

Métodos de valoração ambiental aplicável ao derramamento de petróleo no litoral Pernambucano, Brasil

De agosto de 2019 a janeiro de 2020, o petróleo foi detectado em todo o nordeste e parte da costa sudeste do Brasil, atingindo mais de 1.000 localidades trazidos pelas correntes marinhas. Até o presente momento, os questionamentos a respeito da: origem do petróleo, qual o volume total do material no oceano, como ocorreu esse vazamento, por exemplo, ainda continuam sem respostas, visto que as investigações até o momento não apresentaram conclusões. Este trabalho se propôs a realizar uma análise de valoração ambiental dos danos causados pelo derramamento de petróleo no litoral pernambucano através de dois métodos: DEPRN e CETESB, a fim de mensurar o valor dos ecossistemas afetados. Para a determinação dos custos de recuperação da área degradada foram considerados os dados disponibilizados pela SEMAS – Secretária de Meio Ambiente e Sustentabilidade (2019), e pelos dados divulgados pelo diário oficial do estado de Pernambuco no dia 05 de novembro de 2019 que informava sobre a aquisição e distribuição de EPI'S e ferramentas. A partir do valor de recuperação determinado pôde-se calcular o valor do dano ambiental para a indenização através dos métodos sugeridos: com o método DEPRN, R\$ 75.792.337,20 e com o método CETESB, cerca de R\$ 51.563.000,00. Com esse trabalho pôde-se concluir que são necessários mais dados relacionados a esse grande impacto para que então seja possível estimar, com mais precisão, a dimensão do dano causado ao meio ambiente e assim realizar a valoração e estipular uma indenização a ser paga pelos responsáveis por tal crime.

Palavras-chave: Poluição; Danos; Petróleo; Custo.

Environmental valuation methods applicable to the oil spill in the Pernambuco coast, Brazil

From August 2019 to January 2020, oil was detected throughout the northeast and part of the southeast coast of Brazil, reaching more than 1,000 locations brought by sea currents. To date, questions about: the origin of oil, what is the total volume of material in the ocean, how did this leak, for example, still remain unanswered, since investigations until now are not university. This work proposed to carry out an analysis of the environmental valuation of the damages caused by the oil spill on the coast of Pernambuco using two methods: DEPRN and CETESB, in order to measure the value of the affected ecosystems. For the determination of the recovery costs of the degraded area, the data provided by SEMAS - Secretary of Environment and Sustainability (2019), and also by the data released by the official daily of the state of Pernambuco on November 5, 2019, which reported on the acquisition and distribution of PPE's and tools. From the recovery value, it was possible to calculate the amount of environmental damage for compensation through the suggested methods: with the DEPRN method, R\$ 75,792,337.20 and with the CETESB method, approximately R\$ 51,563,000.00 With this work it was possible to conclude that more data related to this great impact are calculated so that it is possible to estimate, with more precision, the dimension of the damage caused to the environment and thus carry out the valuation and stipulate an indemnity to be paid by those responsible crime for such.

Keywords: Pollution; Damage; Oil; Cost.

Topic: **Valoração e Economia Ambiental**

Received: **05/06/2021**

Approved: **28/06/2021**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Eduardo Antonio Maia Lins 
Instituto Federal de Pernambuco, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6148771863554184>
<http://orcid.org/0000-0002-9108-4179>
eduardomaialins@gmail.com

Valderice Pereira Alves Baydum 
Universidade Católica de Pernambuco, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2130685328842248>
<http://orcid.org/0000-0001-6536-6028>
valderice.baydum@unicap.br

André Luiz Timóteo Silva
Universidade Católica de Pernambuco, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4100830346659498>
andreluizt@gmail.com

Beatriz Santiago Tavares Leandro
Universidade Católica de Pernambuco, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4056895178740912>
beatriz.2015130066@unicap.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.006.0060

Referencing this:

LINS, E. A. M.; BAYDUM, V. P. A.; SILVA, A. L. T.; LEANDRO, B. S. T.. Métodos de valoração ambiental aplicável ao derramamento de petróleo no litoral Pernambucano, Brasil. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.12, n.6, p.739-747, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.006.0060>

INTRODUÇÃO

O litoral nordestino brasileiro e mais dois estados do Sudeste receberam toneladas de petróleo cru trazidos pelas correntes marinha até a costa. A Polícia Federal iniciou as investigações para identificar a origem do petróleo, mas até a data de publicação deste trabalho não houve conclusões, o que também acarretou a não identificação de um possível culpado para o crime que caracterizou o maior desastre ambiental envolvendo petróleo atingindo uma costa em todo o globo.

A maioria do óleo foi recolhida através da atuação de voluntários e também pelos governos locais, mas não se sabe quanto de resíduo ainda permanece nos ecossistemas costeiros, uma vez que projeções apontam que o material que chegou na costa, cerca de 5.000 toneladas, é uma parcela do total, e visto que, apesar de sua característica de alta densidade, o material se degrada em fragmentos cada vez menores, atingindo micro-organismos e persistindo nas águas e nas vegetações litorâneas, como também nos recifes de corais (LOURENÇO et al., 2020).

A chegada desse petróleo ao litoral nordestino causou grande preocupação ao setor turístico, que é grande fonte de renda em toda a região. Hotéis, pousadas, pequenos empreendedores e trabalhadores autônomos sentiram o impacto de ver as praias tomadas por grandes manchas de petróleo ou mesmo fragmentos. As trabalhadoras autônomas, pescadoras, marisqueiras, e tantas outras, se viram desamparadas, uma vez que o auxílio oferecido pelo governo federal, atendeu aos poucos trabalhadores cadastrados no Ministério de Pesca (FIOCRUZ, 2019). Em resposta à identificação de óleo cru/petróleo no litoral pernambucano e a possibilidade de agravos à saúde (PERNAMBUCO, 2019) monitorou os casos notificados por municípios do litoral pernambucano. Os casos foram notificados na ficha de intoxicação exógena, seguindo rotina do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN); e imediatamente comunicado ao Centro de Informações Estratégicas em Vigilância em Saúde (CIEVS). Até 01/12/2019, foram notificados 154 casos suspeitos de intoxicação por óleo em Pernambuco. Outros 21 casos notificados pelos municípios estão sendo analisados pelas Secretarias Municipais e Estaduais de Saúde, uma vez que as fichas de notificação não trazem informações, como sinais e sintomas, e estão em processo de qualificação pelos municípios. Casos de pacientes residentes em outro estado (N = 03) também não foram incluídos neste relato. Deste levantamento, cerca de 36 intoxicados vivem na cidade do Cabo de Santo Agostinho, local de estudo. O maior predomínio foi cutâneo e respiratório, quanto ao número de casos notificados de intoxicação exógena de acordo com a via de exposição. Considerando os sinais e sintomas relatados pelos pacientes, cefaleia, náusea, tontura, vômito, irritação na pele e falta de ar foram os mais relatados. Para analisar possíveis dimensões dos impactos causados, Lins et al. (2021), utilizaram um instrumento de Avaliação de Impacto Ambiental (EIA), tendo a matriz Leopold como uma das ferramentas escolhidas, observaram uma análise dos impactos ambientais. Ao todo foram 18 elementos e 6 ações foram resumidos. A matriz foi composta pelo cruzamento de 18 componentes ambientais (colunas) e 6 ações potencialmente impactantes, resultando em um total de 108 resultados.

Lins et al. (2021) ainda obtiveram um total de 6 impactos ambientais relacionados ao derramamento

de óleo. Observou-se que o maior grau de severidade do impacto negativo estava associado ao derramamento de óleo seguido por humanos como agentes transformadores. Em relação ao aspecto de modificações ou alterações no ambiente, os autores sugeriram que a flora tivesse sofrido maiores impactos, considerando os corais locais.

Todavia, uma forma de mensurar o valor ambiental da natureza é através de métodos de valoração, o processo de valoração ambiental é uma atividade complexa que requer conhecimentos multidisciplinares de profissionais especializados. Esse procedimento pode ser requisitado em processos de licenciamento ambiental, em perícias judiciais e em avaliação imobiliária, a fim de monetizar danos provenientes das atividades ou de acidentes ambientais (KASKANTZIS NETO, 2011).

A valoração ambiental pode ser feita de várias maneiras, no entanto, destacam-se dois conceitos: o conceito de Economia ecológica, o qual analisa o meio ambiente e processos econômicos como uma interação natural, uma vez que a economia depende essencialmente dos atributos físicos do planeta para se desenvolver (MOTTA, 1997; CONSTANTINO et al., 2018). Atualmente não existe uma única metodologia ou padrão único dos métodos de valoração ambiental, algumas metodologias obtêm o valor do recurso natural através das preferências de pessoas, utilizando-se de mercados hipotéticos para obter a disposição a pagar dos indivíduos entrevistados, esse tipo de método é classificado como método direto. Os métodos indiretos buscam obter esse valor através de uma produção que relaciona o impacto das alterações ambientais a produtos com preços no mercado (PEREIRA JÚNIOR, 2014). O objetivo desse trabalho foi comparar métodos de valoração ambiental aplicável ao cenário de derramamento de óleo estimando o custo necessário associado a degradação ocorrida.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia do trabalho consistiu na execução individual de cada método de valoração conforme suas próprias orientações, e posterior comparação entre seus resultados a fim de propor um debate a respeito do valor que os ecossistemas possuem, e que nesse caso, foram esquecidos e negligenciados. A localização e delimitação da área de estudo foi o Estado de Pernambuco. E o período de análise observado para o evento de agosto de 2019 a janeiro de 2020.

Método DEPRN

A metodologia adotada consiste no uso de duas tabelas. A primeira divide o meio ambiente em seis aspectos ambientais: ar; água; solo e subsolo; fauna; flora e paisagem onde para cada aspecto são considerados dois tipos de danos e em cada dano são qualificados vários agravos. Para cada caso será necessário identificar os aspectos ambientais afetados e consecutivamente os tipos de danos, e, em seguida será necessário analisar o agravo de acordo com a Tabela 1, onde os mesmos serão qualificados de acordo com critérios pré-estabelecidos (GALLI, 1996).

Na análise dos agravos, através da Tabela 1, a definição do tipo de dano e os critérios de qualificação são descritos de forma separada para cada aspecto ambiental. Os critérios de qualificação dos agravos

recebem um número que varia de 0 a 3 unidades. Ao término da avaliação, auxiliado pela Tabela 1, será obtido um índice numérico para cada um dos seis aspectos ambientais que corresponderá à qualificação dos agravos, ou seja, ao dano ambiental em análise.

Na segunda tabela, Tabela 2, para cada índice numérico, associado a cada aspecto ambiental é atribuído um fator de multiplicação e assim será obtido o cálculo da indenização como mostra a Equação 1.

$$\text{INDENIZAÇÃO} = \sum (\text{Fator de multiplicação}) \times \text{Valor de Exploração} \quad \text{Eq.(1)}$$

O valor de exploração é o valor de mercado dos bens apropriados ou lesados, objeto da ação civil. No entanto como alguns bens degradados não possuem valor de mercado determinado, no caso da atmosfera, ecossistema aquático, lençol freáticos, a metodologia DEPRN indica calcular o valor do dano ambiental através do valor de recuperação do bem ou recurso lesado, ou seja, o valor que será necessário para a recuperação, como aponta a Equação 2.

$$\text{INDENIZAÇÃO} = \sum (\text{Fator de multiplicação}) \times \text{Valor de Recuperação} \quad \text{Eq.(2)}$$

Nessa situação será necessário determinar qual o método de recuperação mais adequado para cada situação em questão e assim estimar o custo da recuperação. Na Tabela 1, apresentam-se os seis aspectos ambientais considerados pela metodologia DEPRN, os dois tipos de danos para cada um dos aspectos ambientais e seus consecutivos tipos de agravos. Na Tabela 2 apresentam-se os índices numéricos em consonância a qualificação dos agravos segundo o aspecto ambiental e o fator de multiplicação. Cada aspecto ambiental possui uma determinada forma de qualificar seus consecutivos agravos, com valores que variam de 0 a 3, como já mencionado, e em conformidade com a metodologia.

Tabela 1: Índice numérico de qualificação dos agravos.

ASPECTO DO AMBIENTE	INTERVALO DO ÍNDICE NUMÉRICO CORRESPONDENTE A QUALIFICAÇÃO DOS AGRAVOS				
	≤ 6,8	≤ 13,6	≤ 20,4	≤ 27,2	≤ 34,0
AR	≤ 7,2	≤ 14,4	≤ 21,6	≤ 28,8	≤ 36,0
ÁGUA	≤ 7,5	≤ 15,0	≤ 22,5	≤ 30,0	≤ 37,5
SOLO-SUBSOLO	≤ 6,4	≤ 12,8	≤ 19,2	≤ 25,6	≤ 32,0
FAUNA	≤ 6,6	≤ 13,2	≤ 19,8	≤ 26,4	≤ 33,0
FLORA	≤ 8,0	≤ 16,0	≤ 24,0	≤ 32,0	≤ 40,0
PAISAGEM	1,6	3,2	6,4	12,8	25,6
FATOR DE MULTIPLICAÇÃO					

Fonte: Galli (1996).

Método CETESB

A metodologia CETESB, elaborada para fins de valoração em decorrência de derramamento de petróleo e seus derivados no ambiente marinho, leva em consideração 5 aspectos em relação a danos ao meio ambiente: volume derramado (Tabela 2); grau de sensibilidade da área atingida (Tabela 3); toxicidade do produto (Tabela 4); efeito deletério (Tabela 5); persistência do produto no meio ambiente (Tabela 6); mortalidade de peixes, aves e mamíferos (Tabela 7). Esses 6 aspectos recebem níveis de atribuição ao caso e cada nível possui um peso. Os valores encontrados são adicionados e aplicados na equação 3, onde x é o valor da soma desses pesos (MARCELINO et al., 1994):

$$\text{Valor (US\$)} = 10^{(4,5+x)} \quad \text{Eq. (3)}$$

Tabela 2: Aspecto I - Volume derramado.

Quantidade (m ³)	Peso
<= 1	0,1
> 1 a 10	0,2
> 10 a 50	0,3
> 50 a 150	0,4
> 150	0,5

Fonte: Marcelino et al. (1994).

Tabela 3: Aspecto II - Grau de sensibilidade da área atingida.

Tipo de Ambiente Costeiro	Comentários	Peso
Costões rochosos expostos	A reflexão das ondas mantém a maior parte do óleo longe da costa. Não há necessidade de limpeza.	0,05
Terraços de abrasão marinha	Linhas da costa atingidas pelas ondas. A maior parte do óleo é removida por processos naturais em poucas semanas.	0,10
Praias arenosas de granulometria fina (a)	O óleo penetra no sedimento, o que facilita a remoção mecânica, caso necessária. De outra forma, o óleo pode permanecer por alguns meses.	0,15
Praias arenosas de granulometria grossa	O óleo pode afundar rapidamente, tornando a limpeza difícil. Sob condições de energia alta, o óleo será removido naturalmente dentro de meses, na maioria da superfície da praia.	0,20
Baixios compactos expostos pelas marés	A maioria dos óleos não aderirá ou penetrará nesse sedimento compacto. Geralmente não é necessária nenhuma atividade de limpeza.	0,25
Praias mistas de areia e cascalho	O óleo pode penetrar rapidamente. Sob condições de energia moderada e reduzida, o óleo pode permanecer por vários anos.	0,30
Praias de cascalho (c)	Idem ao anterior. A limpeza deve concentrar-se na zona supralitoral. Uma camada solidificada de asfalto poderá formar-se sob condições de grande acúmulo de óleo.	0,35
Costas abrigadas rochosas	Áreas com reduzida ação de ondas. O óleo pode permanecer por vários anos. Não se recomenda limpeza, a não ser que a quantidade de óleo seja muito grande.	0,40
Regiões entre marés abrigadas	Áreas de grande atividade biológica e com reduzida ação de ondas. O óleo pode permanecer por vários anos. Não se recomenda a limpeza, a não ser que o acúmulo de óleo seja muito grande. Essas áreas devem receber prioridade quanto à utilização de barreiras de contenção e de materiais absorventes.	0,45
Marismas e manguezais	São os ambientes aquáticos mais produtivos. O óleo pode permanecer por vários anos. A limpeza de marismas por queima ou corte só é recomendada se o impacto for muito intenso. Os manguezais não devem ser alterados. A proteção dessas áreas por barreiras de contenção e materiais absorventes deve ser prioritária.	0,50

Tabela 4: Aspecto III - Toxicidade do produto.

CL50 - 24h (% FHS)	Peso
<= 1	0,5
> 1 a 10	0,4
> 10 a 20	0,3
> 20 a 50	0,2
> 50 a 100	0,1

Tabela 5: Aspecto III – Efeito deletério.

Efeito Deletério	Peso
Sim	0,5
Não	0,0

Tabela 6: Aspecto IV - Persistência do produto no meio ambiente.

Produto Persistente	Peso
Sim	0,5
Não	0,0

Tabela 7: Aspecto V - Mortalidade de peixes, aves e mamíferos.

Mortalidade	Peso
Sim	0,5
Não	0,0

Em caso de reincidência, a penalidade é aumentada através de um fator k que cresce infinitamente em progressão geométrica de acordo com quantas vezes a reincidência ocorrer, resultando na equação:

$$Valor (US\$) = k [10^{(4,5+x)}] \quad \text{Eq. (4)}$$

Tabela 8: Fator de Reincidência.

Reincidência	Peso
Primeira	2
Segunda	4
Terceira	8
Quarta	16
Quinta	32

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Método DEPRN

Para o caso em questão foram analisados cinco aspectos ambientais em função do tipo de impacto e quais aspectos sofreram impactos relevantes.

Cálculo do fator de multiplicação

O cálculo realizado na Tabela 9, foi feito baseado na metodologia apresentada, auxiliada pelas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 9: Cálculo do fator de multiplicação.

Aspecto ambiental	Tipo de dano	Índice numérico	Fator de multiplicação
ÁGUA	Impacto causado por compostos químicos, físicos, biológicos, energia.	28,5	12,8
FAUNA	Impacto na Hidrodinâmica	30	12,8
	Dano aos indivíduos		
FLORA	Impacto na dinâmica das comunidades	24	6,4
	Dano aos indivíduos		
PAISAGEM	Impacto na dinâmica das comunidades	25,5	6,4
	Dano à paisagem		
	Dano ao patrimônio cultural, histórico, turístico, arquitetônico, artístico		
			38,4

Cálculo do valor de recuperação

Para a determinação dos custos de recuperação da área degradada foram considerados os dados disponibilizados pela SEMAS – Secretária de Meio Ambiente e Sustentabilidade (2019), que divulgou no dia 11/11/2019 uma nota informando que até a mesma data, 1.632 toneladas foram entregues a CTR Pernambuco, central de tratamento de resíduos que daria destinação final a esse volume de petróleo recolhido do litoral Pernambucano, e também pelos dados divulgados pelo diário oficial do estado de Pernambuco do dia 05 de novembro de 2019 que informava sobre a aquisição e distribuição de EPI'S e ferramentas. Além disso, baseou-se na Tabela 4, do combate a atividade causadora do impacto tornando assim a primeira ação para a recuperação das áreas degradadas, resultando na Tabela 10.

Sendo assim a partir desses dados foi realizada uma pesquisa de preço, para esses itens, através da internet a fim de estimar um valor para a recuperação das áreas.

Tabela 10: Tabela de orçamento de EPI'S e ferramentas.

Itens	Quantidade	Preço (R\$)	Observação	Total (R\$)
Caminhão Caçamba	10	200,00	Por 1 hora 8hrs/dia 20 dias	32.000,00
Trator	10	200,00	Por 1 hora 8hrs/dia 20 dias	32.000,00
Luvas	23284	20,32	Par	473.130,88
Mascaras	31676	15.975,00	10 unidades	506.024,10
Botas	6334	29,90	Par	189.386,60
Sacos ráfia	13635	0,25	Unidade	3.408,75
Sacos plásticos	18470	21,73	100 Unidades	4.013,53
Big Bags	8009	28,29	50 Unidades	45.314,92
Bombonas 200L	2648	260,00	Unidade	688.480,00
TOTAL				1.973.758,78

Cálculo do dano

A partir do valor de recuperação determinado, conforme indicado na Tabela 10 (R\$ 1.973.758,78; um milhão e novecentos e setenta e três mil e setecentos e cinquenta e oito reais e setenta e oito centavos) pode-se calcular o valor do dano ambiental para a indenização através da Equação 5.

$$\text{INDENIZAÇÃO} = \sum(\text{Fator de multiplicação}) \times \text{Valor de Recuperação} \quad \text{Eq. (5)}$$

$$\text{INDENIZAÇÃO} = 38,4 \times 1.973.758,78 = 75.792.337,2$$

$$\text{VALOR DO DANO AMBIENTAL} = 75.792.337,20$$

Assim, para este modelo, o valor de indenização final foi de aproximadamente de R\$ 75.792.337,20 (Setenta e cinco milhões, setecentos e noventa e dois mil e trezentos e trinta e sete reais e vinte centavos).

Método CETESB

Até publicação divulgada em 11 de novembro de 2019, 1632 toneladas de óleo foram recolhidas pelo estado de Pernambuco e destinadas ao Centro de Tratamento de Resíduos Ecoparque no município de Igarassu (SEMAS, 2020). A metodologia orienta que o peso adotado na categoria Grau de sensibilidade da área atingida seja aquele referente a área mais sensível atingida, como estamos trabalhando com todo o litoral pernambucano, que possui áreas de manguezais que foram afetadas, o peso escolhido foi o máximo.

Os autores orientam que na impossibilidade de realizar o teste de toxicidade aguda da fração hidrossolúvel do petróleo derramado, amostras de água devem ser coletadas a fim de verificar material remanescente no corpo hídrico. Segundo Lourenço et al. (2020), hidrocarbonetos foram encontrados em amostras do material, o que indica probabilidade de efeitos negativos em organismos e ecossistemas costeiros.

Para persistência do produto, a primeira recomendação é identificar a classificação do mesmo de acordo com o *American Petroleum Institute*, no entanto, como o produto não recebeu uma classificação nas investigações, foi seguida a orientação do método de considerar persistente todos os tipos de petróleo e seus derivados escuros, o que caracteriza peso máximo.

Segundo relatório do IBAMA, até fevereiro de 2020, 112 animais entre aves, mamíferos marinhos, tartarugas e outros, foram levados a óbito por contaminação pelo petróleo. A metodologia confere peso

máximo a qualquer quantidade de mortandade.

Por tudo o que foi citado nesta seção, todos os parâmetros receberam peso máximo nesse estudo de caso, o que leva aos seguintes resultados, conforme Tabela 11.

Tabela 11: Características dos Parâmetros avaliados.

Características	Informações	Peso
Volume derramado	1632 ton	0,5
Grau de sensibilidade da área atingida	Marismas e manguezais	0,5
Toxicidade do produto	Efeito Deletério: Sim	0,5
Persistência do produto no meio ambiente	Sim	0,5
Mortalidade de peixes, aves e mamíferos	Sim	0,5
TOTAL (x) =		2,5

Aplicando a equação 4, tem-se:

$$\text{Valor (US\$)} = k [10(4,5+x)]$$

$$\text{Valor (US\$)} = k [10(4,5+2,5)]$$

$$\text{Valor (US\$)} = k [10(7)]$$

$$\text{Valor (US\$)} = 10.000.000,00$$

Convertendo o valor para a moeda brasileira, cotação realizada no dia 20/04/2021, o total do cálculo seria: R\$ 55.460.000,00 (Cinquenta e Cinco Milhões, quatrocentos e sessenta mil reais). Tendo em vista que até o momento as investigações sobre a origem do petróleo não foram concluídas, os autores optaram por não calcular a reincidência dos derramamentos do material, uma vez que sua chegada ao litoral brasileiro se manteve constante por durante 5 meses aproximadamente.

Ao realizar a valoração ambiental da bacia hidrográfica do rio Tijuco no município de Ituiutaba através da metodologia DEPRN comparando com a metodologia CATE-DAI, Faria (2018) constatou que o valor da indenização obtido com a metodologia DEPRN era 3,4 vezes maior que o valor obtido com a metodologia CATE-DAI.

Cardioli (2013) e Cotrim (2012) ao utilizarem esses e outros métodos, também, em seus processos de valoração ambiental, observaram tais variações nos valores de indenização entre metodologias, permitindo inferir que essa diferença de valores não interfere na eficácia do estudo, apenas ressalta a distinta abordagem metodológica de cada método.

CONCLUSÕES

Ambos os métodos utilizados para estimar o valor ambiental dos ecossistemas atingidos pelo derramamento de petróleo no litoral brasileiro são métodos indiretos, ou seja, possuem critérios únicos que conferem valor à natureza de forma diferente, o que resulta em valores diferentes a depender do método escolhido.

Não necessariamente o método que apresentar o valor mais alto deve ser o adotado para fins de compensação ou atendimento a qualquer exigência num processo criminal, mas sim aquele que contemplar a maior quantidade de fatores envolvidos no cenário de estudo, a fim de abranger a maior dimensão da natureza afetada.

São necessárias informações mais detalhadas relacionadas a este impacto analisado para que se torne possível estimar, com maior precisão, uma dimensão ainda mais precisa do dano causado ao meio ambiente, estipulando uma indenização mais segura.

REFERÊNCIAS

CARDIOLI, M. L. A.. **Aplicação de diferentes métodos de valoração econômica do dano ambiental em um estudo de caso da perícia criminal do estado de Santa Catarina.** Dissertação (Mestrado profissional) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

CONSTANTINO, M.; GRZEBIELUCKAS, C.; SANTOS, J. C.; NASCIMENTO, A. C.; RIBEIRO, M.. Valoração Atribuída aos Serviços Ambientais de Acordo com os Diferentes Métodos: um Estudo no Período de 2005 a 2015. **Desenvolvimento Em Questão**, v.16, n.44, p.168-191, 2018. DOI: <http://doi.org/10.21527/2237-6453.2018.44.168-191>

COTRIM, J.. **Modelos de valoração econômica de danos ambientais a partir de um estudo de caso.** Dissertação (Mestrado Profissional em Meio Ambiente Urbano e Industrial) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

FARIA, F. F. S.. **Estudo de caso: análise dos métodos CATE-DAI e DEPRN em áreas de preservação permanente na bacia do Rio Tijuco, MG.** Monografia (Bacharelado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

FIOCRUZ. **Pesquisa da Fiocruz Ceará aborda impacto do derramamento de petróleo na vida de pescadoras e marisqueiras do litoral leste do Estado.** FIOCRUZ, 2019.

GALLI, F. L.. **Valoração de Danos Ambientais: Subsídio para Ação Civil.** São Paulo: Série Divulgação e Informação, Companhia Energética de São Paulo, CESP, 1996.

KASKANTZIS NETO, G. K.. **Desempenho de modelos de**

valoração econômica de danos ambientais decorrentes da contaminação do solo: CATES, VCP, HEA, DEPRN. Belo Horizonte: MPMG Jurídico, 2011.

LINS, E. A. M.; CUNHA, L. V. F. C.; COSTA FILHO, L. O.; LINS, A. S. B. M.. Analysis of Impacts Generated by Oil Spill on the Beaches of Cabo de Santo Agostinho, Brazil. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v.8, n.1, 2021. <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.81.4>

LOURENÇO, R. A.; COMBI, T.; ALEXANDRE, M. R.; SASAKI, S. T.; ZANARDI-LAMARDO, E.; YOGUI, G. T.. Mysterious oil spill along Brazil's northeast and southeast seaboard (2019-2020): trying to find answers and filling data gaps. **Marine Pollution Bulletin**, v.156, n.111219, 2020.

MARCELINO, A.; HADDAD, E.; AVENTURATO, H. CAMPOS, M. A. V.; SERPA, R. R.. **Proposta de critério para valoração monetária de danos causados por derrames de petróleo ou de seus derivados no ambiente marinho.** 1994.

MOTTA, R. S.. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais.** Rio de Janeiro: IPEA, 1997.

PEREIRA JÚNIOR, J. C.. Valoração Econômica Ambiental: Conceitos e Métodos. **Rev. Cidadania e Meio Ambiente**, v.50, p.15-19, 2014.

PERNAMBUCO. Secretaria Executiva de Vigilância em Saúde. **Informe n. 06/2019.** Intoxicações exógenas relacionadas à exposição ao petróleo no litoral de Pernambuco. Recife: SERVS, 2019.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.