protegidas	Comprometimento do aquífero	Morte ou dano à Fauna	Morte ou dano à Flora	Dano ao Patrimônio ou Monumento Natural
	Dinâmica Atmosférica (x1,5)	Morte ou dano à Fauna	Morte ou dano à Flora	Alteração da qualidade do ar	Previsão do reequilíbrio			
Água	Impacto causado por compostos químicos, físicos, biológicos, energia	Toxicidade da emissão	Comprometimento do aquífero	Áreas protegidas	Danos ao Solo e ou subsolo	Morte ou dano à Fauna	Morte ou dano à Flora	Dano ao Patrimônio ou Monumento Natural
	Impactos na hidrodinâmica (x1,5)	Morte ou dano à Fauna	Morte ou dano à Flora	Alteração da Classe do corpo hídrico	Alteração da vazão/ volume de água	Previsão de reequilíbrio		
Solo /Subsolo	Impacto causado por compostos químicos, físicos, biológicos, energia	Toxicidade da emissão	Comprometimento do aquífero	Áreas protegidas	Assoreamento de corpo hídrico	Morte ou dano a fauna	Morte ou dano a flora	Dano ao Patrimônio ou Monumento Natural
	Impactos na dinâmica solo/subsolo (x1,5)	Morte ou dano à Fauna	Morte ou dano à Flora	Alteração na capacidade de uso da terra	Dano ao relevo	Previsão de reequilíbrio		

Quadro 2. Descrição e qualificação dos agravos, segundo o aspecto do ambiente e tipo do dano. Fonte: Galli, 1996.(Conclusão)

Aspecto	Tipo de dano	Descrição e qualificação dos agravos						
		Áreas protegidas	Espécies ameaçadas de extinção	Espécies endêmicas	Fêmeas	Objetivando comercialização		
Fauna	Danos aos indivíduos	Áreas protegidas	Espécies ameaçadas de extinção	Espécies endêmicas	Fêmeas	Objetivando comercialização		
	Impacto na dinâmica da comunidade (x1,5)	Importância relativa	Morte ou dano a flora	Alteração dos nichos ecológicos	Previsão de reequilíbrio			
Flora	Danos aos indivíduos	Áreas protegidas	Espécies ameaçadas de extinção	Espécies endêmicas	Favorecimento da erosão	Dano ao patrimônio ou monumento natural	Objetivando comercialização	
	Impacto na dinâmica da comunidade (x1,5)	Morte ou dano a Fauna	Importância relativa	Alteração dos nichos ecológicos	Previsão de reequilíbrio			
Paisagem	Dano à paisagem	Áreas ou municípios protegidos	Proximidade e de centros urbanos	Reversão do dano	Comprometimento do aquífero	Comprometimento do Solo ou subsolo	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à flora
	Dano ao patrimônio cultural, histórico, turístico, archit. e artístico (x1,5)	Proximidade de centros urbanos	Reversão do dano	Comprometimento do aquífero	Comprometimento do solo-subsolo	Morte ou dano à fauna	Morte ou dano à Flora	

Tabela 2. Índices numéricos correspondentes à qualificação dos agravos, segundo o aspecto do meio ambiente e o fator de multiplicação. Fonte: Galli, 1996.

Aspectos Ambientais	Intervalo do índice de qualificação dos agravos				
Ar	≤ 6,8	≤ 13,6	≤ 20,4	≤ 27,2	≤ 34,0
Água	≤ 7,2	≤ 14,4	≤ 21,6	≤ 28,8	≤ 36,0
Solo-Subsolo	≤ 7,5	≤ 15,0	≤ 22,5	≤ 30,0	≤ 37,5
Fauna	≤ 6,4	≤ 12,7	≤ 19,2	≤ 25,6	≤ 32,0
Flora	≤ 6,6	≤ 13,2	≤ 19,8	≤ 26,4	≤ 33,0
Paisagem	≤ 8,0	≤ 16,8	≤ 24,0	≤ 32,0	≤ 40,0
Fator Multiplicador	1,6	3,2	6,4	12,8	25,6

No apêndice A são apresentados, separadamente, os aspectos ambientais que envolvem o dano ambiental com seus respectivos agravos.

A utilização deste método é sugerida no cálculo do valor do dano ambiental, tanto em ações civis como criminais, ocasionados nos diferentes tipos de aspectos compreendidos no quadro 2.

3.3.2.6 Método VERD (Valor Estimado de Referência para a Degradação Ambiental)

O método VERD é proposto por Cardoso (2003), sendo que sua ideia central é sugerir uma alternativa simplificada para a valoração econômica do dano ambiental, partindo de operações elementares da matemática.

A quantificação econômica do dano causado pode ser vista a partir de duas variáveis identificáveis - *quantificáveis* e *intangíveis* - representadas respectivamente por q e i .

Quantificáveis (q) são todas aquelas variáveis que, de alguma forma, são economicamente mensuráveis e que estão associadas aos danos ambientais, como por exemplo, os investimentos não realizados pelo causador, necessários para prevenir a poluição gerada, assim como, os custos de licenciamentos ambientais não recolhidos em favor do Estado. Ou também, essa variável pode ser considerada como sendo o total dos custos de recuperação da área degradada.

Já as variáveis intangíveis (i), são os danos e os riscos efetivos ou potenciais praticados contra os ambientes físico, biótico e antrópico, em que não há como associar um valor econômico. Assim como: incômodos à saúde, desgastes psicológicos, danos ao patrimônio histórico e cultural, impacto visual, danos aos representantes dos diferentes reinos.

Cada valor de i será representado por um quantificador que irá variar de 0 a 4, proporcional à intensidade e duração do impacto causado sobre o meio e seus componentes, assim como a seguir:

- Impacto de curto prazo (dias):

* Sem impacto: 0

* Baixo impacto: 1

* Médio impacto: 2

* Alto impacto: 3

- Impacto de médio e longo prazo (meses e anos): 4

Assim sendo, o valor total de i é representado pela soma dos quantificadores de cada variável intangível identificada no dano ambiental, o qual é multiplicado pela soma total dos valores de q , conforme representado pela fórmula a seguir:

$$VERD = \sum_{n=1}^{\alpha} q_n \times \sum_{n=1}^{\alpha} i_n \quad (6)$$

Onde:

VERD = valor econômico de referência do dano ambiental;

$\sum q_n$ = somatório de todas as variáveis economicamente quantificáveis;

$\sum i_n$ = somatório dos valores numéricos correspondentes às variáveis economicamente intangíveis, com peso que varia na escala de 0 a 4;

n = variáveis consideradas no cálculo, variando de 1..... α .

Para determinar as variáveis intangíveis, o autor divide o meio ambiente em abiótico (físico), biótico e antrópico. De forma resumida, considera como características dos componentes do meio biótico:

- Reino Monera: representantes: bactérias e cianobactérias;
- Reino Protista: representantes: protozoários (amebas, protozoários);
- Reino Fungi: representantes: cogumelos, musgos;

- Reino Animal: Vertebrados (peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos) e Invertebrados (besouros, minhocas, lesmas, caramujos, centopeias, aranhas e ácaros);
- Reino das Plantas: extrato arbóreo, arbustivo e herbáceo.

Com o intuito de facilitar a determinação das variáveis intangíveis o autor propõe a utilização do quadro 3.

Quadro 3. Determinação das variáveis intangíveis. Adaptado de Cardoso (2003).

		Impacto Ambiental					Médio e longo prazos/risco**
		Curto Prazo*					
Ambiente		<i>in</i>	Sem - 0	Baixo - 1	Médio - 2	Alto - 3	4
Físico	Ar	<i>i</i> 1					
	Água	<i>i</i> 2					
	Solo/ sedimento	<i>i</i> 3					
Biótico: Reino Monera	Bactérias e cianobactérias	<i>i</i> 4					
Reino Protista	Protozoários (ameba, paramécio)	<i>i</i> 5					
Reino Fungi	Cogumelos	<i>i</i> 6					
Reino Animal	Invertebrados	<i>i</i> 7					
	Vertebrados	<i>i</i> 8					
Reino das Plantas	Extrato arbóreo	<i>i</i> 9					
	Extrato arbustivo	<i>i</i> 10					
	Extrato herbáceo	<i>i</i> 11					
Ambiente Antrópico	Social	<i>i</i> 12					
	Paisagístico	<i>i</i> 13					
	Perdas econômicas intangíveis	<i>i</i> 14					
	Bem-estar	<i>i</i> 15					
Total							

*duração de dias

**duração de meses a anos

É sugerida a aplicação do método VERD no cálculo do valor do dano ambiental, tanto em ações civis como criminais,

ocorridos nos diferentes tipos de ambientes detalhados no quadro 2.

3.3.2.7 Método Almeida

Segundo Almeida (2010), o princípio básico que se deve ter sempre em mente na valoração econômica do dano ambiental é o da proporcionalidade, ou seja, quanto maior for a degradação, maior deve ser o valor apurado. Desta forma, o modelo proposto tem o objetivo de reforçar esse princípio.

A avaliação do dano ambiental pode ser dividida em duas parcelas: uma parcela objetiva de observação direta e outra subjetiva, decorrente dos impactos ocasionados pelo dano, de difícil mensuração.

A parcela objetiva é representada pelo custo mínimo de reparação imediata do dano, utilizando-se técnicas práticas e factíveis. Porém, o conceito aqui não é retornar ao *statu quo ante*, mas sim o mais próximo pelo menor custo possível.

Já a parcela subjetiva tem como finalidade atingir um alvo ainda pouco conhecido, que é o “estado do ecossistema e todas as suas propriedades e processo de ordem química, física e biológica, que garantem a sua complexidade e equilíbrio. Esse alvo não é conhecido e talvez nunca seja” (ALMEIDA, 2010, p.220). Com o intuito de tentar uma aproximação dessa parcela subjetiva foram criados índices que procuram qualificar e hierarquizar um determinado ecossistema em função dos mais

diversos parâmetros possíveis. Esses fatores levam em conta a complexidade do ecossistema.

O modelo proposto é baseado em uma escala hierárquica de categorização dos ecossistemas em função da sua situação em relação aos diversos tipos de uso do solo (Lei Complementar n. 17, de 28.01.97), Unidade de Conservação (Lei 9985 de 18.07.00) e Área de Preservação Permanente (Res. CONAMA n. 303 de 20/03/02). Dessa categorização, foram definidos os fatores constantes das Tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Fatores para uso e ocupação do solo (continua).

Macrozoneamento	Fator
Zona Urbana de Dinamização	1,0
Zona Urbana de Consolidação	1,0
Zona Urbana de Uso Controlado	1,1
Zona Rural de Dinamização	1,2
Zona Rural de Uso Diversificado	1,2
Áreas Rurais Remanescentes	1,2
Zona Rural de Uso Controlado	1,5
Áreas de Lazer Ecológico	2,0
Zona de Conservação Ambiental	2,0
Área de Proteção de Mananciais	2,0
Áreas com Restrições Físico-Ambientais	2,0

Tabela 4. Fatores para as Unidades de Conservação e Área de Preservação Permanente.

Unidade	Fator
Fora de qualquer unidade	1,0
Área de Proteção Ambiental	1,2
Área de Relevante Interesse Ecológico	1,5
Floresta Nacional	2,0
Reserva Extrativista	2,0
Reserva de Fauna	2,0
Reserva de Desenvolvimento Sustentável	2,0
Reserva Particular de Patrimônio Natural	3,0
Estação Ecológica	5,8
Reserva Biológica	6,0
Parque Nacional	6,0
Monumento Natural	6,0
Refúgio da Vida Silvestre	6,0
Área de Preservação Permanente	6,0

Desta forma, a parcela subjetiva é o equivalente ao custo objetivo multiplicado pelo fator correspondente ao uso e ocupação do solo (Tabela 3) e ao fator correspondente à Unidade de Conservação ou Área de Preservação Permanente (Tabela 4), conforme equação a seguir:

$$CR = CRO \times FM \times FUC \quad (7)$$

Onde:

CR – Custo de Restauração;

CRO – Custo de Restauração Objetiva;

FM – Fatores de Macrozoneamento (tabela 3)

FUC – Fatores de Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente (tabela 4)

Além disso, o custo de restauração pode ser adicionado ao lucro cessante, que é o período entre a data que ocorreu o dano e a data em que a área for reparada ou a data dos exames, tempo esse que a área ficou sob efeito da degradação.

O equacionamento do lucro cessante irá depender de como se deu a degradação – se instantânea ou se progressiva. E, ainda, se após a degradação ocorreu uma recuperação natural parcial ou total. Para a equação abaixo, considera-se que a recuperação ou degradação ocorreu de forma linear. Contudo se há informações de que a recuperação ou degradação ocorreu de forma não linear, ainda é necessário desenvolver novas equações.

Para o cálculo do lucro cessante o autor divide em 04 (quatro) tipos de degradação: degradação instantânea sem recuperação natural, degradação progressiva linear, degradação instantânea com recuperação progressiva e restauração incompleta. Para cada tipo de degradação, sugere-se a aplicação de diferentes fórmulas, conforme detalhado em Almeida (2010).

No presente trabalho será utilizada a fórmula para o caso de degradação instantânea sem recuperação natural, conforme a seguir.

Degradação Instantânea sem recuperação natural

Caso em que a degradação ocorre praticamente de forma instantânea e a área permanece degradada por um período de tempo até a data dos exames ou a restauração (Figura 1). Cálculo do custo de restauração por meio da equação abaixo.

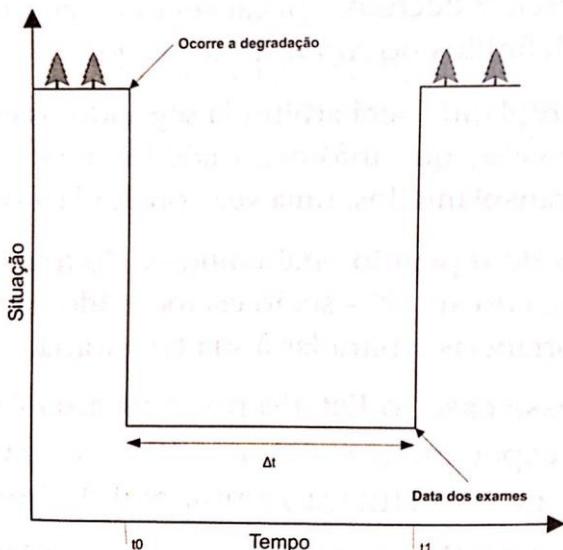


Figura 1. Degradação instantânea sem recuperação natural.

$$CRP = CR (1 + i)^t \quad (8)$$

Onde: CRP = Custo de Restauração Presente;

CR = Custo de Restauração;

i = índice de correção (taxa de juros ao ano);

t = período entre o início da degradação e a data dos exames.

O autor sugere a utilização deste método no cálculo do valor do dano ambiental ocasionado por desmatamento, principalmente em processos penais.

3.3.2.8 Método CATE

O método CATE (Custos Ambientais Totais Esperados) foi desenvolvido pelo Engenheiro Florestal Luiz Cesar Ribas em sua tese de doutorado apresentada, em 1996, à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Esta metodologia é voltada inicialmente para a avaliação de danos ambientais na área florestal, sendo basicamente o cálculo da renda perpétua que a sociedade estaria disposta a receber em detrimento da indenização (pecuniária ou não) de determinado tipo de degradação ambiental (RIBAS, 1996).

Há a possibilidade da existência de duas variações/vertentes:

- a) Custos Ambientais Totais Esperados/Dano Ambiental Intermitente (CATE I), e;
- b) Custos Ambientais Totais Esperados/Dano Ambiental Contínuo (CATE II).

O CATE I é utilizado nos casos da existência de danos ambientais intermitentes, sendo aqueles danos ambientais não contínuos, sem riscos ambientais contínuos, oriundos de uma ação degradadora não repetitiva, única, não periódica.

O cálculo de CATE I se dá a partir da equação abaixo:

$$CATE I = \frac{(Vc+Cd.Fi/d).(1+j)^n}{(1+j)^n - 1} \quad (9)$$

Onde:

CATE I = Custos ambientais esperados para danos ambientais intermitentes

Vc = Valor comercial da propriedade;

Cd = Custos de reparação do dano ambiental;

Fi/d = Fator que relaciona os danos diretos e indiretos;

j = Taxa de juros (% ao ano);

n = Período de duração dos efeitos dos impactos adversos.

Já o CATE II é utilizado na valoração de danos ambientais contínuos, sendo aquele tipo de degradação ambiental periódico, repetitivo, com riscos ambientais vinculados de maneira contínua, a exemplo do lançamento sistemático (diário / mensal / anual) de poluentes atmosféricos ou, ainda, de águas residuais.

O cálculo de CATE II se dá a partir da equação a seguir:

$$CATE II = \frac{(Vc+Cd.Fi/d)}{j} \quad (10)$$

Onde:

CATE II = Custos ambientais esperados para danos ambientais contínuos

Vc = Valor comercial da propriedade;

Cd = Custos de reparação do dano ambiental;

Fi/d = Fator que relaciona os danos diretos e indiretos;

j = Taxa de juros (% ao ano);

Em ambas as equações o item V_c deve apenas ser utilizado no cálculo quando ficar entendido que o infrator obteve vantagem econômica em função do dano ambiental.

Já o fator de relação F_i/d relaciona os danos diretos e indiretos decorrentes de um impacto ambiental negativo em uma escala de 1 a 9, conforme Tabela 5.

Tabela 5. Fator de relação entre os danos ambientais diretos e indiretos. Onde (d) danos ambientais diretos e (i) os indiretos. Fonte: Ribas (2006, pág. 136)

Fator (F_i/d)	Significado
1	Relação de predominância inexistente de i sobre d
3	Pequena predominância de i sobre d
5	Significativa predominância de i sobre d
7	Predominância forte de i sobre d
9	Predominância absoluta de i sobre d
2,4,6,8	Valores intermediários

Posteriormente a seu tese, o autor complementou a metodologia com o cálculo da irreversibilidade do dano ambiental para determinado período - Almeida (2010) nomeia este período como lucro cessante. Ribas (2010) entende que o caráter de irreversibilidade dos danos ambientais dar-se-ia durante o período decorrido entre o estabelecimento do cenário de danos ambientais em determinada área e a implementação das medidas ambientais de mitigação, correção, prevenção, controle, compensação e/ou eventual indenização ambiental.

Para o cálculo do dano ambiental irreversível utiliza-se a seguinte fórmula:

$$\text{DAI} = \text{CATE} [(1+j)^t - 1] \quad (11)$$

Onde:

DAI = Dano ambiental irreversível;

t = tempo, em anos, decorrido entre o estabelecimento dos danos ambientais e a implementação das medidas ambientais;

j = taxa de juros ao ano (%);

CATE = CATE I ou CATE II.

Observa-se que o raciocínio matemático de dano ambiental irreversível é semelhante ao empregado no sistema financeiro - no caso de período de inadimplência de uma dívida acresce-se os juros para o período correspondente ao atraso.

Apesar do enfoque florestal empregado nesta metodologia, o autor defende a possibilidade e a viabilidade de utilizá-la, também, em casos ambientais não somente florestais.

3.4 RECOMENDAÇÕES E COMPARAÇÃO DO USO DAS DIFERENTES METODOLOGIAS PELA PERÍCIA AMBIENTAL

Independentemente da metodologia de valoração econômica ambiental escolhida, é imprescindível que se possa reunir, ao longo das investigações sobre o dano ambiental, o máximo de

informações possíveis sobre a extensão e gravidade dos danos causados, o que envolve conhecer o estado do meio ambiente antes da degradação e quais os serviços ambientais que o recurso ambiental lesado proporcionava, com vistas à identificação dos valores de uso direto e indireto (STEIGLEDER, 2011).

Cada método apresenta suas limitações, tanto metodológicas como das informações disponíveis sobre a metodologia. É essencial ter claro conhecimento do objetivo e fundamentação da valoração, as hipóteses sobre o comportamento do consumidor e aos efeitos do consumo ambiental em outros setores da economia (ABNT, 2009). Por esse motivo é importante explicitar claramente no laudo os limites dos valores estimados e o grau de validade de suas mensurações para o fim desejado (MOTTA, 1997).

Na aplicação dos métodos é sempre importante que o analista tenha em mente os fatores que podem influenciar no resultado da pesquisa, assim como nível de renda e instrução dos entrevistados. Como no exemplo descrito por Gisi, Balbinot e Lima (2013), a valoração do dano procedente do corte ilegal da Floresta Ombrófila Mista no município de Passos Maia em Santa Catarina obteve como resultado que 84% dos 239 entrevistados não estavam dispostos a pagar qualquer valor financeiro pela conservação da flora afetada. Esse resultado demonstra o desconhecimento da população a respeito da importância e do valor econômico dos recursos naturais.

Segundo Maia (2002), cada metodologia apresenta uma eficiência específica para determinado caso, contudo a maior dificuldade reside na estimativa de valores relacionados à própria existência do recurso ambiental, sem considerar sua utilidade atual ou futura.

Quando da ocorrência de um desmatamento, por exemplo, é muito importante que o método de valoração do dano ambiental seja capaz de mensurar não apenas aspectos objetivos, captados pelo mercado consumidor, que repercutem no preço do bem ou do serviço lesado, mas também o valor das funções ecossistêmicas degradadas, tais como as funções de abrigo para fauna, dispersão de sementes, regulação do clima, etc. Essa parcela “subjetiva” do dano corresponde às funções ecossistêmicas, ao valor de opção e ao valor de existência, e seu cálculo consiste em um desafio a ser enfrentado pelos estudiosos do tema. (STEIGLEDER, 2011).

Conforme bibliografia sobre o tema, observa-se que os métodos diretos ou com curva de demanda (Método Valoração Contingente, Método Custo Viagem e Método Preços Hedônicos) tendem a abranger um maior número de subitens da fórmula VERA (detalhada no item 3.1). Contudo, os métodos diretos são considerados dispendiosos e demorados, o que para a realidade da perícia criminal brasileira no cálculo do valor do dano ambiental, devido às dificuldades relacionadas ao tempo, número de profissionais capacitados e gastos financeiros, a aplicação desses métodos torna-se praticamente inviável. Por esse fato,

em ações civis e criminais ocorre o uso geralmente dos métodos indiretos ou sem curva de demanda (Método Dose-Resposta, Método Custos Evitados e Método Custo de Reposição) (NETO, 2011).

Segundo Magliano (2012), a valoração aplicada nos laudos periciais da Polícia Federal apresenta a ressalva de ser um valor parcial e inferior ao valor total dos prejuízos causados pelo crime ambiental. Isso como consequência da dificuldade em se aferir com precisão os serviços ambientais (uso indireto), o valor de usos alternativos futuros (ou de opção), e o valor de existência das espécies e processos ecológicos.

O importante é que o valor calculado indique ao Poder Judiciário que eventuais penas atribuídas aos responsáveis não devem ser inferiores ou desproporcionais ao valor mínimo apresentado nos laudos (MAGLIANO, 2012).

Nesses casos de perícia ambiental criminal ou para efeito de aplicação de multas devem ser preferidos métodos que permitam o atendimento de prazos legais e administrativos e que estejam dentro do orçamento das instituições de perícia e fiscalização. Contudo, esses métodos devem sempre obedecer aos critérios de simplicidade, reconhecimento legal, transparência e proporcionalidade (TONIETTO, 2011).

Com o intuito de estimar o valor do dano ambiental, de forma mais rápida e objetiva, foram criadas metodologias que se utilizam do método custo de reposição (método direto) conjugado com diferentes índices e fatores em fórmulas matemáticas, com

o intuito de se aproximar ao Valor Econômico do Recurso Ambiental (VERA). Nestes termos podem ser destacadas as seguintes metodologias: Método Fator Ambiental, Método DEPRN, Método VERD, Método Almeida e Método CATE.

4 MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho foi utilizado um estudo de caso em que a perícia ambiental foi realizada pelo IGP/SC, caso esse objeto de uma ação judicial de crime ambiental.

A infração penal ocorreu, segundo o Relatório de Vistoria e Inspeção da Polícia Militar do Estado de Santa Catarina, em 01 de junho de 2007.

Inicialmente, utilizou-se como base os exames periciais realizados no local dos fatos em 16 de setembro de 2010 e detalhados no Laudo Pericial emitido pelo Instituto Geral de Perícias em 20 de setembro de 2010, e tendo como uma das peritas signatárias a autora do presente trabalho.

Na solicitação do Laudo Pericial emitido pelo IGP/SC não havia quesitos quanto à valoração econômica do dano ambiental. Contudo, conforme detalhado e discutido no Capítulo 2, o valor econômico do dano ambiental poderia ter sido solicitado nesse caso. Na esfera penal, assim como determina a Lei de Crimes Ambientais, a perícia sempre que possível deve realizar o cálculo do valor econômico do dano ambiental. Já na esfera civil, apesar de se tratar de um caso de um dano ambiental recuperável, existe o que se chama de lucro cessante (dano interino ou intercorrente), em que o infrator deve reparar, também, a perda ou diminuição das funções ecológicas do ecossistema no período do dano até sua efetiva recuperação. E uma das formas indiretas de sua reparação é a compensação financeira.

Após a revisão bibliográfica sobre valor do dano ambiental e valoração econômica ambiental, estudou-se o Laudo Pericial emitido pelo IGP/SC e realizou-se um novo levantamento de local, para posteriormente aplicar as diferentes metodologias de valoração do dano ambiental. A aplicação desses métodos teve o intuito de comparar e levantar as dificuldades, os pontos fortes e fracos de cada modelo, e aplicar as metodologias em uma área menor do que normalmente são utilizadas, assim como também fomentar a discussão para novos estudos.

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A área utilizada nesse estudo de caso encontra-se situada no final da Rua Inês Maria de Jesus, Bairro Guarda do Embaú, Município de Palhoça, Estado de Santa Catarina, mais precisamente no ponto de coordenadas geográficas 27°54'11.71"S 48°35'53.63"O. Para localizar as coordenadas geográficas foi utilizado o datum horizontal WGS84 e o aparelho GPS marca Garmin, modelo Etrex Vista HCx.

A área em estudo encontra-se a aproximadamente 500m (quinhentos metros) fora do limite do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (polígono estabelecido no anexo III da Lei nº 14.661, de 26 de março de 2009) (SANTA CATARINA, 2009).

A seguir as figuras 2 a 6 localizam a área em estudo em relação ao Estado de Santa Catarina, ao município de Palhoça, ao Bairro e Localidade.

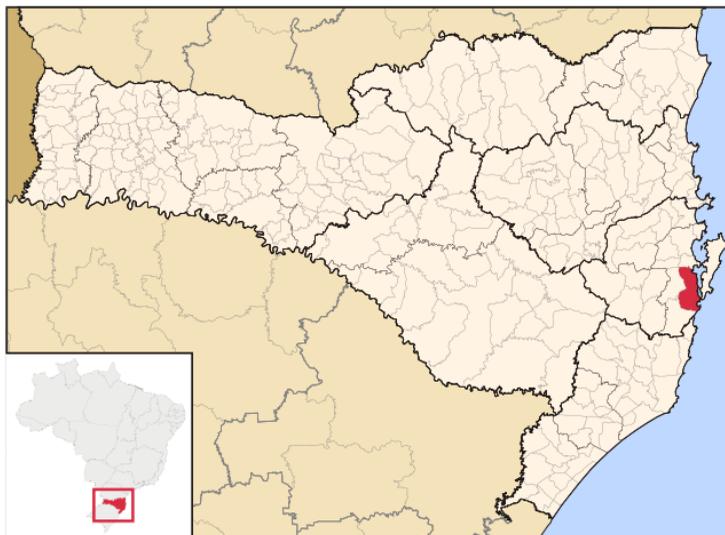


Figura 2. Localização do Estado de Santa Catarina e do Município de Palhoça. Em azul retângulo aproximado da próxima imagem aérea.

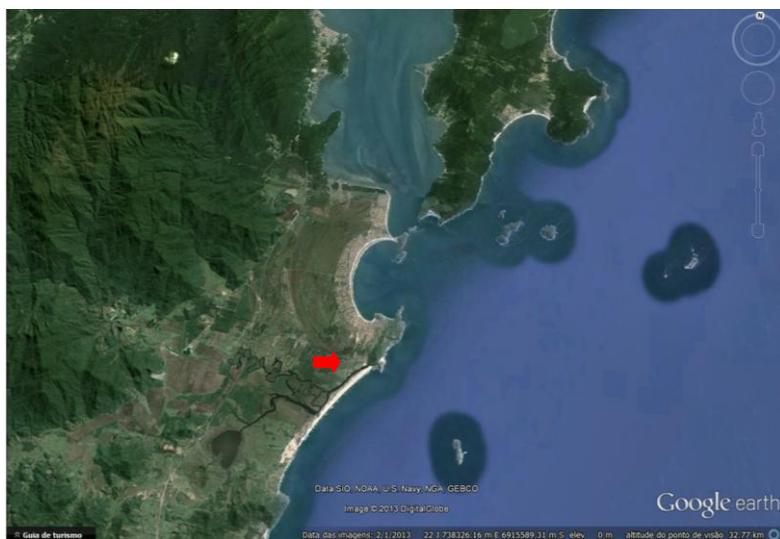


Figura 3. Imagem ilustrativa capturada do programa “Google Earth” com a localização aproximada do local de estudo no Município de Palhoça (seta).

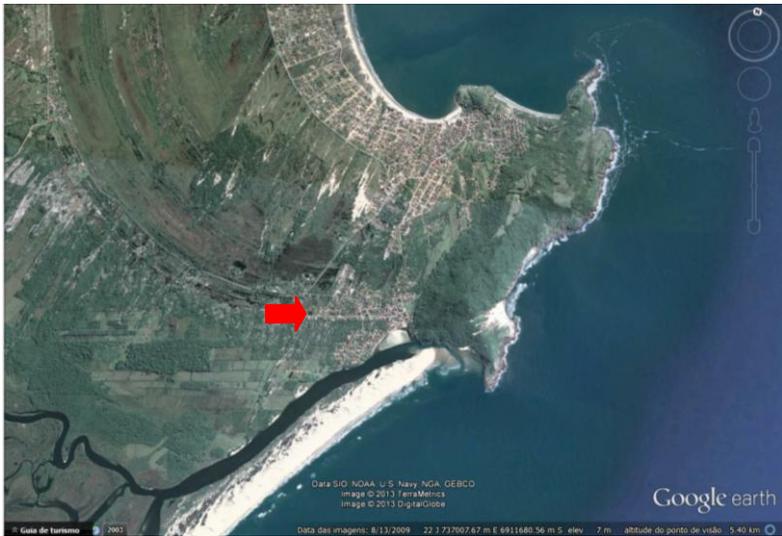


Figura 4. Imagem ilustrativa capturada do programa “Google Earth” com a localização aproximada do local de estudo (seta).

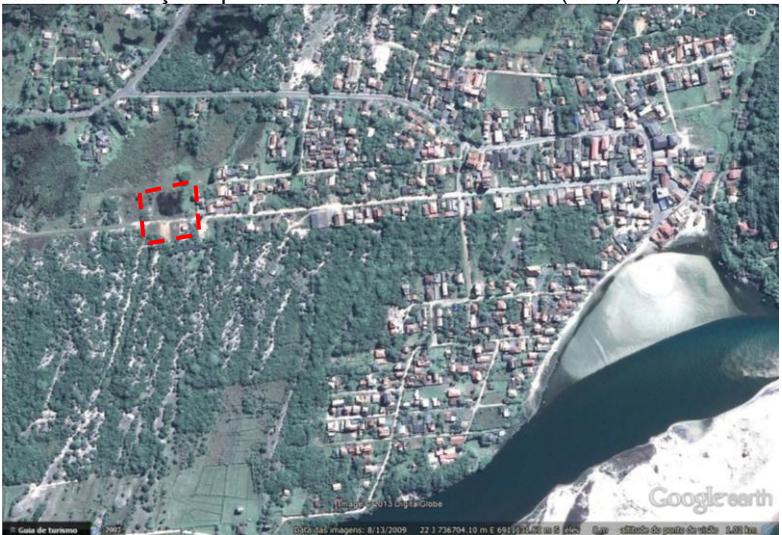


Figura 5. Imagem ilustrativa capturada do programa “Google Earth” com a localização aproximada do local de estudo no Bairro (retângulo).



Figura 6. Imagem ilustrativa capturada do programa “Google Earth” datada de 14/09/2009 com a delimitação aproximada no retângulo do local em estudo.

4.2 MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL APLICADOS

A escolha dos métodos de valoração econômica ambiental foi feita com base naqueles que mais atendiam aos seguintes critérios: objetividade, simplicidade, transparência, aplicabilidade ao estudo de caso e para a realidade da Perícia Criminal do Estado de Santa Catarina.

Por esse motivo não foram utilizados os métodos diretos com curva de demanda (Método Valoração Contingente, Método Custo Viagem e Método Preços Hedônicos), por serem considerados dispendiosos e demorados.

No presente trabalho, optou-se pela aplicação de metodologias que se utilizam do Método (Indireto) Custo de Reposição conjugado com fatores de multiplicação em diferentes

fórmulas matemáticas, com o intuito de se aproximar ao Valor Econômico do Recurso Ambiental (VERA).

Nesses termos, foram aplicadas as seguintes metodologias: Método Fator Ambiental (ROMANÓ, 1999), Método do DEPRN (GALLI, 1996), Método VERD (CARDOSO, 2003), Método Almeida (ALMEIDA, 2010) e Método CATE (RIBAS,1996).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 LEVANTAMENTO DO LOCAL

O entorno da área examinada era ocupado por edificações (principalmente no sentido leste), vegetação exótica e por vegetação de restinga. O solo era predominantemente arenoso e encontrava-se sobre uma área plana e parcialmente alagada, em que as feições geomorfológicas são características de cordões arenosos (PPMA/SC).

Verificou-se que houve depósito de aterro com solo argiloso para a ampliação de uma via em um trecho de aproximadamente 100 metros lineares com 7,5 metros de largura, ou seja, sobre uma área de aproximadamente 750 m² (figuras 7 a 12).



Figura 7. Ampliação da via com depósito de aterro no sentido oeste-leste em 16/09/10. Fonte: autor.



Figura 8. Vista da área aterrada no sentido leste-oeste em 16/09/10. Fonte: autor



Figura 9. Depósito de aterro atingindo a margem da lagoa em 16/09/10. Fonte: autor.



Figura 10. Depósito de aterro na margem da lagoa em 16/09/10. Fonte: autor.



Figura 11. Vista geral do local em 03.09.2013 (sentido leste-oeste).
Fonte: autor.



Figura 12. Vista geral do local em 03.09.2013 (sentido leste-oeste).
Fonte: autor.

Observou-se, também, que o aterro atinge um trecho de aproximadamente 20 metros da margem de uma lagoa com dimensões aproximadas de 1800m² e corta uma área de dunas fixas, onde em alguns trechos encontravam-se recobertas por vegetação de restinga arbustiva em estágio médio e avançado de regeneração, com função fixadora de dunas, de acordo com conceitos e definições de CONAMA (1999) e CONAMA (2002) (figuras 13 a 16).



Figura 13. Corte nas dunas para a abertura da via em 16/09/10. Fonte: autor.



Figura 14. Remanescentes de dunas recobertas por vegetação de restinga em 16/09/10. Fonte: autor.



Figura 15. Vista geral do local em 03.09.2013 (sentido oeste-leste).
Fonte: autor.



Figura 16. Detalhe da vegetação sobre dunas em 03.09.2013 (sentido leste-oeste). Fonte: autor.

Verificou-se, também, que as duas margens da via onde houve o depósito de aterro foram subdivididas em lotes, delimitados por cercas, nos primeiros lotes ao sul da rua, e por piquetes nos demais lotes (figuras 17 a 20).



Figura 17. Lotes cercados no lado sul da rua em 16/09/10. Fonte: autor.



Figura 18. Piquete demarcando lote no lado norte da rua em 16/09/10. Fonte: autor.



Figura 19. Cerca de arame atravessando a lagoa em 16/09/10. Fonte: autor.



Figura 20. Cerca delimitando os fundos dos lotes sobre a lagoa em 16/09/10. Fonte: autor.

As constatações observadas no local em estudo em 03 de setembro de 2013 foram semelhantes às já observadas em 16 de setembro de 2010, em que foram detalhadas no Laudo Pericial emitido pelo IGP/SC. Observou-se que o depósito de aterro encontrava-se sobre a mesma área, e que apenas houve o início do crescimento de gramíneas e vegetação rasteira sobre a área aterrada (figuras 7 a 12).

5.2 LEGISLAÇÃO RELACIONADA

O Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/12) (BRASIL, 2012) determina em seu Artigo 4º quais são as Áreas de Preservação Permanente (APP):

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:
[...]

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

[...]

VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

[...]

§ 4º Nas acumulações naturais ou artificiais de água com superfície inferior a 1 (um) hectare, fica dispensada a reserva da faixa de proteção prevista nos incisos II e III do

caput, vedada nova supressão de áreas de vegetação nativa, salvo autorização do órgão ambiental competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente – Sisnama.

Já a definição de restinga encontra-se no Artigo 3º, inciso XVI dessa mesma Lei (Lei nº 12.651/12):

XVI - restinga: depósito arenoso paralelo à linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação, onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, com cobertura vegetal em mosaico, encontrada em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando, de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo, este último mais interiorizado;

Nas áreas de preservação permanente é proibida a supressão de vegetação nativa, exceto nas hipóteses apontadas no Artigo 8º do Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/12):

Art. 8º A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental previstas nesta Lei.
§ 1º A supressão de vegetação nativa protetora de nascentes, dunas e restingas somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública.

Já a Lei nº 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais) (BRASIL, 1998) torna a prática de supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente crime ambiental, conforme determina seu Artigo 38:

Seção II

Dos Crimes contra a Flora

Art. 38. Destruir ou danificar floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção:

Penal - detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente.

Parágrafo único. Se o crime for culposo, a pena será reduzida à metade.

De acordo com o Art. 4º da Lei 12.651/12 e com as definições expressas acima, o local em estudo é considerado Área de Preservação Permanente por se tratar de uma área de restinga com a função fixadora de dunas, além de encontrar-se no entorno de uma lagoa. Apesar da lagoa do local em estudo possuir superfície menor que um hectare, em que ficaria dispensada a reserva da faixa de proteção, contudo é vedada nova supressão de áreas de vegetação nativa.

A área do local em estudo não se trata de um caso de utilidade pública. Tampouco, no que constava no processo examinado a atividade não foi autorizada pelo poder público, desta forma a supressão de vegetação e o depósito de aterro neste caso são considerados crimes ambientais.

Por se tratar de um caso da esfera penal, a perícia sempre que possível deve realizar o cálculo do valor econômico do dano ambiental, assim como determina a Lei de Crimes Ambientais. Por esse fato os danos ambientais causados podem e devem ser valorados pela perícia criminal ambiental.

5.3 CUSTO DE RECUPERAÇÃO DA ÁREA DEGRADADA

Para o cálculo do valor do dano ambiental foram utilizadas metodologias que se utilizam do montante do custo de recuperação da área degradada em suas fórmulas. Ressalta-se que não faz parte dos objetivos do trabalho propor formas ou ações de recuperação da área degradada, sendo essa proposição função do órgão ambiental competente.

O custo de recuperação da área será o mesmo para as diferentes metodologias a serem aplicadas, sendo que a estimativa calculada somente será realizada neste trabalho para o cálculo do valor do dano ambiental.

Há na literatura diversos métodos de recuperação da área degradada, entretanto, neste trabalho utilizou-se como base as ações mínimas necessárias para recuperar a área degradada indicadas pelo manual NBL (2013), isso com o intuito de realizar o levantamento dos preços de insumos e serviços necessários para a recuperação da área.

Na recuperação de uma área degradada é preciso avaliar inicialmente a situação ambiental a ser restaurada para priorizar a prática de todas ou de determinadas ações com o intuito de se atingir o objetivo final. Desta forma, não há uma “receita única (‘receita de bolo’) para enfrentar todas as situações de degradação ambiental encontradas. Inicialmente, é preciso avaliar alguns aspectos das áreas-alvo de restauração, tais como o estado de conservação do solo, a existência e a abundância da

regeneração natural, a localização dessas áreas (em área de preservação permanente, em área agrícola, etc.) (NBL, 2013).

Para a recuperação da área degradada foram elencados basicamente os seguintes itens (NBL, 2013) para o posterior levantamento dos preços de insumos e serviços:

1. Retirada do aterro e a sua remoção do local. Considerando a remoção média de 1m (um metro) de aterro nos 750m², se teria 750m³ de aterro a ser retirado;
2. Controle de formigas com formicida, tanto no pré-plantio, como no pós-plantio;
3. Limpeza geral da área de plantio;
4. Abertura de covas;
5. Coroamento manual. O coroamento manual deve ser realizado com enxada, removendo o mato em um raio mínimo de cinquenta centímetros e a uma profundidade de cerca de cinco centímetros no solo, a fim de dificultar e diminuir a rebrota do mato;
6. Adubação de base (na cova). Recomenda-se a utilização de cinco a dez litros de esterco de curral bem curtido, que deve ser misturado com a terra que vai preencher a cova;
7. Plantio;
8. Replantio. O replantio consiste na reposição das mudas que morreram, devendo ser realizado sempre que a mortalidade for superior a 5% do total de cada espécie plantada;

9. Adubação de cobertura. Da mesma forma como descrito para a adubação de base, na adubação de cobertura podem-se utilizar de 5 a 10 litros de esterco de curral curtido por muda;

10. Manutenção. A manutenção das áreas de restauração deve ser realizada até 30 meses após o plantio ou até o total recobrimento do solo pela sombra da copa das árvores. Basicamente, a manutenção consiste na limpeza da área de coroamento, no controle periódico de formigas cortadeiras e na adubação de cobertura.

Para o levantamento dos custos de insumos e serviços utilizou-se o Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índices da Construção Civil (SINAPI), preços consultados em Julho de 2013 para Florianópolis e o Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola (CEPA) da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), preços consultados em Maio de 2013 para o sul catarinense.

Para o cálculo do custo da retirada do aterro do local realizou-se 03 (três) levantamentos de preços em empresas desse ramo próximo à localidade da Guarda do Embaú em 03 de setembro de 2013, conforme tabela 6.

Tabela 6. Consulta de preços para a retirada de aterro.

Empresa	Endereço	Custo por m³ para a retirada de aterro (R\$)
Materiais de Construção Rodrigues	Estrada Geral Praia do Sonho, 800, Praia do Sonho, Palhoça/SC	11,67
Silva Materiais de Construção	Rua Aderbal Ramos da Silva, 980, Pinheira, Palhoça/SC	12,5
Terraplanagem Ailton	Rua Aderbal Ramos da Silva, ao lado do n. 1390, Pinheira, Palhoça/SC	13,33
Média (custo considerado)		12,5

Para o preço das mudas arbóreas realizou-se 03 (três) orçamentos em sites que trabalham com a venda on-line de mudas nativas, conforme tabela 7. Nos preços dessa pesquisa está incluso o número necessário de mudas para a recuperação da área e o custo de frete até o local em estudo.

Tabela 7. Consulta de preços de mudas nativas.

Empresa	Site	Custo médio por unidade (R\$)
Compre Mudas	www.compremudas.com.br	2,2
Click Mudas	www.clickmudas.com.br	3,00
Matas Nativas	www.matasnativas.com.br	3,5
Média (custo considerado)		2,9

Com base nos levantamentos de preços e na descrição dos insumos e serviços para a recuperação da área degradada, descritos anteriormente, foi preenchida a tabela 8, que documenta o cálculo do custo de recuperação da área degradada do local em estudo, a qual se obteve um total de R\$ 12.831,62 (doze mil oitocentos e trinta e um reais e sessenta e dois centavos).

Tabela 8. Preços utilizados dos insumos e atividades (rendimentos de hora homem por hectare - HH/ha) e cálculo para a área. Unid. – unidade. Rend. – rendimento. Mão de obra – diária de um trabalhador rural (continua).

Atividade	Descrição do Insumo	Rend.	Preço		Fonte preço	Preço parcial para 750 m2 (R\$)	Preço para 750 m2 (R\$)
			(R\$)	Unid.			
Retirada de 750 m ³ de aterro	Inclui custo de mão de obra, equipamentos e depósito final do aterro	-	12,5	m ³	3 preços no mercado		8.750,00
Isolamento da área	Construção de cerca (4 fios)	-	14,5	m	CEPA/EPAGRI		3.117,50
Controle de formigas (2x)	Formicida	3,5 Kg/ha	10,2	Kg	CEPA/EPAGRI	2,68 (x2) =	5,35
	Mão de obra	1,5 HH/ha	10	H	CEPA/EPAGRI	1,125 (x2) =	2,25
Limpeza geral da área de plantio	Mão de obra	40 HH/ha	10	H	CEPA/EPAGRI		30,00
Covoamento	Mão de obra	80 HH/ha	10	H	CEPA/EPAGRI		60,00
Coroamento	Mão de obra	50 HH/ha	10	H	CEPA/EPAGRI		37,50
Adubação da base (1ha com 1666 covas)	Adubo orgânico bovino	7,5 litros por cova	153	m ³	SINAPI		14,34
	Mão de obra	18 HH/ha	10	H	CEPA/EPAGRI		13,50

Tabela 8. Preços utilizados dos insumos e atividades (rendimentos de hora homem por hectare - HH/ha) e cálculo para a área. Unid. – unidade. Rend. – rendimento. Mão de obra – diária de um trabalhador rural (conclusão).

Atividade	Descrição do Insumo	Rend.	Preço		Fonte preço	Preço parcial para 750 m2 (R\$)	Preço para 750 m2 (R\$)
			(R\$)	Unid.			
Plantio de mudas	Mudas arbustivas	1666 mudas/há	2,9	UN	3 preços no mercado		362,50
	Mão de obra	8 HH/ha	10	H	CEPA/EPAGRI		6,00
Adubação de cobertura (8x)	Adubo orgânico bovino	7,5 litros por cova	153	m ³	SINAPI	14,34 (x8) =	114,70
	Mão de obra	14 HH/ha	10	H	CEPA/EPAGRI	10,5 (x8) =	84,00
Replante (após 2 meses)*	Mudas arbustivas	170 mudas/há	2,9	UN	3 preços no mercado		36,98
	Mão de obra	2 HH/ha	10	H	CEPA/EPAGRI		1,50
Coroamento (x12)*	Mão de obra	10 HH/ha	10	H	CEPA/EPAGRI	7,5 (x12) =	90,00
Combate às formigas (14x)*	Formicida	2 kg/ha	10,2	Kg	CEPA/EPAGRI	1,53 (x14) =	21,50
	Mão de obra	08 HH/ha	10	H	CEPA/EPAGR	6 (x14) =	84,00
TOTAL DE GASTOS							12.831,62

*Manutenção por 30 meses

Após o cálculo do custo de recuperação da área, foram aplicadas as seguintes metodologias: Método Fator Ambiental (ROMANÓ, 1999), Método do DEPRN (GALLI, 1996), Método VERD (CARDOSO, 2003), Método Almeida (ALMEIDA, 2010) e Método CATE (RIBAS, 1996). Para cada metodologia, obteve-se os valores econômicos dos danos ambientais para a área em estudo.

5.4 APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA DO DANO AMBIENTAL

5.4.1 Método Fator Ambiental

Considerando o custo de recuperação da área de R\$ 12.831,62 (detalhado no item 5.3) e a partir da aplicação da equação abaixo tem-se o seguinte:

$$AV = CRA + FA \quad (3)$$

$$AV = 12.831,62 + 12.831,62 = 25.663,2$$

Segundo o método fator ambiental o valor econômico do dano ambiental do local em estudo é de R\$ 25.663,2 (vinte e cinco mil seiscientos e sessenta e três reais e vinte centavos), o que representa R\$ 34,2 (trinta e quatro reais e vinte centavos) por metro quadrado.

5.4.2 Método DEPRN

Primeiramente será realizado o cálculo do fator de multiplicação, de acordo com a Tabela 2 e Quadro 2 e baseado no exemplo descrito em Galli (1996).

a) Aspecto ambiental “ar”: não foi considerado, por ser de baixo impacto para o caso em estudo.

b) Aspecto ambiental “água”: foi considerado o impacto na hidrodinâmica da lagoa devido ao depósito de aterro (todos os itens nesta linha da tabela devem ser multiplicados por 1,5):

- Morte ou dano à fauna: suposto – $1 \times 1,5 = 1,5$

- Morte ou dano à flora: suposto – $1 \times 1,5 = 1,5$

- Alteração na vazão/volume da água: significativa – $2 \times 1,5 = 3,0$

- Previsão de reequilíbrio: longo prazo – $2 \times 1,5 = 3,0$

Índice numérico: $1,5 + 1,5 + 3,0 + 3,0 = 9,0$

Fator de multiplicação (tabela 2) = 3,2

c) Aspecto ambiental “solo e subsolo”: foi considerado o impacto na dinâmica do complexo solo-subsolo devido ao depósito de aterro (todos os itens nesta linha da tabela devem ser multiplicados por 1,5)

- Morte ou dano à fauna: suposto – $1 \times 1,5 = 1,5$

- Morte ou dano à flora: comprovada – $2 \times 1,5 = 3,0$

- Alteração na capacidade de uso da terra na mesma classe de uso: $1 \times 1,5 = 1,5$

- Dano ao relevo: pequeno risco - $1 \times 1,5 = 1,5$

- Previsão de reequilíbrio: médio custo – $2 \times 1,5 = 3,0$

Índice numérico: $1,5 + 3,0 + 1,5 + 1,5 + 3,0 = 10,5$

Fator de multiplicação (tabela 2) = 3,2

d) Aspecto ambiental “fauna”: foi considerado o impacto na dinâmica das comunidades (fauna) devido ao desmatamento e depósito de aterro (todos os itens nesta linha da tabela devem ser multiplicados por 1,5)

- Alteração dos nichos ecológicos: fortes indícios – $2 \times 1,5 = 3,0$

- Previsão de reequilíbrio: longo prazo – $3 \times 1,5 = 4,5$

Índice numérico: $3,0 + 4,5 = 7,5$

Fator de multiplicação (tabela 2) = 3,2

e) Aspecto ambiental “flora”: devido ao desmatamento e depósito de aterro foram considerados:

Dano aos indivíduos

- Favorecimento da erosão: suposta = 1

Impacto na dinâmica da comunidade (todos os itens nesta linha da tabela devem ser multiplicados por 1,5)

- Importância relativa: área até 10 vezes maior que a área degradada – $1 \times 1,5 = 1,5$

- Alteração dos nichos ecológicos: suposta – $1 \times 1,5 = 1,5$

- Previsão de reequilíbrio: longo prazo – $3 \times 1,5 = 4,5$

Índice numérico: $1,0 + 1,5 + 1,5 + 4,5 = 8,5$

Fator de multiplicação (tabela 2) = 3,2

f) Aspecto ambiental “paisagem”: foi considerado o dano à paisagem devido ao desmatamento e depósito de aterro (todos os itens nesta linha da tabela devem ser multiplicados por 1,5)

- Localização em área protegida: dentro – 3,0

- Proximidade de centro urbano: centro urbano distante até 50 Km – 1,0

- Reversão do dano: Médio custo – 2,0

- Comprometimento do aquífero: não diretamente relacionado – 1,0

- Comprometimento do complexo solo / subsolo: diretamente relacionado – 2,0

- Morte ou dano à fauna: não diretamente relacionado – 1,0

- Morte ou dano à flora: diretamente relacionado – 2,0

Índice numérico: $3 + 1 + 2 + 1 + 2 + 1 + 2 = 12$

Fator de multiplicação (tabela 2) = 3,2

Σ Fator de multiplicação = $3,2 + 3,2 + 3,2 + 3,2 + 3,2 = 16,0$

Considerando o custo de recuperação da área de R\$ 12.831,62 (detalhado no item 5.3), e a partir da aplicação da equação abaixo tem-se o seguinte:

Indenização = Σ Fator de multiplicação x Valor de recuperação (5)

Indenização = $16 \times 12.831,62 = 205.305,9$

Segundo o método DEPRN o valor econômico do dano ambiental do local em estudo é de R\$ 205.305,92 (duzentos e cinco mil e trezentos e cinco reais e noventa centavos), o que representa R\$ 273,74 (duzentos e setenta e três reais e setenta centavos) por metro quadrado.

5.4.3 Método VERD

A partir do levantamento do local e utilizando-se o Quadro 3 como referência para o cálculo dos valores intangíveis (danos e os riscos efetivos ou potenciais praticados contra os ambientes físico, biótico e antropológicos), tem-se o Quadro 4 a seguir:

Quadro 4. Determinação dos valores inangíveis para o estudo de caso.

		Impacto Ambiental					Médio e longo prazos/risco**
		Curto Prazo*					
Ambiente		<i>in</i>	Sem - 0	Baixo - 1	Médio - 2	Alto - 3	4
Físico	Ar	<i>i1</i>	x				
	Água	<i>i2</i>					x
	Solo/sedimento	<i>i3</i>					x
Biótico: Reino Monera	Bactérias e cianobactérias	<i>i4</i>		x			
Reino Protista	Protozoários (ameba, paramécio)	<i>i5</i>		x			
Reino Fungi	Cogumelos	<i>i6</i>		x			
Reino Animal	Invertebrados	<i>i7</i>			x		
	Vertebrados	<i>i8</i>		x			
Reino das Plantas	Extrato arbóreo	<i>i9</i>					x
	Extrato arbustivo	<i>i10</i>					x
	Extrato herbáceo	<i>i11</i>					x
Ambiente Antrópico	Social	<i>i12</i>	x				
	Paisagístico	<i>i13</i>				x	
	Perdas econômicas intangíveis	<i>i14</i>	x				
	Bem-estar	<i>i15</i>		x			
Total	30						

*duração de dias

**duração de meses a anos

Considerando o custo de recuperação da área de R\$ 12.831,62 (detalhado no item 5.3) e aplicando a equação abaixo, tem-se o seguinte:

$$VERD = \sum_{n=1}^{\infty} q_n \times \sum_{n=1}^{\infty} i_n \quad (6)$$

$$VERD = 12.831,62 \times (0+4+4+1+1+1+2+1+4+4+4+0+3+0+1)$$

$$VERD = 12.831,62 \times 30 = 384.948,6$$

Segundo o método VERD o valor econômico do dano ambiental do local examinado é de R\$ 384.948,6 (trezentos e oitenta e quatro mil novecentos e quarenta e oito reais e sessenta centavos), o que representa R\$ 513,2 (quinhentos e treze reais e trinta centavos) por metro quadrado.

5.4.4 Método Almeida

Para a aplicação do método Almeida (2010) foi necessário adaptar a tabela 3 (fator para uso e ocupação do solo), pois essa foi baseada no zoneamento do Distrito Federal (Lei Complementar n. 17, de 28 de janeiro de 1997) (DISTRITO FEDERAL, 1997). Desta forma, pesquisou-se o zoneamento do município de Palhoça do local em estudo, que foi enquadrado com o macrozoneamento com características mais próximas com o indicado na tabela.

De acordo com consulta realizada no Setor de Análise Técnica do Município de Palhoça a área examinada encontrava-se no zoneamento em Área Turística Residencial 3 (ATR-3), sendo que nessa área é proibido o parcelamento de solo e a taxa de ocupação máxima é de 30%. Comparando essas

características do tipo de zoneamento do local com as características de cada macrozoneamento do DF descritos na Lei Complementar n. 17, de 28 de janeiro de 1997, foi definido que de acordo com a tabela 4 a área em estudo estaria no macrozoneamento área de lazer ecológico (FM = 2).

Já de acordo com a tabela 4 (fatores para Unidades de Conservação e Área de Preservação Permanente) pelo fato de o local em estudo encontrar-se em Área de Preservação Permanente, considerou-se que esse fator fosse igual a seis (FUC = 6,0).

Considerando o custo de recuperação da área de R\$ 12.831,62 (detalhado no item 5.3) e, e a partir da aplicação da equação abaixo tem-se o seguinte:

$$CR = CRO \times FM \times FUC \quad (7)$$

$$CR = 12.831,62 \cdot 6 \cdot 2 = 153.979,4$$

Somado a isso, tem-se ainda o lucro cessante. Para esse cálculo, será considerado que o crime ocorreu em 01 de junho de 2007, de acordo com o Relatório de Vistoria e Inspeção da Polícia Militar do Estado de Santa Catarina.

Será considerado como índice de correção relacionado à variável tempo a taxa de juros de 6% ao ano, valor esse utilizado no mercado financeiro de modo geral (Ribas, 1996).

O depósito de aterro na área em estudo dificultou seriamente a regeneração natural do local, por esse fato será utilizado para o cálculo do lucro cessante a equação abaixo (degradação instantânea sem recuperação natural):

$$CRP = CR (1 + i)^t \quad (8)$$

$$CRP = 153.979,44 (1 + 0,06)^6$$

$$CRP = 153.979,44 \cdot 1,59 = 244.827,31$$

Segundo o método Almeida (2010), o valor econômico do dano ambiental do local em estudo até a data dos exames é de R\$ 244.827,31 (duzentos e quarenta e quatro mil oitocentos e vinte e sete reais e trinta centavos), o que representa R\$ 326,44 (trezentos e vinte e seis reais e quarenta centavos) por metro quadrado.

5.4.5 Método CATE (Custos Totais Esperados)

No local em estudo os danos ambientais foram considerados como sendo intermitentes, sem riscos ambientais contínuos e provenientes de uma ação degradadora não repetitiva, única, não periódica. Desta forma, será aplicada a equação do CATE I.

$$CATE I = \frac{(Vc + Cd.Fi/d).(1+j)^n}{(1+j)^n - 1} \quad (9)$$

O item valor pecuniário da propriedade (Vc) será utilizado por ter sido constatado que na área em estudo houve depósito de aterro para fins de loteamento e/ou comercialização de lotes (conforme detalhado no item 5.1 Levantamento do local). Será considerado que Vc é de R\$ 230.000,00 (duzentos e trinta mil reais). Valor esse obtido através de pesquisa de preços de terrenos com características ambientais semelhantes e na proximidade da área em estudo na Imobiliária Globo (www.imobiliariaglobo.com.br) e na Imobiliária Zuleica Imóveis (www.zuleicaimoveis.com.br), realizada em setembro de 2013.

O custo de recuperação da área (Cd) será considerado de R\$ 12.831,62, conforme detalhado no item 5.3.

Quanto ao fator de relação Fi/d, baseado na tabela 5, será considerado uma pequena relação dos danos indiretos sobre os diretos, desta forma $Fi/d = 4,5$.

Será utilizada a taxa de juros (j) de 6% ao ano, valor esse utilizado no mercado financeiro de modo geral (RIBAS, 1996).

Quanto ao período de duração dos efeitos dos impactos adversos (n) será considerado o período de 25 anos, conforme sugere Ribas (1996, p. 129).

Com a aplicação da fórmula acima, tem-se o seguinte:

$$CATE I = \frac{(230.000,00 + 12.831,62 \cdot 4,5) \cdot (1 + 0,06)^{25}}{(1 + 0,06)^{25} - 1}$$

$$CATE I = \frac{(230.000,00 + 57.742,29) \cdot (4,29)}{(4,29) - 1}$$

$$CATE I = \frac{(287.742,29) \cdot (4,29)}{3,29} = 375.201,95$$

Já para o cálculo do dano ambiental irreversível (DAÍ) (lucro cessante segundo o método Almeida), será considerado que o crime ocorreu em 01 de junho de 2007, de acordo com o Relatório de Vistoria e Inspeção da Polícia Militar do Estado de Santa Catarina. Conforme a aplicação da equação a seguir:

$$DAI = CATE [(1 + j)^t - 1] \quad (11)$$

$$DAI = 375.201,95[(1 + 0,06)^6 - 1] = 156.834,4$$

Segundo o método CATE o valor econômico do dano ambiental do local em estudo até a data dos exames é de R\$ 156.834,4 (cento e cinquenta e seis mil e oitocentos e trinta e quatro reais e quarenta centavos), o que representa R\$ 209,1 (duzentos e nove reais e dez centavos) por metro quadrado.

5.5 ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS

Os valores de dano ambiental obtidos na área em estudo pelas diferentes metodologias aplicadas encontram-se na tabela 9, assim como a mediana desses valores, desvio padrão, desvio absoluto e coeficiente de variação.

Tabela 9. Resultado dos valores do dano ambiental para os diferentes métodos.

Método	Valor do dano total (R\$)	Desvio Absoluto (R\$)	Desvio relativo percentual (%)
Fator Ambiental	25.663,2	179.642,7	87,5
DEPRN	205.305,9	0,0	0,0
VERD	384.948,6	179.642,7	87,5
Almeida	244.827,3	39.521,4	19,2
CATE	156.834,4	48.471,5	23,6
Mediana	205.305,9		
Desvio Padrão	130.803,66		
Desvio Absoluto Médio		89.455,6	
Coefficiente de Variação	63,71%		

O valor da mediana dos resultados obtidos foi de R\$ 205.305,9, desvio padrão de R\$ 130.803,66 e coeficiente de variação de 63,71%.

Observa-se que o coeficiente de variação obtido é um valor bastante elevado (acima de 25%), o que indica que os dados avaliados não são homogêneos. O alto valor do desvio padrão obtido, além de sugerir que a distribuição não seja normal, indica, também, que isso esteja relacionado ao número baixo de dados analisados. Por esse fato o teste de normalidade não é apropriado nesse caso.

O método DEPRN apresentou o desvio relativo percentual de 0,0%, porém os métodos Almeida e CATE obtiveram resultados relativamente próximos à mediana, com desvio relativo percentual de 19,2% e -23,6% respectivamente.

Observa-se que os métodos Fator Ambiental e VERD apresentaram desvio relativo percentual bastante alto (-87,5% e

87,5% respectivamente). Isso indica que esses dois métodos obtiveram um valor do dano ambiental bastante abaixo e acima (respectivamente), em relação aos resultados obtidos pelo restante dos Métodos (DEPRN, Almeida e CATE).

Souza (2011) aplicou e comparou os métodos Fator Ambiental, DEPRN e VERD em uma área de 10 hectares de restinga e banhado, em que houve depósito de 1m³ de aterro no município de Garopaba/SC (aproximadamente 20 km da área em estudo) e obteve resultados por m² relativamente próximos aos obtidos no presente trabalho, conforme tabela 10.

Os resultados daquele autor (SOUZA, 2011) indicam essa mesma tendência do Método Fator Ambiental para um baixo valor de dano ambiental, assim como para o Método VERD para um alto valor de dano ambiental (tabela 10).

Tabela 10. Comparação dos valores de dano ambiental obtidos com Souza (2011).

Método	Valor do dano total (R\$)	Valor do dano por m² (R\$)	Valor do dano por m² (R\$) – SOUZA (2011)
Fator Ambiental	25.663,2	34,2	39,6
DEPRN	205.305,9	273,7	317,1
VERD	384.948,6	513,3	594,6
Almeida	244.827,3	326,4	-
CATE	156.834,4	209,1	-
Mediana	205.305,9	273,7	317,1

Já Cotrim (2012) aplicou diferentes métodos de valoração econômica ambiental, dentre eles os métodos CATE e DEPRN, em uma área de 7.500m², em que houve contaminação do solo e água subterrânea devido ao condicionamento inadequado de resíduos tóxicos de uma empresa de reciclagem de tinta industrial. Apesar de o dano ambiental ter abrangido aspectos ambientais distintos do trabalho em estudo, Cotrim (2012) obteve resultados para os métodos CATE e DEPRN relativamente próximos a média, assim como o presente trabalho obteve (considerando a mediana). Cotrim (2012) obteve desvio relativo percentual de 1,11% para o método CATE e de -5,91% para o método DEPRN.

6 CONCLUSÕES

Os exemplos geralmente utilizados pelos autores dos métodos aplicados no presente trabalho são em áreas maiores que um hectare. Contudo, sabendo da casuística da Perícia Criminal no Estado de Santa Catarina utilizou-se esses mesmos métodos em uma área de 750m² e obteve-se os resultados indicados na tabela 9.

O método que mais se aproximou da mediana calculada foi o DEPRN (desvio relativo percentual de 0,0%), seguido pelos métodos Almeida e CATE, que obtiveram também resultados relativamente próximos à mediana (desvio relativo percentual de 19,2% e -23,6% respectivamente).

Os métodos Fator Ambiental e VERD apresentaram valores de desvio absoluto bastante alto (-87,5% e 87,5% respectivamente). Isso demonstra o que outro trabalho já indicava – uma tendência para um baixo valor de dano ambiental pelo método Fator Ambiental, assim como para o método VERD para um alto valor de dano ambiental.

Todos os métodos utilizados no presente trabalho empregam o modelo de custo de recuperação da área como parte do cálculo para a valoração ambiental, contudo os fatores de multiplicação são calculados de formas distintas.

Observa-se que, tanto na aplicação do método Fator Ambiental como na aplicação do método VERD, o fator de multiplicação é obtido de forma simplificada, o que certamente

influenciou em um baixo e alto valor de dano ambiental respectivamente.

O fator de multiplicação dos métodos DEPRN, CATE e Almeida consideram um maior número de fatores para esse cálculo, assim como: juros financeiro relacionado à variável tempo (CATE e Almeida), características detalhada do local em estudo (DEPRN e Almeida), valor pecuniário da propriedade (CATE), diferenças plausíveis de prazos para recuperação do dano ambiental (DEPRN, Almeida e CATE).

Observa-se, também, que apenas os métodos Almeida e CATE utilizam no cálculo do valor econômico do dano ambiente o período entre a data que ocorreu o dano e a data em que área foi reparada (ou a data dos exames), tempo esse que a área ficou sob efeito da degradação. Período esse denominado pelo método Almeida de lucro cessante e pelo método CATE de dano ambiental irreparável.

O método Fator Ambiental sugere que o cálculo do valor econômico do dano ambiental seja o custo de recompor a área danificada somado ao valor fixo igual a 100% do custo de recomposição. Desta forma, não diferencia as características do local do dano e do tipo do dano ambiental.

Já o método VERD sugere o uso de tabela com características do tipo do dano para o cálculo da variável intangível (fator a ser multiplicado pelo custo de recuperação). Contudo, para os impactos de longo prazo (meses e anos) sugere apenas uma opção (qualificador 4), sendo que sabemos

que na prática há impactos muito distintos (maiores e menores) entre os prazos de se recompor entre um mês e muitos anos.

As outras metodologias utilizadas apresentaram, também, vieses em sua aplicação. No método DEPRN, sentiu-se dificuldade em relacionar o dano ao aspecto, sendo que foi necessário basear-se no exemplo utilizado pelo autor a fim de aplicar a metodologia.

Já o método Almeida utiliza-se do macrozoneamento do Distrito Federal (tabela 3), o que teve que ser adaptado ao zoneamento do município que se encontrava a área em estudo, o que certamente influenciou no resultado final.

Quanto ao método CATE, observou-se certa dificuldade em determinar o fator de relação F_i/d , baseado na tabela 5, sendo que esse valor tem grande influência no resultado final. Para sua correta aplicação seria necessário um estudo mais aprofundado da bibliografia sugerida pelo autor, contudo esse estudo detalhado foge da praticidade de aplicação do método que busca o presente trabalho.

Observa-se que os métodos aplicados no presente trabalho podem ser utilizados em diferentes tipos de danos ambientais (poluição aquática, desmatamento, extração de areia, etc.), com exceção do método Almeida que é proposta sua utilização somente em casos de desmatamento.

De forma geral, após a leitura detalhada de cada método considerou-se relativamente simples sua utilização. Essa simplicidade é um princípio importante para o método ser

utilizado pela perícia criminal ambiental, devido principalmente aos fatores tempo (determinação legal) e número de profissionais capacitados disponíveis.

Outro princípio importante que se observou nos métodos utilizados foi o da transparência, em que posteriormente é possível determinar de forma clara como foi o cálculo do valor econômico do dano ambiental. Critério esse importante para o reconhecimento do valor obtido e para ser utilizado pelo judiciário, tanto na área civil como na esfera criminal.

Comparando os resultados obtidos no presente trabalho com uma bibliografia em uma área com características ambientais semelhantes a estudada, observou-se, também, que os resultados obtidos mantiveram o importante princípio da proporcionalidade – quanto maior o dano ambiental maior o valor apurado.

Acredita-se que, após as dificuldades iniciais inerentes ao aprendizado de cada método, sua aplicação se torne mais fácil, principalmente quando aplicada rotineiramente. Por esse fato, acredita-se que as metodologias utilizadas no presente trabalho podem fazer parte da rotina da perícia criminal ambiental.

Como a Legislação Brasileira não define critérios específicos e precisos sobre como proceder à valoração econômica do dano ambiental, entende-se que qualquer metodologia é válida, desde que acompanhada com sua descrição detalhada.

O quesito quanto ao valor econômico do dano ambiental tem sido cada vez mais frequente dentre as solicitações de perícias

criminais em Santa Catarina, contudo o IGP/SC não o tem respondido devidamente com a justificativa que a aplicação dos métodos de valoração do dano ambiental são complexas e dispendiosas. Sabendo do dever legal do Perito Criminal em responder a esse quesito e a partir dos resultados do presente trabalho, sugere-se a utilização em casos semelhantes (desmatamento e/ou aterro da área) a aplicação dos métodos DEPRN, Almeida e CATE.

Sugere-se novos estudos em áreas menores de um hectare com a aplicação de métodos que apresentem as características de praticidade, objetividade, transparência e proporcionalidade em casos diferentes de dano ambiental que o IGP/SC recebe também a solicitação de perícia e valoração econômica do dano ambiental, como por exemplo, casos de poluição hídrica.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. In: TOCCHETTO, D. (Org). **Perícia Ambiental Criminal**. Campinas: Millennium, 2010, p. 211-238.

ALVARENGA, J. L.; BARREIRO, T. C. S. Bases Normativas e Funcionalidades Jurídicas para a Avaliação Econômica de Danos Ambientais. **MPMG Jurídico**, Belo Horizonte, Edição especial, p.64-69, 2011.

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. Texto para discussão. **Instituto de Economia/UNICAMP**, n. 155, p. 1-23, fev. 2009.

ARAÚJO, R. C. **Procedimentos Prévios para Valoração Econômica do Dano Ambiental em Inquérito Civil Público**. 136 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente) – Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

ARAÚJO, R. C. **Valoração econômica do dano ambiental em inquérito civil publica**. Brasília: Escola Superior do Ministério Publica da União. 2011. 200p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14653-6**. Avaliação de bens - Parte 6: Recursos naturais e ambientais. Rio de Janeiro. 2009. 16f.

ÁVILA, P. Uma visão extensiva e crítica sobre o direito ambiental brasileiro. **O Direito**. 2006. Disponível em: <<http://www.odireito.com/default.asp?SecaoID=10&SubSecao=1&ConteudoID=000176&SubSecaoID=30>>. Acesso em: 29 out. 2013.

BADINI, L. Apresentação. **MPMG Jurídico**, Belo Horizonte, Edição especial, p.1, 2011.

BADINI, L. Experiências de Valoração de Danos Ambientais em Minas Gerais. CURSO DE VALORAÇÃO DE DANOS AMBIENTAIS. CEAMA. Bahia. 2012. Disponível em: http://www.mpba.mp.br/atuacao/ceama/eventos/2012/valoracao/conteudo/30_05_12/8_Luciano_Badini_PALESTRA_VALORAcAO_MPBA_SALVADOR_30_MAIO_2012.pdf Acesso em: 05 nov. 2013

BENAKOUCHE, R.; CRUZ, R. S. **Avaliação Monetária do Meio Ambiente**. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1994, 198 p.

BENJAMIN, A. H. V. Responsabilidade civil pelo dano ambiental. **Revista de direito ambiental**, n. 9, ano 3, p. 75-136, jan-mar/1998.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Diário Oficial da União**. Brasília, 1981.

BRASIL. Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985. **Diário Oficial da União**. Brasília, 1985

BRASIL. Constituição Federal (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado, 1988.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial da União**. Brasília, 1998.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2000.

BRASIL. Decreto Federal nº 4.339/2002. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2002.

BRASIL. [LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012](#). **Diário Oficial da União**. Brasília, 2012.

CARDOSO, A. R. A. **A Degradação Ambiental e seus Valores Econômicos**

Associados, Porto Alegre: Sérgio Antonio Fabris Editor, 2003, 96 p.

CAVALCANTI, C. Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, 2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 261 de 30 de junho de 1999. **Diário Oficial da União**. Brasília, 1999.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 303 de 20 DE MARÇO DE 2002. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2002.

COTRIM, J. **Modelos de Valoração Econômica de Danos ambientais a partir de um estudo de caso**. 152p. Dissertação (Mestrado Profissional em Meio Ambiente Urbano e Industrial do Setor de Tecnologia) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2012.

DISTRITO FEDERAL. Lei Complementar n. 17, de 28 de janeiro de 1997. **Diário Oficial do Distrito Federal**. Brasília, 1997.

DUBEUX, C. B. S. **A valoração econômica como instrumento de gestão ambiental: o caso da despoluição da Baía de Guanabara**. 1998. 89 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – Coppe/UFRJ, Rio de Janeiro, 1998.

FREITAS, C. G. A. Valoração do dano ambiental: algumas premissas. **MPMG Jurídico**, Belo Horizonte, Edição especial, p.10-17, 2011.

GALLI, F. Valoração de danos ambientais: subsídio para ação civil. **Série Divulgação e Informação**, 193, Companhia Energética de São Paulo, CESP, São Paulo, 1996.

GISI, A. C.; BALBINOT, A.; LIMA, R. F. **Avaliação econômica do desmatamento de área de floresta ombrófila mista.** Disponível em: <<http://claudio.jacoski.googlepages.com/desmatamento.pdf>>. Acesso em: 05 de maio de 2013.

HANLEY, N.; SPASH, C. L. *Cost-Benefit Analysis and the Environment.* Inglaterra: Edward Elgar. 1993. 278 p.

KING, D. M.; MAZZOTTA, M.J. **Ecosystem valuation.** US Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service and National Oceanographic and Atmospheric Administration. 2000. www.ecosystemvaluation.org. [Acesso em 15/05/2013].

LEITE, J. R. M. **Dano ambiental: do individual ao coletivo extrapatrimonial.** 2.ed. São Paulo: Revista dos Tribunais. 2003. p. 218.

LÉLÉ, S. M. Sustainable Development: A Critical Review, **World Development**, Elsevier, v.19, n.6, p. 607-621, jun. 1991.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental brasileiro.** 10. ed. São Paulo: Malheiros, 2002, p. 327.

MACIEYWSKI, F. N. **Reparação individual do dano ambiental.** 124 p. Dissertação (Mestrado em Direito Econômico e Social) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Paraná, 2006.

MAGLIANO, M. M. De quanto é o rombo ambiental no Brasil. **Revista Perícia Federal.** Brasília, n. 29, ano 13, p. 8-13. mar/2012.

MAIA, A. G. **Valoração de recursos ambientais.** 2002. 199 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente) – Universidade de Campinas, Campinas, 2002.

MANTOVANI, W. (Org.). **Caminhos de uma ciência ambiental.** São Paulo: Annablume; Fapesp, 2005. 346 p.

MARQUES, J. R. **Reparação do dano ambiental: necessidade de adequação do dimensionamento do pedido formulado em Ação Civil Pública.** **MPMG Jurídico**, Belo Horizonte, Edição especial, p. 8-9, 2011.

MIRRA, A. L. V. **Ação civil pública e a reparação do dano ao meio ambiente.** São Paulo: Juarez de Oliveira, 2002. 416 p.

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

NBL – ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA E THE NATURE CONSERVANCY (TNC): **Manual de Restauração Florestal: Um Instrumento de Apoio à Adequação Ambiental de Propriedades Rurais do Pará.** The Nature Conservancy (TNC), Belém, 2013, 28 p.

NETO, G. K. **Desempenho de modelos de valoração econômica de danos ambientais decorrentes da contaminação do solo: cates, vcp, hea, deprn.** **MPMG Jurídico**, Belo Horizonte, Edição especial, p.31-37, 2011.

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

NOGUEIRA, J. M.; MEDEIROS, M. A. A. **Quanto vale aquilo que não tem valor? Valor de existência, economia e meio ambiente.** Recife. 1997. Anais do XXV Encontro Nacional de Economia (ANPEC), dez. 1997, v. 2, p.861-879.

PEARCE, D. W. **Economic values and the natural world.** Massachusetts: The MIT Press, USA, 1993. 129 p.

PEARCE, D.; TURNER, R. **Economics of natural resources and the environment**, Baltimore: The Johns Hopkins University, 1990. 378 p.

PINTO, C. E. F. A mercantilização do meio ambiente. **MPMG Jurídico**, Belo Horizonte, Edição especial, p.70-75, 2011.

PINHO, H. G. Reparação de danos ambientais: as medidas de reposição natural compensatórias e preventivas. Dissertação (Mestrado Profissional em gerenciamento e tecnologias ambientais no processo produtivo) – Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2008.

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

RIBAS, L. C. Danos ambientais irreversíveis - o valor de indenização ambiental. Disponível em:
[http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestao etecnologia/docentes/cateind.pdf](http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestao%20etecnologia/docentes/cateind.pdf)
Acesso em 10/10/2013.

RICKLEFS, R.E.A. **Economia da Natureza**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 470 p.

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

SANTA CATARINA. Lei nº 14.661, de 26 de março de 2009. **Diário Oficial de Santa Catarina**. Florianópolis, 2009.

SÃO PAULO. Ministério Público. Relatório do GT de Valoração de Dano Ambiental - Criado pelo ato n. 36/2011- pgj. Disponível em:
http://www.mp.sp.gov.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente

Acesso em: 29 maio 2013.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y; VARJABEDIAN, R. Valoração monetária de danos ambientais: experiências na zona costeira, ferramentas e comentários. **MPMG Jurídico**, Belo Horizonte, Edição especial, p.50-55, 2011.

SILVA, J. A. **Direito ambiental constitucional**. 5. ed. São Paulo: Malheiros, 2004. p. 299.

SILVA, M.H. **Modelo de procedimento para elaboração de metodologia de valoração econômica de Impactos ambientais em bacias hidrográficas estudo de caso Guarapiranga**: aplicação da função dose-resposta. 158p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SOUZA, F. B. **Avaliação de metodologia para valoração de recursos naturais e danos ambientais em ecossistemas costeiros: estudo de caso da área do banhado da Palhoçinha, Garopaba/SC**. 92p. Trabalho de Conclusão de Curso para o título de Engenheiro Ambiental – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011.

STEIGLEDER, A. M. **Responsabilidade civil ambiental: as dimensões do dano ambiental no direito brasileiro**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2004. 278 p.

STEIGLEDER, A. M. Valoração de Danos Ambientais Irreversíveis. **MPMG Jurídico**, Belo Horizonte, Edição especial, p.24-30, 2011.

TONIETTO, A.; SILVA, J. J. M. C. Valoração de danos nos caso de mineração de ferro no Brasil. **Revista Brasileira de Criminalística**, Brasília, v. 1, n.1, p. 31-38, Nov. 2011.

VATN, A.; BROMLEY, D.W. **Choices without prices without apologies**. In: Handbook of environmental economics. Cambridge: Blackwell Publisher, 1995, cap. 1.

ZAMPIER, J.F.; MIRANDA, G.M. Levantamento das Metodologias Propostas para Valoração Econômica de Bens Ambientais. **Revista Eletrônica Lato Sensu**, Paraná, ano 2, n.1, jul. 2007.

APÊNDICE A

MÉTODO DEPRN - CRITÉRIOS DE QUALIFICAÇÃO DE AGRAVOS

1) AR

Os agravos descritos na linha Impacto na dinâmica atmosférica da Tabela 1, têm os seus valores multiplicados por 1,5.

- Toxicidade da emissão (baseada em literatura científica):

- Comprovada = 3
- Fortes indícios = 2
- Suposta = 1

- Proximidade de centros urbanos (baseado em censo demográfico):

- Centro urbano (população ≥ 60.000 hab) distante até 10km = 2
- Centro urbano (população ≥ 60.000 hab) distante até 25km = 1

- Localização em relação a áreas protegidas (Unidades de Conservação):

- Dentro da área = 2
- Sob influência = 1

- Comprometimento do aquífero, decorrente do dano ao ar (estudar o aspecto água):

- Comprovado = 2
- Suposto = 1

- Morte ou dano à fauna, decorrente do dano ao ar (estudar o aspecto fauna):

- Comprovado = 2
- Suposto = 1

- Morte ou dano à flora, decorrente do dano ao ar (estudar o aspecto flora):

- Comprovado = 2
- Suposto = 1

- Dano ao patrimônio cultural, histórico, artístico, arquitetônico e turístico e/ou monumentos naturais, decorrente do dano ao ar (estudar o aspecto paisagem):

- Comprovado = 2
- Suposto = 1

- Alteração da qualidade do ar:

- Estado de emergência = 3
- Estado de Alerta = 2
- Estado de Atenção ou péssimo = 1

- Previsão de reequilíbrio (caso não haja possibilidade de previsão de prazo, utilizar o critério custo de recuperação ou dos equipamentos preventivos: baixo custo = 1; médio custo = 2; alto custo = 3):

- Curto prazo = 1
- Médio prazo = 2
- Longo prazo = 3

2) ÁGUA

Os agravos descritos na linha Impacto na hidrodinâmica (alteração do fluxo e/ou vazão) da Tabela 1, têm seus valores multiplicados por 1,5.

- Toxicidade da emissão (baseada em literatura científica):

- Comprovada = 3
- Fortes indícios = 2
- Suposta = 1

- Comprometimento do aquífero:

- Comprovado = 3
- Fortes indícios = 2
- Suposto = 1

- Localização em relação as áreas protegidas (Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente definidas em legislação):

- Dentro = 3
- Na mesma bacia hidrográfica à montante = 2
- Na mesma bacia hidrográfica à jusante = 1

- Dano ao complexo solo/subsolo, decorrente do dano à água (estudar o aspecto solo/subsolo):
 - Comprovado = 3
 - Fortes indícios = 2
 - Suposto = 1

- Morte ou dano à fauna, decorrente do dano à água:
 - Comprovado = 2
 - Suposto = 1

- Morte ou dano à flora, decorrente do dano à água (estudar o aspecto flora):
 - Comprovado = 2
 - Suposto = 1

- Dano ao patrimônio cultural, histórico, artístico, arquitetônico e turístico e/ou monumentos naturais, decorrente do dano à água (estudar o aspecto paisagem):
 - Comprovado = 2
 - Suposto = 1

- Alteração da classe do corpo hídrico (baseado na Resolução CONAMA nº 20 de 18/06/86):

- Comprovada = 3

- Alteração na vazão / volume de água:

- Significativa = 2

- Não significativa = 1

- Previsão de reequilíbrio na condição natural (caso não haja possibilidade de previsão de prazo, utilizar o critério custo de recuperação ou dos equipamentos preventivos: baixo custo = 1; médio custo = 2; alto custo = 3)

- Curto prazo = 1

- Médio prazo = 2

- Longo prazo = 3

3) SOLO E SUBSOLO

Os agravos descritos na linha Impacto na dinâmica do complexo solo-subsolo (movimentação de solo, corte ou aterro) da Tabela 1, têm seus valores multiplicados por 1,5.

- Toxicidade da emissão (baseada em literatura científica):

- Comprovada = 3

- Fortes indícios = 2

- Suposta = 1

- Comprometimento do aquífero, decorrente do dano ao complexo solo/subsolo (estudar o aspecto água):

- Comprovado = 3
- Fortes indícios = 2
- Suposto = 1

- Localização em relação às áreas protegidas (Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente definidas em legislação):

- Totalmente inserido = 2
- Parcialmente inserido = 1

- Assoreamento de corpos hídricos (estudar o aspecto água):

- Grande intensidade = 3
- Média intensidade = 2
- Pequena intensidade = 1

- Morte ou dano à fauna, decorrente do dano ao complexo solo/subsolo (estudar o aspecto fauna):

- Comprovado = 2
- Suposto = 1

- Morte ou dano à flora, decorrente do dano ao solo/subsolo (estudar o aspecto flora):

- Comprovado = 2
- Suposto = 1

- Dano ao patrimônio cultural, histórico, artístico, arquitetônico e turístico e/ou a monumentos naturais, decorrentes do dano ao complexo solo/subsolo (estudar o aspecto paisagem):

- Comprovado = 2

- Suposto = 1

- Objetivando a comercialização:

- Atividade principal ou secundária = 1

- Alteração na capacidade de uso da terra:

- Em mais de uma classe (por ex: classe 1 para 3) = 3

- Em uma classe (por ex: classe 1 para 2) = 2

- Na mesma classe de uso (subclasses) = 1

- Danos ao relevo (alterações da declividade, desmoronamentos, etc) (estudar o aspecto paisagem):

- Ocorrido = 3

- Grande risco = 2

- Pequeno risco = 1

- Previsão de reequilíbrio na condição natural (caso não haja possibilidade de previsão do prazo, utilizar os critérios de custo de recuperação: baixo custo (menor que o da exploração) = 1; médio custo (equivalente ao da exploração) = 2; alto custo (maior que da recuperação) = 3):

- Curto prazo = 1
- Médio prazo = 2
- Longo prazo = 3

4) FAUNA

Os agravos descritos na linha de Impacto na dinâmica da comunidade da Tabela 1 têm seus valores multiplicados por 1,5.

- Localização em relação às áreas protegidas (Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente definidas por legislação):

- Dentro = 3
- No raio de ação do animal = 2

- Ocorrência de espécies ameaçadas de extinção (Baseada na Portaria do IBAMA Nº 1.522 de 19/12/89):

- Comprovada = 3
- Suposta = 2

- Ocorrência de espécies endêmicas (baseada em literatura científica):

- Comprovada = 2
- Suposta = 1

- Ocorrência de Fêmeas:

- Prenhas ou ovadas = 3

- Comprovada = 2
- Suposta = 1

- Objetivando comercialização:
 - Atividade principal = 3
 - Atividade secundária = 2

- Importância relativa:
 - Espécie que não se reproduz em cativeiro = 3
 - Espécie que se reproduz em cativeiro = 2
 - Espécie criada comercialmente = 1

- Morte ou dano à flora decorrente do dano à fauna (estudar aspecto flora):
 - Comprovado = 3
 - Fortes indícios = 2
 - Suposto = 1

- Alteração nos nichos ecológicos:
 - Comprovada = 3
 - Fortes indícios = 2
 - Suposta = 1

- Previsão de reequilíbrio (natural) (caso não haja possibilidade de previsão de prazo, utilizar como critério: outras

espécies = 1; espécies endêmicas = 2; espécies ameaçadas = 3):

- Longo prazo = 3
- Médio prazo = 2
- Curto prazo = 1

5) FLORA

Os agravos descritos na linha Impacto na dinâmica da comunidade da Tabela 1, têm seus valores multiplicados por 1,5. Para maciços maiores que 0,1ha, deve-se analisar os danos aos indivíduos e a comunidade.

- Localização em relação às áreas protegidas (Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente definidas por Lei):

- Totalmente inserido = 3
- Parcialmente inserido = 2

- Ocorrências de espécies ameaçadas de extinção (Portaria IBAMA No 1522 de 19/12/89):

- Comprovada = 3
- Suposta = 2

- Ocorrência de espécies endêmicas (baseado em literatura científica):

- Real ocorrência = 2

- Suposta ocorrência = 1

- Favorecimento à erosão (estudar solo e subsolo):
 - Comprovada = 3
 - Fortes indícios = 2
 - Suposta = 1

- Dano ao patrimônio cultural, histórico, artístico, arqueológico e turístico e ao monumento cultural, decorrente do dano à flora (estudar o aspecto paisagem):
 - Comprovado = 2
 - Suposto = 1

- Objetivando a comercialização:
 - Atividade principal = 2
 - Atividade secundária = 1

- Morte ou dano à fauna, decorrente do dano à flora (estudar o aspecto fauna):
 - Comprovada = 3
 - Fortes indícios = 2
 - Suposto = 1

- Importância relativa. Possibilidade de ocorrência na região de parcela similar qualitativamente e quantitativamente à área degradada (estudar o aspecto paisagem):

- Área maior que 30 vezes a área degradada = 3
- Área entre 10 e 30 vezes a área degradada = 2
- Área até 10 vezes maior que a área degradada = 3

- Alteração nos nichos ecológicos:

- Comprovada = 3
- Fortes indícios = 2
- Suposta = 1

- Previsão de reequilíbrio (natural) (caso não haja possibilidade de previsão de prazo, analisar o estágio de regeneração: inicial = 1; médio = 2; avançado = 3)

- Longo prazo = 3
- Médio prazo = 2
- Curto prazo = 1

6) PAISAGEM

Os agravos descritos na linha Dano ao patrimônio cultural, histórico, artístico e turístico (legalmente constituído, tombado pelo CONDEPHAAT ou SPHAN), da Tabela 1 têm seus valores multiplicados por 1,5.

- Localização em relação a área e/ou municípios protegidos (Unidade de Conservação e Áreas de Preservação Permanente definidas pela Legislação):

- Dentro = 3

- Proximidade de centros urbanos
 - Centro urbano (população \geq a 60.000 hab) distante até 10km = 3
 - Centro urbano (população \geq a 60.000 hab) distante até 25km = 2
 - Centro urbano (população \geq a 60.000 hab) distante até 50km = 1

- Reversão do dano:
 - Alto custo = 3
 - Médio custo = 2
 - Baixo custo = 1

- Comprometimento do aquífero (estudar o aspecto água):
 - Diretamente relacionado = 2
 - Não diretamente relacionado = 1

- Comprometimento do complexo solo / subsolo (estudar o aspecto solo/subsolo)
 - Diretamente relacionado = 2
 - Não diretamente relacionado = 1

- Morte ou dano à fauna (estudar o aspecto fauna):
 - Diretamente relacionado = 2
 - Não diretamente relacionado = 1

- Morte ou dano à flora (estudar o aspecto flora):
 - Diretamente relacionado = 2
 - Não diretamente relacionado = 1

- Dano ao patrimônio cultural, histórico, artístico, arqueológico e turístico, e/ou cultural
 - Tombado pelo CONDEPHAAT ou SPHAM = 2
 - Não tombado = 1