



APLICAÇÃO DA MATRIZ DE LEOPOLD NA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELO DERRAMAMENTO DE PETRÓLEO NAS PRAIAS DO NORDESTE BRASILEIRO – ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DO CABO DE SANTO AGOSTINHO/PE

Eduardo Antonio Maia Lins*, Adriana da Silva Baltar Maia Lins, Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha, Luiz Oliveira da Costa Filho, Raphael Fonseca do Nascimento

* Instituto Federal de Pernambuco – IFPE / Universidade Católica de Pernambuco, eduardomaialins@gmail.com.

RESUMO

Os empreendimentos petrolíferos se estabelecem e desenvolvem à custa de consumo de recursos naturais, produção de resíduos líquidos, sólidos e aéreos, impactos na diversidade de espécies, uso de água e de solo. Assim, afetam profundamente as características originais dos ecossistemas, que, por sua vez, levam a alterações nas inter-relações sociedade/natureza, sobretudo na saúde ambiental. Os prejuízos causados pelo derramamento do petróleo na Região Nordeste do Brasil são incalculáveis e ainda não foram bem dimensionados pelos governantes. A saúde da população próxima ao litoral nordestino, deverá ser analisado de forma cuidadosa perante uma avaliação dos riscos baseada em uma cadeia trófica e alimentar. Este trabalho tem por objetivo apresentar uma análise de impactos ambientais baseado na matriz de Leopold quanto ao derramamento de petróleo que atingiu o município do Cabo de Santo Agostinho, no estado de Pernambuco, Brasil. O estudo iniciou-se com revisão bibliográfica e legislação pertinente sobre o tema, que deu suporte ao desenvolvimento do estudo. Os subsídios utilizados para análise da situação da área foram coletados através de informações obtidas na imprensa, além de visitas técnicas a campo com registros fotográficos. De um modo geral, a matriz de Leopold vem a comprovar aspectos e impactos analisados *in loco*: a fauna e a flora sofreram impactos que levarão anos ou décadas para serem recuperados, caso a limpeza e conservação seja realizada parcialmente. Dentre as soluções para o óleo cru que atingiu as praias, depois de receberem tratamento adequado, podem ser utilizados como combustível e/ou matéria-prima alternativa nos fornos de cimento das indústrias. Se viabilizado o uso, este material será totalmente destruído, evitando novos impactos ambientais causados por um eventual descarte incorreto. O uso dos resíduos sólidos contaminados com óleo na produção do cimento se dá por meio da tecnologia do coprocessamento, utilizada para substituir os combustíveis fósseis – como coque de petróleo e carvão mineral – na geração de energia térmica para a fabricação de cimento.

PALAVRAS-CHAVE: Causas, Consequências, Óleo, Praias, Brasil.

ABSTRACT

Petroleum enterprises are established and developed at the expense of consumption of natural resources, production of liquid, solid and aerial waste, impacts on the diversity of species, use of water and soil. Thus, they profoundly affect the original characteristics of ecosystems, which, in turn, lead to changes in society / nature interrelations, especially in environmental health. The losses caused by the oil spill in the Northeast region of Brazil are incalculable and have not yet been well dimensioned by the government. The health of the population close to the northeastern coast, must be carefully analyzed before an assessment of risks based on a food and trophic chain. This work aims to present an analysis of environmental impacts based on the Leopold matrix regarding the oil spill that hit the municipality of Cabo de Santo Agostinho, in the state of Pernambuco, Brazil. The study started with a literature review and pertinent legislation on the topic, which supported the development of the study. The subsidies used to analyze the situation in the area were collected through information obtained in the press, in addition to technical field visits with photographic records. In general, the Leopold matrix comes to prove aspects and impacts analyzed *in loco*: the fauna and flora suffered impacts that will take years or decades to be recovered, in case the cleaning and conservation is carried out partially. Among the solutions for the crude oil that hit the beaches, after receiving adequate treatment, they can be used as fuel and / or alternative raw material in the cement kilns of the industries. If the use is made possible, this material will be totally destroyed, avoiding new environmental impacts caused by an eventual incorrect disposal. The use of solid residues contaminated with oil in the production of cement occurs through the technology of coprocessing, used to replace fossil fuels - such as petroleum coke and mineral coal - in the generation of thermal energy for the manufacture of cement.

KEY WORDS: Causes, Consequences, Oil, Beaches, Brazil.



INTRODUÇÃO

O termo petróleo tem origem no latim (petro: pedra + oleum: óleo) e se refere a um hidrocarboneto produto da ação da natureza. Sua formação remete a milhões de anos através da decomposição do material orgânico depositado no fundo de antigos mares e lagos (BEZERRA, 2013). Sua composição química é resultado de uma complexa combinação de hidrocarbonetos (como benzeno, tolueno e xileno), carbono, nitrogênio e outras substâncias.

Historicamente, o aumento da demanda mundial por petróleo vem sendo resultado do próprio crescimento econômico das nações, onde a energia representa um insumo indispensável para produção de bens de consumo, onde os seus derivados são a matéria-prima para a manufatura de inúmeros bens de consumo e deste modo têm um papel cada dia mais presente e relevante na vida das pessoas (MARIANO, 2001). Porém, para ser utilizado nas diversas áreas da indústria o petróleo deve passar por um processo de refino, transformando-o em produtos utilizados nas mais diversas aplicações como: combustíveis, lubrificantes, plásticos, fertilizantes, medicamentos, tintas, tecidos, etc. Os empreendimentos petrolíferos se estabelecem e desenvolvem à custa de consumo de recursos naturais, produção de resíduos líquidos, sólidos e aéreos, impactos na diversidade de espécies, uso de água e de solo. Assim, afetam profundamente as características originais dos ecossistemas, que, por sua vez, levam a alterações nas inter-relações sociedade/natureza, sobretudo na saúde ambiental (RIBEIRO, 2012). Os prejuízos causados pelo derramamento do petróleo na Região Nordeste do Brasil são incalculáveis e ainda não foram bem dimensionados pelos governantes. A saúde da população próxima ao litoral nordestino, deverá ser analisado de forma cuidadosa perante uma avaliação dos riscos baseada em uma cadeia trófica e alimentar.

A fim de analisar possíveis dimensões dos impactos causados, instrumentos da Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) podem ser usados considerando que se trata de um processo sistemático para identificar, prever, avaliar e mitigar os efeitos relevantes de ordem biofísica, social ou outra de projetos ou atividades. Conforme Resolução CONAMA 01/86, impacto ambiental é definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente.

OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma análise de impactos ambientais baseado na matriz de Leopold quanto ao derramamento de petróleo que atingiu o município do Cabo de Santo Agostinho, no estado de Pernambuco, Brasil.

METODOLOGIA

- Local de Estudo

O município do Cabo de Santo Agostinho se estende por 446,6 km² e contava com 185123 habitantes no último censo. A densidade demográfica é de 414,5 habitantes por km² no território do município. Vizinho dos municípios de Jaboatão dos Guararapes, Ipojuca e Moreno, Cabo de Santo Agostinho se situa a 20 km a Sul-Oeste de Jaboatão dos Guararapes, situado a 6 metros de altitude, de Cabo de Santo Agostinho tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 8° 17' 15" Sul, Longitude: 35° 2' 7" Oeste. A maior concentração do petróleo derramado atingiu com sua maior concentração as praias da cidade do Cabo de Santo Agostinho, sendo este o município escolhido para o estudo.

- Coleta e Análise dos Dados

O estudo iniciou-se com revisão bibliográfica e legislação pertinente sobre o tema, que deu suporte ao desenvolvimento do estudo. Os subsídios utilizados para análise da situação da área foram coletados através de informações obtidas na imprensa, além de visitas técnicas a campo com registros fotográficos.

Para uma análise mais detalhada e representação visual dos dados obtidos, utilizou-se o programa Microsoft Office Excel na criação dos gráficos e tabulação dos dados. Pela complexidade que envolve o diagnóstico dos impactos ambientais, foi preciso ter uma visão holística na análise dos dados, sendo aplicada a Matriz de Leopold, a fim de identificar e analisar os impactos negativos gerados e suas consequências para o meio ambiente. A matriz foi utilizada para orientar na avaliação do estado do meio ambiente e o que pode ser feito para mitigar ou evitar os problemas atuais e futuros. A classificação do impacto ambiental foi definida através da relação entre grau de importância versus severidade, fornecendo a categoria final. Os fatores ambientais avaliados referem-se ao solo, à água e seres vivos. Uma adaptação foi realizada quanto a pontuação do grau de importância, sendo considerado pontos que variam de 1 a 5, onde o número 1 corresponde a condição de menor importância e o número 5 corresponde aos valores máximos desses atributos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Investigação In Loco e Análises Parciais

Na tragédia ocorrida no município, sabe-se que inúmeros são os recursos afetados, porém sem uma análise de impactos analisada de forma criteriosa. Por sua vez notou-se que pescadores, população local, consumidores de pescados e mariscos, e os voluntários na retirada dos resíduos são os principais atingidos pelo derramamento de Petróleo na região, sendo considerado um impacto de alta magnitude (Figura 1). Ressalta-se ainda que os responsáveis pela retirada desses resíduos, manualmente e sem orientações ou proteção adequada, poderão estar sofrendo um risco ou impacto ainda maior. Se antes pescadores viviam em jornadas de até noventa horas por semana envolvidos na extração e beneficiamento dos mariscos e pescados, hoje, mesmo sem equipamento de proteção individual, nem acesso a exames periódicos, têm vulnerabilidade agravada com o derramamento do petróleo. Perigos ocupacionais e ambientais que foram potencializados pelo descaso governamental e exclusão desses sujeitos dos processos decisórios.

Considerando, que condições de vida, perfil de morbimortalidade dos indivíduos, vulnerabilidade de grupos sociais e degradação ambiental resultam de inter-relações produção, ambiente e saúde, orientadoras do modo de produção e consumo, esses são referências para delineamento de intervenções eficazes na garantia de vida e saúde da população e do ambiente (AUGUSTO *et al.* 2009; DIAS *et al.* 2009; DIDERICHSEN *et al.* 2019). Estudos mostram aumento de vulnerabilidades, conflitos e injustiças ambientais em virtude de tragédias como o derramamento do petróleo, trazendo perigos ambientais, bem como para saúde dos trabalhadores e população introduzidas nos territórios e negativo impacto sobre populações tradicionais do campo e das águas (SILVA *et al.* 2015; NETO *et al.* 2017; RIGOTTO *et al.* 2018; SANTOS *et al.* 2019). A avaliação de impacto na saúde ou Health Impact Assessment (HIA) vem sendo preconizada e recomendada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e seu ramo, a organização Pan-americana da Saúde (Opas), que publicaram manual de orientação para sua elaboração. Segundo esse manual, “avaliação de impacto na saúde é uma análise sistemática de possíveis impactos na saúde pública de políticas e programas, de modo a otimizar os interesses da saúde” (WEITZENFELD, 1996).



Figura 1: Pescadores, população local, consumidores de pescados e mariscos, e os voluntários na retirada dos resíduos. Fonte: Autores do Trabalho.

Quando se refere efetivamente aos impactos próprios do derramamento de petróleo no mar, sócio economicamente estão associados os prejuízos financeiros diretos e indiretos devido a redução das atividades pesqueira, turísticas e industriais dependentes da qualidade da água marinha trazendo riscos para saúde pública, como morte por explosões e incêndios, intoxicações por ingestão de alimentos contaminados, ou problemas dermatológicos e irritações, causados pelo contato direto com o óleo (AUGUSTO *et al.* 2009), conforme observado nas Figura 2 e 3. Mariscos e ostras requerem atenção ainda mais especial. Eles filtram a água para se alimentar e, portanto, acumulam mais resíduos de petróleo do que os peixes.

Pessoas que vivem em áreas afetadas por derramamento de petróleo apresentam ainda, maior suscetibilidade à contaminação a substâncias químicas de toxicologia amplamente comprovada (KIM *et al.* 2013), podendo sofrer com efeitos agudos ou crônicos, carcinogênicos, mutagênicos e de desordem sistêmicas.



Figura 2: Hotéis com vista para o mar poluído e ausência de turistas. Fonte: Autores do Trabalho.



Figura 3: Belas praias poluídas. Fonte: Autores do Trabalho.

Os impactos negativos tendem a ser comuns em pessoas que trabalham, tem família ou tem lazer em áreas afetadas por óleo derramado (Figura 4). Alguns residentes referem sentimentos depressivos e ansiosos e sofrimento de estresse pós-traumático. Outros podem apresentar níveis de depressão, doenças mentais e estresse principalmente até dois anos depois do desastre. Impactos de depressão e ansiedade também podem ser observados em moradores de áreas livres do óleo mas que se preocupam com o meio ambiente, com a saúde humana e com a segurança dos alimentos marítimos.

Já as pessoas que tinham sua fonte de renda nas indústrias de óleo e as perderem tendem a sofrer mais impactos que as demais, podendo apresentar mais ansiedade ou depressão, aumentando o consumo de álcool, além de possíveis pensamentos suicidas. Não apenas os adultos podem sofrer impactos na saúde mental. Filhos de pais que perderam a renda tem 1,5 mais chances de desenvolver problemas mentais. Porém esses problemas não são somente decorrentes do derramamento de óleo, mas estas famílias já haviam enfrentado problemas antes e não tiveram suporte de políticas de enfrentamento



Figura 4: Peixes mortos pelo petróleo e o desespero do pescador. Fonte: Raul Spinassé/Folhapress.

De acordo com Euzébio *et al.* (2019), no derramamento de petróleo no golfo, as pessoas ligadas à pesca tiveram níveis de estresse mais altos que outras com fonte de renda, havendo migração para trabalhar no período em que a pesca foi proibida, no entanto, em áreas mais fortemente afetadas pelo óleo a pesca não foi liberada por causa da contaminação. Um ano depois residentes dos municípios com pessoas ligadas a pesca estavam mais estressados e preocupados com a economia no futuro do que aqueles ligados ao turismo.

- O Uso da Matriz de Leopold

A fim de analisar possíveis dimensões dos impactos causados, instrumentos da Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) podem ser usados considerando que se trata de um processo sistemático para identificar, prever, avaliar e mitigar os efeitos relevantes de ordem biofísica, social ou outra de projetos ou atividades. Conforme Resolução CONAMA 01/86, impacto ambiental é definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente.

Tendo a matriz de Leopold como uma das ferramentas escolhidas, de acordo com a Figura 5, observa-se uma análise dos impactos ambientais. Conforme é possível verificar, ao todo, foram evidenciadas de forma resumida 18 elementos e 6 ações. A matriz do presente estudo foi composta pelo cruzamento de 18 componentes ambientais (colunas) e 6 ações potencialmente impactantes, resultando em um total de 108 quadrículas.

De forma resumida foi obtido um total de 6 impactos ambientais relacionados ao derramamento de petróleo. Observa-se que o maior grau de severidade de impacto negativo está associado ao derramamento de petróleo seguido do ser humano como agentes transformadores. Quanto ao aspecto de modificações ou alterações no meio ambiente sugere-se que a flora tenha sofrido maiores impactos, considerando os corais pertencentes a esta modalidade neste estudo. De acordo com Leão *et al.* (2016) um recife de coral é uma estrutura rochosa, rígida, que resiste à ação mecânica das ondas e das correntes marinhas e é construída por organismos marinhos (animais e vegetais) portadores de esqueleto calcário. Quanto a operação necessária, como limpeza e conservação pós derramamento, torna-se essencial para o resgate da paisagem impactada, o que trará impactos positivos sob o aspecto econômico, cultural e ambiental.



		Elementos da natureza																		
		Características Físico-Químicas						Condições Biológicas				Fatores Culturais				Relações				
		Terra		Água		Atmosfera		Flora		Fauna		Interesses		Cultura		Ecológicas				
		Propriedades Físicas	Propriedades Químicas	Qualidade da água superficial	Temperatura	Qualidade das águas profundas	Gases	Gases Tóxicos	Mangues	Corais	Pássaros	Animais Marinhos	Padrão da Paisagem	Turismo	Saúde e Meio Ambiente	Trabalho	Geração Futura	Cadeia alimentar	Troca Gasosa	
Ações	Modificações	Flora	-4	-4	-5	-5	-5	-4	-4	-4	-4	-5	-2	-3	-5	-5	-5	-2	-4	-5
		Fauna	-4	-4	-5	-3	-2	-2	-2	-4	-4	-2	-5	-5	-5	-1	-5	-2	-5	-5
	Agentes Transformadores	Clima	-5	-5	-4	-5	-2	-5	-5	-4	-4	-3	-3	-4	-5	-3	-2	0	-2	-5
		Petróleo	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
		Ser Humano	-5	-5	-5	-3	-5	-1	-5	-4	-4	-4	-4	-5	-5	-5	-1	-3	-5	-5
Operação Necessária	Limpeza e Conservação	2	2	2	2	3	3	5	1	1	4	1	5	5	-2	5	3	3	1	

Figura 5: Matriz de Leopold para praias poluídas na cidade do cabo. Fonte: Autores.

De um modo geral, a matriz de Leopold vem a comprovar aspectos e impactos analisados *in loco*: a fauna e a flora sofreram impactos que levarão anos ou décadas para serem recuperados, caso a limpeza e conservação seja realizada parcialmente. Dentre as soluções para o óleo cru que atingiu as praias, depois de receberem tratamento adequado, podem ser utilizados como combustível e/ou matéria-prima alternativa nos fornos de cimento das indústrias. Se viabilizado o uso, este material será totalmente destruído, evitando novos impactos ambientais causados por um eventual descarte incorreto. O uso dos resíduos sólidos contaminados com óleo na produção do cimento se dá por meio da tecnologia do coprocessamento, utilizada para substituir os combustíveis fósseis – como coque de petróleo e carvão mineral – na geração de energia térmica para a fabricação de cimento.

Na matriz de Leopold, observada na Figura 5, a limpeza e conservação associada ao reaproveitamento do óleo trará inúmeros benefícios ambientais, bem como geração de renda e emprego para a população local (mesmo que temporariamente), desde que utilizem adequadamente os equipamentos de proteção ambiental (EPIs).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os impactos negativos tendem a ser comuns em pessoas que trabalham ou tem alguma atividade ligada a área afetada pelo óleo derramado, sendo os mais prováveis: sentimentos depressivos, de ansiedade e estresse pós-traumático.

Os níveis de depressão, doenças mentais e estresse principalmente até dois anos depois do desastre poderão ser observados na população local, principalmente os que se preocupam com o meio ambiente, com a saúde humana e com a segurança dos alimentos marítimos.

A metodologia adotada propiciou a identificação e a avaliação dos aspectos e impactos ambientais local, apontando como os mais significativos o derramamento/vazamento de óleo/produto químico no mar, caracterizados quanto à severidade das consequências diretas e indiretas que podem acarretar ao meio ambiente.

Dentre as sugestões de redução aos referidos impactos ambientais, sugere-se: reaproveitamento da borra de óleo, propondo minimizar o resíduo perigoso e o consumo de recurso natural, além de orientar a população quanto a possíveis planos emergenciais em caso de nova ocorrência.



A matriz aplicada ordenou de forma objetiva os principais impactos ambientais que foram causados pelo derramamento de petróleo nas praias da Cidade do Cabo de Santo Agostinho. É uma ferramenta que norteia as atividades mais impactantes, permitindo aos gestores uma visão ampla dos aspectos e impactos gerados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AUGUSTO, L. G. S. **Exposição ao benzeno em misturas aromáticas: uma história modelo**. In: Augusto, L. G. S. (Org.). Saúde do trabalhador e sustentabilidade do desenvolvimento humano local. 1. ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2009, p. 25-46.
2. BRONZO, C. **Vulnerabilidade, empoderamento e metodologias centradas na família: conexões e uma experiência para reflexão**. In: Sposati A, organizador. Concepção e gestão da proteção social não contributiva no Brasil. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome/Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura; 2009. p. 171-201.
3. DIAS, E. C. **As Relações Produção/Consumo, Saúde e Ambiente na Atenção Primária à Saúde do SUS**. In: GT SAUDE E AMBIENTE DA ABRASCO (Coord.) Caderno de Texto: 1ª Conferência Nacional de Saúde Ambiental. Rio de Janeiro: ABRASCO, 2009, p. 109115.
4. DIDERICHSEN, F.; HALLQVIST, J.; WHITEHEAD, M. Differential vulnerability and susceptibility: how to make use of recent development in our understanding of mediation and interaction to tackle health inequalities. **International Journal of Epidemiology**, v. 48, n. 1, p. 268–274, 2019.
5. EUZEBIO, C.S.; RANGEL, G.S.; MARQUES, R.C. Derramamento de Petróleo e Seus Impactos no Meio Ambiente e na Saúde Humana. **RBCIAMB**, n.52, 2019 p. 79-98 2019.
6. KIM, Y.M.; PARK, J.H.; CHOI, K.; NOH, S.R.; CHOI, Y.H.; CHEONG, H.K. Burden of disease attributable to the Hebei Spirit oil spill in Taean, Korea. **BMJ Open**, v. 3, n. 9, p. 1-8, 2013.
7. LEAO, Zelinda M. A. N. et al. Brazilian coral reefs in a period of global change: A synthesis. **Braz. j. oceanogr.**, São Paulo , v. 64, n. spe2, p. 97-116, 2016 .
8. NETO, A. J. R.; SANTOS, M. O. S. DOS; MELO, P. DE S.; et al. **Situações de Conflito e Construção de Sentidos nas Redes Sociais**. Recife-PE, 2017.
9. NEVES, MP. Sentidos da vulnerabilidade: característica, condição, princípio. **Revista Brasileira de Bioética** 2006; 2:15772.
10. RIGOTTO, R. M.; AGUIAR, A. C. P.; RIBEIRO, L. A. D. **Tramas para a Justiça Ambiental: diálogo de saberes e práxis emancipatórias**. Fortaleza: Edições UFC, 2018.
11. SANTOS, M. O. S.; GURGEL, A. M.; GURGEL, I. G. D. **Conflitos e injustiças na instalação de refinarias: os caminhos sinuosos de Suape**, Pernambuco. Ed. Universitária da UFPE. Recife, 2019.
12. WEITZENFELD, H. “Manual Básico sobre Evaluación del Impacto en el Ambiente y la Salud”, in Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. 2ª edición. México, Organización Panamericana de La Salud e Organización Mundial de La Salud, 1996.