



DESEMPENHO DE MODELOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA DE DANOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA CONTAMINAÇÃO DO SOLO: CATES, VCP, HEA, DEPRN

Dr. Georges Kaskantzis Neto

1. Introdução

A valoração monetária dos recursos e danos ambientais é uma atividade complexa que envolve conhecimentos multidisciplinares, e requer a participação de equipes de profissionais especializados. A valoração monetária de recursos naturais e impactos pode ser usada nos processos de licenciamento ambiental, na perícia judicial e na avaliação imobiliária, visando à determinação do valor dos danos que possam advir das atividades dos empreendimentos ou dos eventuais acidentes ambientais.

Em geral, os métodos de valoração ambiental são utilizados visando à estimativa do valor que os indivíduos atribuem aos recursos naturais, com base em suas preferências individuais (MOTTA, 2002). No entanto, a verificação da afirmativa depende das características socioeconômicas do grupo entrevistado. A utilização dessa técnica tem por finalidade determinar a disposição a pagar ou a receber do indivíduo, respectivamente pela conservação do recurso ou a compensação pela lesão provocada. Dependendo da maneira como se realiza a consulta, o resultado pode ser

parcial, ou seja, obtém-se apenas uma parcela do real valor econômico dos componentes ambientais investigados.

A expressão matemática que representa a disposição a pagar ou a receber compensação pelo dano é a equação (1). A metodologia VERA (Valoração Econômica de Recursos Naturais) é recomendada pela Associação de Normas Técnicas do Brasil (ABNT), para executar serviços de valoração ambiental, tendo sido publicada, no ano de 2008, a NBR 14653-6 (2008). Nesta norma encontram-se descritos os métodos, diretos e indiretos, de valoração de recursos ambientais disponíveis na literatura especializada, tais como: os contingenciais, custo de oportunidade, e outros. A expressão VERA possui a forma:

$$VERA = VU + VE, \quad (1)$$

onde *VERA* é o valor econômico do recurso ambiental; *VU* representa o valor de uso direto e indireto do recurso natural; e *VE* é o valor de existência do recurso natural.

Inspecionando a equação (1), verifica-se que o valor de uso *VU* contempla dois termos, o valor de uso direto, relativo aos fluxos de matérias-primas cujos valores de mercado estão definidos; e o valor de uso indireto, que corresponde às funções e serviços ecossistêmicos providos pelos recursos naturais à sociedade, os quais não têm valor econômico estabelecido. O valor de existência é aquele que independe do uso, presente ou futuro, do recurso natural, refletindo valor que o mesmo tem por si mesmo.

Apesar da consistência teórica da metodologia VERA, no processo da valoração ambiental, vários fatores podem influenciar o resultado da pesquisa, tais como o nível de renda e a instrução do entrevistado. Por exemplo, na valoração do dano oriundo do corte ilegal da floresta nativa, que ocorreu no município de Passos Maia, em Santa Catarina, 84% dos 239 entrevistados não estavam dispostos a pagar pela conservação da flora afetada. Esse resultado indica que, dos 5.772 habitantes de Passos Maia, 4.811 indivíduos não estão dispostos a pagar pela manutenção da floresta, o que retrata o desconhecimento da população local a respeito da importância e do valor econômico dos recursos naturais (FUMAGALLI, 2008).

A valoração da Praia do Cassino, localizada no Rio Grande do Sul, descrita por Finco (2002) é outro caso interessante. Nessa pesquisa foram entrevistados 234 indivíduos e, conforme citado pelo autor, 42,7% dos entrevistados apresentaram resposta negativa quanto à disposição de pagar pela conservação da praia do Cassino situada no município de Rio Grande, RS.

Apesar do uso cada vez maior das técnicas de valoração ambiental, os modelos matemáticos que se encontram disponíveis na literatura são limitados. Os métodos de valoração ambiental tradicionais são classificados como diretos e indiretos. Os métodos diretos são os mais empregados, mas fornecem somente uma parte do valor econômico do recurso ou lesão ambiental, em geral, aquela parcela relativa à recuperação do dano. Os métodos indiretos de valoração, na sua grande maioria, requerem a coleta de dados no campo, visando à determinação dos parâmetros das equações econométricas (MOTTA, 2002).

No âmbito da academia, o método VERA cumpre a finalidade para a qual foi elaborado, mas na esfera jurídica os recursos monetários e prazos disponíveis para realizar a valoração são limitados, o que justifica o maior uso dos métodos diretos. Para contornar a barreira, os técnicos dos órgãos de controle ambiental e dos Centros de Apoio às Promotorias Públicas têm proposto métodos de valoração ambiental para atender suas necessidades (IBAMA, 2002; GALLI, 1996; CAO, 2006). Em geral, os métodos são elaborados com base na experiência profissional dos técnicos e direcionados a casos específicos, o que significa que, na sua grande maioria, esses modelos não podem ser empregados de maneira generalizada.

Visando contribuir para o desenvolvimento e a difusão dos conhecimentos da área da economia ambiental elaborou-se esse estudo. O objetivo é comparar os resultados fornecidos por quatro modelos de valoração ambiental

a serem obtidos na avaliação dos danos provenientes da contaminação do solo de uma propriedade industrial. O caso analisado é o da empresa “RECOBEM, Indústria e Comércio de Tintas e Vernizes Ltda.”. No período de 1985 a 1995, após a falência da empresa, descobriu-se que ela havia gerado um passivo ambiental de 6.700t de resíduos, tendo sido instaurada uma Ação Civil pelo Ministério Público, na qual foram responsabilizadas cento e sessenta empresas que destinavam seus resíduos para a RECOBEM.

2. Metodologia

A metodologia adotada inclui três etapas. Na primeira, determina-se o valor financeiro dos danos provenientes da contaminação do terreno por substâncias tóxicas, aplicando as metodologias separadamente. Na segunda etapa, os valores monetários dos danos calculados na etapa anterior são submetidos à análise estatística, visando à determinação da média, do desvio padrão e das estatísticas de interesse. Na terceira etapa, os resultados fornecidos pelos modelos são comparados com a média do conjunto de todos os resultados obtidos no estudo. A partir da comparação, determina-se a metodologia adequada ao caso RECOBEM.

As metodologias de valoração monetária de danos ambientais consideradas são: CATES – Custos Ambientais Totais Esperados (RIBAS, 1996); VCP – Valor da Compensação Ambiental (IBAMA, 2002); AHE – Análise do Habitat Equivalente (NOAA, 2000); e DEPRN – Modelo do Departamento Estadual de Recursos Naturais do Estado de São Paulo (GALLI, 1996). O intervalo de tempo adotado para análise do valor pecuniário dos danos é de dez anos; a taxa de desconto dos valores do dano utilizada é de 10% a.a. (taxa de mercado), podendo também ser utilizada, dependendo do caso, a taxa de risco de 12% a.a.

Os custos da recuperação do solo contaminado foram definidos a partir da realização da pesquisa de preços dos serviços de engenharia, mão de obra e dos materiais necessários para executar o serviço. O valor global da recuperação do dano soma R\$207.600,00. Deste total, R\$5.000,00 são referentes ao custo do transporte do solo contaminado; R\$140.000,00 representam os custos para destinação do solo contaminado ao aterro industrial; R\$15.800,00 correspondem ao valor da terra de reposição; e R\$46.800,00 são referentes à mão de obra. O nível da descontaminação do solo foi definido com base nos valores de referência que se encontram descritos na Resolução CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 2009 (BRASIL, 2009).

A propriedade da investigada RECOBEM situa-se no bairro Barro Preto, no município de São José dos Pinhais, PR, com uma área de 7.500m², e apresenta um valor atual no mercado, sem a presença da contaminação, que varia de R\$610.669,00 a R\$755.864,00. O valor de mercado do imóvel do Barro Preto foi definido pesquisando-se os valores de seis propriedades industriais semelhantes à contaminada, aplicando o método comparativo direto descrito na NBR 14653-2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004). O valor de mercado do

sítio do Barro Preto, com presença da contaminação, foi estimado em relação ao modelo proposto por May (*apud* HERBERT, 2011). Neste estudo, a perda dos serviços ambientais contabiliza-se desde o ano de 2000 até o ano de 2015, quando o nível dos serviços atinge 80% do máximo. O nível dos serviços anterior ao dano foi definido como 85% do máximo, por ser a área industrial e já se encontrar descaracterizada. Adotou-se também que a valoração do dano foi solicitada em 2010, e que os projetos de descontaminação da propriedade e compensação do dano originado tiveram início em 2010 e finalização no ano de 2015.

3. Caso investigado

A comparação do desempenho dos modelos de valoração de danos ambientais foi realizada com a investigação da contaminação do solo por substâncias tóxicas de uma das três propriedades da empresa RECOBEM. Conforme descrito nos autos da Ação Civil nº 980/2000 MP, da 2ª Vara Cível da Comarca de São José dos Pinhais, no dia 28 de março do ano de 2000, na presença do promotor de Justiça e do Delegado de Proteção do Meio Ambiente, confirmou-se a denúncia dos moradores vizinhos do entorno da fábrica do Barro Preto, a respeito da existência de resíduos tóxicos enterrados na propriedade. Na Ação Civil Pública do Ministério Público foram responsabilizadas as empresas que destinaram resíduos para tratamento na RECOBEM.

Os resíduos na forma líquida, pastosa e sólida foram encontrados dentro de tambores e a granel, a céu aberto, e, na sua grande maioria, são borras de tintas, catalisadores, lodo proveniente de estações de tratamento de efluentes, descartes de laboratório e outros. Os compostos identificados nas amostras do solo, analisadas no laboratório são: metais (Cr, Pb, Cu, Co, Zn, Ni); BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno); THP (tetraidropiperina); HPA (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos); compostos organoclorados, etc.

4. Metodologias de valoração ambiental

A valoração monetária dos danos originados pela contaminação do solo do sítio do Barro Preto foi realizada utilizando os métodos citados. Na sequência, cada um dos métodos será descrito com detalhes e aplicado na valoração monetária dos danos oriundos da contaminação do sítio investigado.

4.1. Método dos Custos Ambientais Totais Esperados

O método dos Custos Ambientais Totais Esperados (CATES) foi proposto por Ribas (1996) para sistemas florestas. O conceito do CATES está associado à renda perpétua que a sociedade estaria disposta a receber como indenização (pecuniária ou não) pelo dano ambiental. Esse modelo considera dois casos: os custos totais esperados com dano intermitente; e os custos totais esperados com dano irreversível. Esse modelo também relaciona os danos indiretos com os diretos através de um fator $F_{i/d}$ com escala

numérica de 0 a 9. A equação do CATES tem a forma:

$$CATE = \frac{(V_c + C_d \cdot F_{i/d}) (1 + j)^n}{(1 + j)^n - 1} \quad (2)$$

onde $CATE$ representa os custos ambientais totais esperados; V_c é o valor da propriedade; C_d são os custos da recuperação da contaminação; $F_{i/d}$ é o fator que relaciona os danos diretos e indiretos; j é a taxa de juros; e n é o período de duração dos efeitos dos impactos adversos.

Os parâmetros de entrada do CATES no caso da contaminação do solo são: $V_c = R\$ 683.267,00$, $C_d = R\$ 207.600,00$; $F_{i/d} = 2$ (o dano ao solo acarretou a poluição do lençol freático); $j = 10\%$ a.a. e $n = 15$ anos. Substituindo estes valores em (1), obtém-se:

$$CATE = \frac{(683.267 + 207.600 \cdot 2) (1 + 0,1)^{15}}{(1 + 0,1)^{15} - 1} = R\$ 1.444.196,05$$

4.2. Método do Valor da Compensação Ambiental

O método Valor da Compensação Ambiental (VCP) foi elaborado no ano de 2002 pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), visando à compensação de impactos negativos advindos das instalações de radiodifusão em Unidades de Conservação. A equação do método VCP é constituída por cinco termos:

$$VCP = (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + IE) \quad (3)$$

onde no presente estudo a soma dos primeiros quatro termos do lado direito da equação representam os custos de recuperação do solo afetado e IE é o impacto sobre os serviços ecossistêmicos. Então, p_1 é o custo de transporte do solo contaminado; p_2 é o custo da disposição do solo em aterro classe II; p_3 é o custo da terra de recomposição; p_4 é o custo da mão de obra requerida para executar os serviços.

O valor monetário dos serviços ecossistêmicos foi definido a partir dos valores recomendados por Constanza (1997). Neste caso foram considerados os serviços de regulação hídrica, proteção à erosão e suprimento de água subterrânea para consumo, tendo sido adotados os valores: R\$ 0,0006/m ano; R\$ 0,0245/m ano; R\$ 0,161/m ano, respectivamente. Somando-se os valores dos serviços ambientais, chega-se a R\$ 0,1861m²ano⁻¹; e multiplicando-se o resultado pelo valor do terreno e o intervalo de tempo de 15 anos, obtém-se o valor $IE = R\$ 20.936,25$.

Dessa forma, o valor monetário VCP no ano em que foi solicitada a valoração do dano é R\$ 207.600,00 + R\$ 20.936,25 = R\$ 228.536,25. Contudo, o dano aos serviços ambientais teve início em 2002, e até o ano de 2001 tais serviços ainda não estavam restituídos, portanto, deve-se calcular o valor presente dos serviços desde o ano de 2000 até o ano de 2015, quando, teoricamente, os serviços ecossistêmicos deverão atingir 80% do nível máximo com a descontaminação do solo. Adotando-se a taxa de juros

de mercado atual (10% a.a.), obtém-se o fator de desconto e o valor presente dos serviços ambientais ao longo do período de 2000 a 2015. De maneira semelhante, calcula-se o valor presente dos custos de recuperação do solo utilizando, nesse caso, seis períodos, ou seja, a partir do ano de 2010, quando se inicia o projeto, até o ano de 2015 quando se finaliza.

A soma dos valores dos serviços ambientais e custos de recuperação descontados são: R\$ 467.338,01 e R\$ 994.567,33, respectivamente. Portanto, o valor monetário do dano ambiental obtido com o VCP é:

$$\text{VCP} = \text{R\$ } 467.338,01 + \text{R\$ } 994.567,33 = \text{R\$ } 1.461.905,34.$$

4.3. Método da Análise do Habitat Equivalente

A metodologia “Análise do Habitat Equivalente” (AHE) foi elaborada por pesquisadores da NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA, 2000). Este modelo fornece o tamanho do projeto de compensação do dano ambiental contabilizando os serviços ambientais afetados e aqueles a serem fornecidos progressivamente com a descontaminação da área e o desenvolvimento de uma nova área similar à degradada. O modelo AHE inclui três etapas. Na primeira, faz-se a avaliação dos componentes ambientais injuriados; na segunda etapa quantifica-se o dano analisando as possibilidades dos projetos de recuperação e compensação; na última etapa, executam-se os projetos acompanhando a evolução dos serviços ambientais. O tamanho do *habitat* a ser desenvolvido no projeto de compensação pode ser calculado com a equação (4), cujo numerador representa a quantidade total descontada dos serviços ambientais afetados, e o denominador indica o fornecimento.

$$P = \frac{V_j}{V_p} * \frac{\left[\sum_{t=0}^B \rho * (b^j - x_t^j) / b^j \right]}{\left[\sum_{t=0}^L \rho * (x_t^p - b^p) / b^p \right]} * j \quad (4)$$

Na expressão, P é o tamanho do projeto de compensação; J é o número de unidades de área afetadas; V_j é o valor dos serviços fornecido por unidade de área-tempo; V_p é o valor dos serviços fornecido pela nova área; x_t^j é o nível

dos serviços fornecidos na área afetada no tempo t ; x_t^p é o nível dos serviços fornecidos pela área de compensação no tempo t ; b^j é o valor da linha base dos serviços antes do dano por unidade de área afetada; b^p é o nível inicial dos serviços fornecidos pela nova área por unidade de área estabelecida; ρ é o fator de desconto $(1 / (1 + r)^{t-C})$, onde r é a taxa de desconto e C o ano que inicia o projeto de compensação. Observa-se que, neste método, a função de recuperação dos serviços é linear.

No caso considerado, os parâmetros do modelo AHE são: $J = 7.500\text{m}^2$; $r = 10\%$ a.a.; $b^j = 85\%$ do máximo; $b^p = 50\%$; $V_j/V_p = 1$; nível dos serviços após o dano = 0% ; serviços após a recuperação = 80% do máximo; ano que inicia e termina a recuperação – 2010 e 2015, respectivamente. Na tabela 1 encontram-se os resultados apresentados do AHE. Ao observar a tabela, nota-se que a perda total dos serviços ambientais decorrente da contaminação do solo, no intervalo de 2000 a 2015, é equivalente aos serviços que derivam de um terreno igual àquele que foi afetado, de $118.749,88\text{m}^2$. Com o início da recuperação do solo e a execução do projeto de compensação, serão fornecidos serviços ambientais equivalentes àqueles oriundos de $60.952,62\text{m}^2$ de uma área da mesma natureza que à daquela contaminada por resíduos tóxicos enterrados no solo.

Os resultados da tabela 1 indicam que os serviços descontados que serão fornecidos por unidade de área equivalem a $8,127\text{m}^2$. Assim, a dimensão da área do projeto de compensação a ser desenvolvido pelo responsável que provocou o dano é $14.898,25\text{m}^2$.

$$P = 1,0 \times \left(\frac{118.749,88}{8,127} \right) = 14.606,38\text{m}^2$$

O valor de mercado médio do terreno de 7.500m^2 sem a contaminação é R\$ 683.267,00; ou seja, R\$ 91,10/ m^2 , e, portanto, o valor monetário do dano ambiental decorrente da contaminação do solo é:

$$\text{Valor do dano (AHE)} = \text{R\$ } 91,10/\text{m}^2 \times 14.606,38\text{m}^2 = \text{R\$ } 1.330.641,34.$$



Tabela 1. Resultados fornecidos pelo método da Análise do Habitat Equivalente (AHE)

Ano	Perda de serviços ambientais				Fornecimento de serviços		
	nível	bruta	desconto	descontada	nível	bruto	descontado
2000	43%	3187,50	2,59	8.267,55	0%	0,0	0,0
2001	85%	6375,00	2,36	15.031,92	0%	0,0	0,0
2002	85%	6375,00	2,14	13.665,38	0%	0,0	0,0
2003	85%	6375,00	1,95	12.423,07	0%	0,0	0,0
2004	85%	6375,00	1,77	11.293,70	0%	0,0	0,0
2005	85%	6375,00	1,61	10.267,00	0%	0,0	0,0
2006	85%	6375,00	1,46	9.333,64	0%	0,0	0,0
2007	85%	6375,00	1,33	8.485,13	0%	0,0	0,0
2008	85%	6375,00	1,21	7.713,75	0%	0,0	0,0
2009	85%	6375,00	1,10	7.012,50	0%	0,0	0,0
2010	77%	5775,00	1,00	5.775,00	53%	3.975,00	3.975,00
2011	61%	4575,00	0,91	4.159,09	59%	4.425,00	4.022,73
2012	45%	3375,00	0,83	2.789,26	65%	4.875,00	4.028,93
2013	29%	2175,00	0,75	1.634,11	71%	5.325,00	4.000,75
2014	13%	975,00	0,68	6.65,94	77%	5.775,00	3.944,40
2015	5%	375,00	0,62	232,85	80%	6.000,00	3.725,53
Serviços ambientais permanentes				---	---	---	37.255,28
Somatório dos serviços ambientais				118.749,88	---	---	60.952,62

4.4. Método DEPRN

A metodologia DEPRN foi desenvolvida pelo Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais do Estado de São Paulo (GALLI, 1996). Para estimar o valor monetário do dano utilizam-se duas tabelas. Na primeira tabela estão descritos os critérios de avaliação dos agravos, decorrentes dos impactos, dos componentes ambientais, devendo ser somados para obter o fator de multiplicação, o qual se encontra indicado na segunda tabela. Em seguida, calcula-se o valor de exploração ou de recuperação do *habitat* injuriado, sendo, então, multiplicado pelo citado fator para determinar o valor monetário do dano.

Para o caso analisado, os critérios de avaliação dos agravos são: toxicidade = 3 (comprovada); alteração do freático = 3 (comprovado); assoreamento de corpo hídrico = 1 (baixa intensidade); morte ou dano à fauna = 3 (suposto); morte ou dano à flora = 3 (comprovado); mudança do uso do

solo = 3 (mais de uma classe); danos ao relevo = 3; previsão de reequilíbrio = 2 (médio prazo). Somando os valores dos critérios e utilizando a segunda tabela resulta o fator de multiplicação 6,4. Desse modo, o produto do fator e dos custos de recuperação da propriedade contaminada fornece o valor do dano ambiental:

DEPRN = fator de multiplicação x custos de recuperação
= 6,4 x R\$ 207.600,00 = R\$ 1.328.640,00.

5. Análise dos resultados

Os valores monetários do dano ambiental da propriedade do Barro Preto contaminada, fornecidos pelos modelos de valoração, e as estatísticas dos resultados se encontram indicados na tabela 2.

Tabela 2. Estatística dos resultados fornecidos pelos modelos de valoração ambiental

Modelo	Dano (R\$)	Desvio absoluto (R\$)	Desvio relativo (%)
CATE	1.444.196,05	52.850,37	3,66
VCP	1.461.905,34	70.559,66	4,83
HEA	1.330.641,34	60.704,34	-4,56
DEPRN	1.328.640,00	62.705,68	-4,72
Média	1.391.346,00	---	---
Desvio padrão = 71.621,33		Variância = 5,13E + 09	Erro padrão = 35.810,00
LC (-95%) = 1.277.380, 00		LC (- 95%) = 1.505.311,00	CV = 5,15
Coeficiente Skewness = 0,052		Coeficiente de Kurtosis = -5,70	

Legenda: LC – limite de confiança; CV – coeficiente de variação

Observando a tabela 2, verifica-se que a média dos valores do dano é R\$ 1.391.346,00 podendo variar $\pm$ R\$71.621,33. Os dados da tabela indicam que o CATES é o modelo que apresenta o menor desvio em relação à média, depois é o HEA, o DEPRN e o VCP. Observa-se que todos os desvios são menores que 5,0%, significando que os resultados são satisfatórios. Os dados da tabela 2 indicam que todos os valores do dano calculados se encontram no intervalo de confiança estatística (95%). Os coeficientes de Skewness e Kurtosis sugerem que os dados não ajustam a função normal de distribuição de frequências, significando que devem ser transformados para atender outra curva de distribuição, como, por exemplo, a log-normal.

Em 2009, nove anos depois da descoberta do passivo da RECOBEM, a Justiça da Comarca de São José dos Pinhais condenou 75 empresas a recuperarem as áreas afetadas e a pagarem sanções que variam de R\$ 25 mil a R\$ 200 mil, dependendo do número de tambores pertencentes às empresas encontrados na RECOBEM. Os dados da tabela 3 indicam que, à medida que aumenta a quantidade de resíduos, a sanção pecuniária diminui. Por exemplo, a empresa responsável por 160 tonéis contendo 32 t. de resíduos irá pagar R\$ 175.000,00 que representa R\$ 5.468,75/t de resíduos; enquanto a empresa que enviou 2.500 tonéis com 500t de resíduos para a RECOBEM irá pagar R\$ 200.000,00, ou seja, R\$ 290,00/t de resíduos.

Tabela 3. Tonéis, massa de resíduos e sanções a pagar pelas empresas responsáveis pelo dano.

Empresa	Tonéis	Resíduos (t)	Sanção	Valor/tonel	Valor/t de resíduo
A	09	1,8	R\$ 35.000,00	R\$ 3.888,89	R\$ 19.444,44
B	160	32	R\$ 175.000,00	R\$ 1.093,75	R\$ 5.468,75
C	1.075	215	R\$ 200.000,00	R\$ 186,050	R\$ 930,23
D	2.500	500	R\$ 200.000,00	R\$ 58,06	R\$ 290,00

6. Considerações finais

O valor monetário do dano decorrente da contaminação do solo do imóvel da RECOBEM, situado no bairro Barro do Preto, foi estimado usando-se quatro metodologias de valoração ambiental. Os resultados obtidos indicam que o valor médio do dano é R\$ 1.391.346,00 $\pm$ R\$ 71.621,00. Comparando esse resultado com aqueles obtidos dos modelos de valoração para o caso analisado, conclui-se que o CATES é o que apresenta o melhor desempenho, porque do valor do dano que fornece resulta o menor desvio em relação à média do conjunto de todos os resultados obtidos no trabalho.

A partir da análise das sanções pecuniárias aplicadas às empresas responsáveis pelos resíduos encontrados na RECOBEM, pode-se concluir que a distribuição do ônus pelo dano ambiental originado não apresenta

proporcionalidade. Comparando os teores dos produtos identificados nas amostras do solo com os valores de referência da Resolução CONAMA nº 420, conclui-se que o solo da propriedade do Barro Preto está contaminado com metais pesados.

A partir dos fatos apresentados, pode-se afirmar que a sistemática inovadora descrita neste estudo aumenta a qualidade dos resultados da valoração monetária do dano ambiental. O emprego de dois ou mais métodos para avaliar determinado caso aumenta a confiabilidade do resultado final e, desse modo, facilita a tomada da decisão, técnica e legal, quanto ao valor do dano oriundo do caso investigado. Assim, conclui-se que a sistemática descrita nesse estudo contribui para o avanço dos conhecimentos da área da econômica ambiental, significando que o trabalho atingiu o objetivo almejado.

7. Referências bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-2: avaliação de bens, imóveis urbanos**. p. 16. jun. 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-6: recursos naturais e ambientais**. p. 16. jun. 2008.
- CENTRO DE APOIO OPERACIONAL DAS PROMOTORIAS DE JUSTIÇA DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE, PATRIMÔNIO CULTURAL, URBANISMO HABITAÇÃO (CAO). **Parecer de quantificação do dano ambiental**. Belo Horizonte, MG. 23 fev. 2006.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n° 420**, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Brasília, DF, dez. 2009.
- COSTANZA, R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, 1997. 15 maio 1997.
- FINCO, M. V. A. **Valoração ambiental**: uma estimativa do valor de uso e do valor de opção para o litoral do Rio Grande do Sul. Anais do II Encontro de Economia Ecológica. São Paulo, 1997.
- FUMAGALLI, R. L. *et al.* **Avaliação econômica do desmatamento de área de floresta ombrófila mista**. Disponível em: <<http://claudio.jacoski.googlepages.com/desmatamento.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2008.
- GALLI, F. **Valoração de danos ambientais**: subsídio para ação civil. Série Divulgação e Informação, 193, Companhia Energética de São Paulo, CESP, São Paulo, 1996.
- HERBERT, B. P. **Estudo da valoração monetária de propriedades contaminadas em ambiente urbano**. mar. 2011. Dissertação (Mestrado Profissionalizante Meio Ambiente Urbano e Industrial) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- IBAMA, Peixoto, W. G. **Modelo de valoração econômica dos impactos ambientais em unidades de conservação**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e de Recursos Renováveis – Brasília, DF, 2002.
- MOTTA, R. S. **Estimativa do custo econômico do desmatamento na Amazônia**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, 2002.
- NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **Habitat Equivalency Analysis: an overview**. Damage Assessment and Restoration Program. USA: Washington D.C., 2000.
- RIBAS, L. C. **Metodologia valoração de danos ambientais – caso florestal**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 1996.

