

PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DE CUSTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR VAZAMENTOS DE ÓLEO

Área de pesquisa: 2 – Energia e Meio Ambiente

Aline Guimarães Monteiro, D.Sc. em Planejamento Ambiental¹

Programa de Planejamento Energético – PPE/COPPE/UFRJ

RESUMO

Este trabalho desenvolve uma proposta de gestão que visa identificar os custos relacionados ao meio ambiente, conhecidos como Custos da Qualidade Ambiental que encontram-se em três categorias: a primeira é composta pelos custos de adequação de prevenção (evitar novas formas de degradação do meio), de correção (reparar um dano causado) e de controle (fiscalizar e monitorar o empreendimento que impacta o meio); a segunda categoria são os custos das falhas de adequação (incorridos quando há uma falha no processo de adequação) e a terceira, os custos de externalidades (incorridos pela sociedade para eliminar/reduzir algum dano sofrido). Estes serão determinados em episódio de vazamento de óleo, como o ocorrido no complexo REDUC-DTSE em 18 de janeiro de 2000 na Baía de Guanabara.

Palavras-chaves: Custos Ambientais, Vazamento, Qualidade ambiental, Baía de Guanabara

¹ Doutora em Planejamento Ambiental pelo Programa de Planejamento Energético – PPE/COPPE/UFRJ, atrigo@cepel.br, Cidade Universitária, Centro de Tecnologia, Bloco C, Sala 211, Ilha do Fundão, CEP 21945-970, Rio de Janeiro – RJ, Telefone: (21)2598-6334 / (21)9944-4868

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente surge a partir do momento que a população vem crescendo e as atividades econômicas progredindo. Da maneira como os bens e serviços ambientais vêm sendo utilizados pelo homem, o País experimenta uma deterioração crescente, principalmente nos lugares onde a aglomeração humana e as diversas atividades econômicas se desenvolvem. As manifestações mais importantes do fenômeno das poluições urbanas provocam uma série de efeitos nocivos que impõem custos à sociedade.

O Estado do Rio de Janeiro sofreu com as conseqüências decorrentes do desastre ecológico ocorrido com o vazamento de óleo da Refinaria Duque de Caxias (REDUC) em 18 de janeiro de 2000 na Baía de Guanabara, causado por uma falha no projeto do oleoduto PE-II.

Este vazamento permitiu que 1,292 milhão de litros de óleo atingissem 23 praias da Baía de Guanabara; a Área de Preservação Ambiental de Guapimirim, que é a maior área de mangue preservado no Estado do Rio de Janeiro; espécies que usam a área como fonte de alimento e área de reprodução e diversas atividades econômicas, com destaque para a pesca, o turismo e o comércio no entorno.

Uma sucessão de erros e falhas com graves conseqüências ambientais, econômicas e sociais é investigada neste estudo a fim de propor ações no âmbito local para reduzir a possibilidade de desastres deste tipo e verificada a medida ambiental mais viável economicamente para amenizar os prejuízos causados na região.

Com a elaboração de um modelo de gestão dos custos das ações para evitar e reduzir o dano ambiental provocado pelo vazamento de óleo, torna-se possível avaliar o quanto as empresas deixaram de ganhar ou estariam perdendo, a partir dos danos ambientais provocados por atividades econômicas.

2. ESTUDO DO MODELO A SER PROPOSTO

Considerando que os processos produtivos de uma empresa possam causar alterações malélicas ao meio ambiente, urge a necessidade de uma gestão específica que

requer informações apropriadas sobre os fatores que provocam a degradação ambiental. Desta forma, é possível avaliar os efeitos à sociedade e selecionar as medidas adequadas de controle, correção e prevenção.

Portanto, cria-se um sistema que permita, em paralelo à identificação e quantificação dos aspectos e impactos ambientais, a seleção de ações a serem tomadas em áreas problemáticas, de maneira a reduzir os custos totais [1]. Baseando-se nos estudos de CAMPOS (1996) que revela um modelo de Custos da Qualidade Ambiental, benefícios e despesas ambientais envolvidas poderão ser reconhecidos, auxiliando o processo de tomada de decisão da empresa [2].

Na tentativa de internalizar os custos ambientais, FERREIRA (2001) sugere a adoção de um sistema de gestão ambiental eficiente capaz de propiciar benefícios que superem os possíveis custos ambientais que venham a surgir. O resultado deste processo de gestão se traduz através da análise comparativa dos custos de degradação com os investimentos necessários para implementar ações ambientais.

Abaixo, são descritos os segmentos e as etapas representados na Figura 1.

SEGMENTO A – AGENTE EXTERNO

1ª Etapa: Descrição do evento causador do impacto – vazamento de óleo pelo oleoduto PE-II.

SEGMENTO B – CARACTERIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

2ª Etapa: Levantamento das possíveis causas que contribuíram para que ocorresse o evento.

3ª Etapa: Determinação do risco ambiental em face da frequência de ocorrência deste tipo de evento e das conseqüências ao meio ambiente.

SEGMENTO C – CARACTERIZAÇÃO DAS MEDIDAS AMBIENTAIS

4ª Etapa: Identificação dos Custos da Qualidade Ambiental (Custos de Prevenção / Custos de Correção / Custos de Controle/ Custos de Externalidades / Custos de Falhas de Adequação).

SEGMENTO D – TOMADA DE DECISÃO

5ª Etapa: Avaliação econômica comparativa entre as ações para evitar/reduzir o dano ambiental a fim de eliminar os Custos de Externalidades e os Custos de Falhas de Adequação para selecionar a ação ambiental mais viável economicamente (de menor custo).

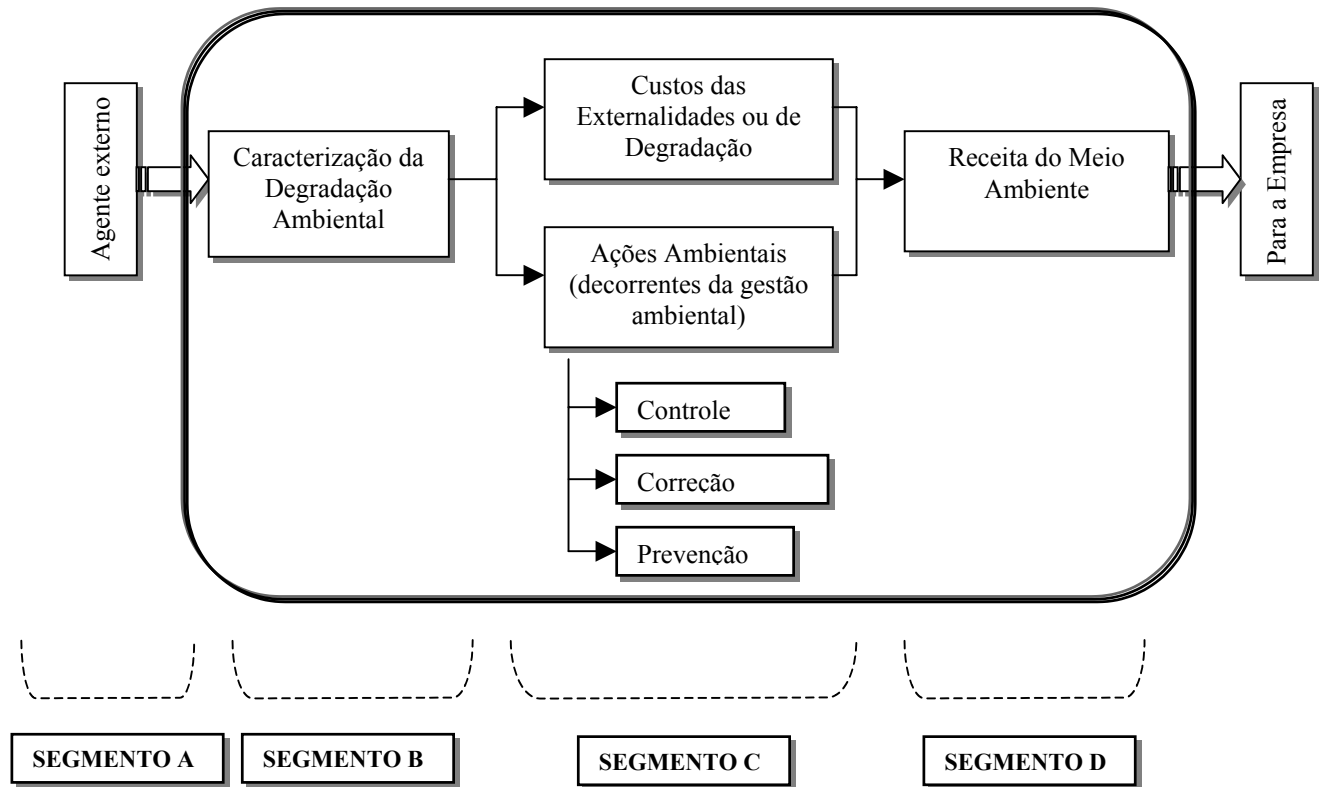


Figura 1 – Sistema de Gestão Econômico e Ambiental [3].

1ª Etapa: Descrição do evento causador do impacto.

Um dos primeiros passos para a aplicação deste processo de gestão é a investigação do(s) agente(s) externo(s) que provoca(m) o impacto.

Em 18 de janeiro de 2000, ocorreu o vazamento de cerca de 1,3 milhão de litros de óleo combustível MF-380 proveniente de uma falha no oleoduto PE-II (duto de

produtos escuros) de 13 quilômetros de comprimento do DTSE/Petrobras - que leva óleo da REDUC para o tanque de armazenamento do DTSE localizado na Ilha d'Água - durante quatro horas na Baía da Guanabara [4], provocando um dos maiores desastres ambientais do Brasil.

Espalhado nas águas da Baía de Guanabara pelos movimentos das marés e ventos, o óleo comprometeu a cadeia alimentar dos peixes, dos crustáceos, das aves, dos répteis e dos mamíferos em seu habitat, ou seja, a fauna e flora dos ecossistemas presentes na Baía (praia, mangue, ambiente pelágico), atingiu a Área de Preservação Ambiental (APA) de Guapimirim, o município de Duque de Caxias e os municípios situados no fundo da baía - Magé, Guapimirim, São Gonçalo e Itaboraí. O município do Rio de Janeiro também sofreu, tendo sido afetadas a Ilha do Governador e a Ilha de Paquetá, forte região turística.

2a Etapa: Levantamento das possíveis causas que contribuíram para que ocorresse o evento.

Na busca pelas causas latentes ou potenciais de um evento indesejável, a maioria dos fatos tende a ser atribuído ao fator humano; entretanto, o processo de diagnóstico deve ser o mais abrangente possível, não se concentrando exclusivamente no homem. Todas as causas (internas e externas à empresa) devem ser investigadas. Dentre as falhas consideradas as mais prováveis causadoras do acidente [1], temos:

- Falhas no projeto (construção e montagem) do duto PE-II, em relação ao material utilizado e à fixação e proteção da tubulação no fundo e entorno da Baía de Guanabara (o duto estava enterrado a apenas 40 cm quando deveria estar a 1,5 metro da superfície).
- Falhas no processo de monitoramento do sistema, o que acarretou na não detecção do vazamento em tempo hábil para se evitar o impacto mais agressivo ao meio ambiente (falha no sistema de gestão que não apontou a ruptura da tubulação próxima a REDUC).
- Falta ou inoperância de dispositivos adequados de controle operativo do sistema que interrompessem automaticamente o bombeamento de óleo a

partir de qualquer queda de pressão no escoamento (indicando vazamento), o que teria evitado ou minimizado em grande parte o acidente.

- Falhas com relação aos dispositivos de proteção emergenciais (barreiras flutuantes) aplicados durante o espalhamento de óleo, que simplesmente não estavam disponíveis no dia em que ocorreu o desastre, permitindo uma ampliação rápida da mancha e intensificando os efeitos impactantes ao ecossistema da Baía de Guanabara.

3ª Etapa: Determinação do risco ambiental em face da frequência de ocorrência deste tipo de evento e das conseqüências ao meio ambiente.

Toda atividade potencialmente poluidora, como é o caso das refinarias de petróleo, leva consigo os riscos associados que são assumidos pelo empreendedor no momento em que ele decide operar a instalação. Podemos afirmar que a maioria das falhas que acaba por propiciar a ocorrência de eventos indesejáveis se verifica em razão de um conjunto de causas, dentre estas estão as atitudes humanas.

A quantificação do risco é feita com base na frequência de ocorrência de um determinado evento e nas conseqüências deste evento. Deve-se ter em mente uma seqüência de eventos que culminam na ocorrência do evento. Esta etapa limita-se à determinação das frequências de ocorrências do evento ocorrido (Tabela 1).

Tabela 1 – Faixas de probabilidade de ocorrência do evento [5]

| Classe | Frequência (ocorrência/ano) | Descrição |
|---------------|------------------------------------|---|
| I | $F < 0,001$ | Probabilidade do evento ocorrer em mais de 1.000 anos. |
| II | $0,001 < F < 0,01$ | Probabilidade do evento ocorrer no intervalo de 100 a 1.000 anos. |
| III | $0,01 < F < 0,1$ | Probabilidade do evento ocorrer no intervalo de 10 a 100 anos. |
| IV | $0, 1 < F < 1$ | Probabilidade do evento ocorrer no intervalo de 1 a 10 anos. |
| V | $F > 1$ | Probabilidade do evento ocorrer mais de uma vez ao ano |

A avaliação das conseqüências é realizada a partir de 4 critérios que classificam a repercussão ambiental provocada pelo evento:

- 1- Tempo de Recuperação do Ambiente Impactado
- 2- Linha de Costa Atingida
- 3- Recursos Biológicos
- 4- Socioeconômico

A tabela 2 apresenta, em termos de classes, o tempo de recuperação do ambiente face ao impacto causado.

Tabela 2 – Matriz do Tempo de Recuperação do Ambiente Impactado [5]

| Tempo de recuperação | Grau |
|-----------------------------|-------------|
| não há impacto | 0 |
| < 6 meses | 1 |
| 6 meses – 2 anos | 2 |
| 2 anos – 5 anos | 3 |
| > 5 anos | 4 |

Em relação ao segundo critério que diz respeito à extensão da costa do ecossistema atingido, a tabela 3 foi produzida com base nos estudos de GUNDLACH & HAYES [6] e revela os graus equivalentes a cada ecossistema em função da extensão de costa atingida.

Tabela 3 – Matriz da Linha de Costa Atingida [5]

| Classes de sensibilidade de linha de costa | Extensão da costa atingida (km) | | | | |
|--|---------------------------------|-----|--------|---------|------|
| | Não atinge a costa | < 1 | 1 - 10 | 10 - 30 | > 30 |
| 1 – Costão rochoso exposto | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| 2 – Plataformas de abrasão | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 |
| 3 – Praias com areia fina | 0 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 1,2 |
| 4 – Praias com areia grossa | 0 | 0,4 | 0,8 | 1,2 | 1,6 |
| 5 – Praias com areia mista | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| 6 – Praia de cascalho | 0 | 0,6 | 1,2 | 1,8 | 2,4 |
| 7 – Planície de maré | 0 | 0,7 | 1,4 | 2,1 | 2,8 |
| 8 – Costão rochoso abrigado | 0 | 0,8 | 1,6 | 2,4 | 3,2 |
| 9 – Planície de maré abrigada | 0 | 0,9 | 1,8 | 2,7 | 3,6 |
| 10 – Marisma, manguezal e margens dos rios | 0 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 |

Enquanto a tabela 4 representa o grau que demonstra as proporções do evento sobre as comunidades superiores (vertebrados), mamíferos marinhos, terrestres, aves e répteis.

Tabela 4 - Matriz dos Recursos Biológicos [5]

| Recursos Biológicos | Grau |
|--|-------------|
| Afeta momentaneamente os recursos biológicos, sem contudo promover alterações em suas funções ecológicas | 0 |
| Comunidade Planctônica | 1 |
| Comunidade Bentônica | 2 |
| Comunidade Nectônica | 3 |
| Comunidades Superiores (Vertebrados) – Mamíferos marinhos/terrestres, aves e répteis. | 4 |

Em relação ao último critério – socioeconômico, a tabela 5 reproduz o mapa de sensibilidade desenvolvido pelo CENPES/Petrobrás.

Tabela 5 - Matriz Socioeconômica [5]

| Socioeconômico | Grau |
|---|-------------|
| Não repercute na economia local | 0 |
| Navegação (Cais e Píer) | 1 |
| Turismo/Esporte (Esportes náuticos, hotel, local histórico, marina e praia) | 2 |
| Atividades e Instalações Industriais, Portuárias; Instalações Amilitares (Atividades Comerciais) e Militares, Refinarias e Terminais. | 3 |
| Pesca/ Áreas de especial interesse ambiental (Unidade de Conservação), Colônia de pesca e, atividade pesqueira. | 4 |

Em termos quantitativos, o cálculo do risco é dado pela multiplicação entre o valor final representado pela média das quatro matrizes e o valor da frequência de ocorrência do evento que constitui o número de eventos esperados por unidade de tempo.

A avaliação do risco ambiental influenciará na escolha de ações de controle e no monitoramento dos ecossistemas impactados.

4ª Etapa: Identificação dos Custos da Qualidade Ambiental (Custos de Prevenção / Custos de Correção / Custos de Controle/ Custos de Externalidades / Custos de Falhas de Adequação).

A identificação dos Custos da Qualidade Ambiental encontra-se fundamentada na lógica do processo produtivo que originou o dano ambiental. Neste sentido, os segmentos produtivos envolvidos são aqueles associados ao duto que liga a Refinaria (REDUC) ao terminal da Ilha D'Água (DTSE). Portanto, deve-se verificar os investimentos e gastos realizados pela REDUC/DTSE para promover melhorias para reduzir ou até mesmo eliminar os possíveis danos ambientais provenientes dos segmentos produtivos associados ao oleoduto ou controlá-los, caso venham a acontecer.

No quadro 1 encontram-se todos os Custos da Qualidade Ambiental identificados durante o acidente ambiental na Baía de Guanabara.

Quadro 1 – Identificação dos Custos da Qualidade Ambiental para a REDUC e o DTSE no caso do acidente da Baía de Guanabara [1]

| | Medidas empregadas |
|---------------------------------------|--|
| Custos de Prevenção | Supervisionar os controles automatizados de vazão, pressão, densidade e temperatura para identificação de qualquer anormalidade; revisão e substituição dos dutos; avaliação das condições geotécnicas das faixas de terra por onde passam os dutos a partir da construção ou reforma de encostas de contenção; utilização de “pigs” – autômatos equipados com diferentes sensores; inspeção visual dos dutos, por meio de andarilhos, motociclistas e helicópteros; criação de um banco de dados ambientais da Baía de Guanabara. |
| Custos de Correção | Operação de limpeza (remoção das placas submarinas); remoção do óleo derramado em virtude do vazamento; reparo realizado no duto. |
| Custos de Controle | Criação dos Centros de Defesa Ambiental (CDAs) no Rio de Janeiro para complementar os planos de contingência que já existiam, caso venha ocorrer acidentes com vazamentos de óleo e atender a nova política ambiental da empresa. |
| Custos de Externalidades | Externalidades decorrentes do vazamento de óleo na Baía de Guanabara sobre algumas atividades econômicas identificadas na Baía de Guanabara, como a pesca, o turismo, a transporte; sobre a saúde da população que reside no entorno e sobre o mangue da APA de Guapimirim. |
| Custos das Falhas de Adequação | A multa que foi imposta pelo Governo Federal por conta dos danos ao meio ambiente; indenizações a serem pagas aos pescadores localizados nas colônias de pescadores da Baía de Guanabara e aos comerciantes; gastos com a perda de produção decorrente da inoperância do duto. |

5ª Etapa: Avaliação econômica comparativa entre as ações para evitar/reduzir o dano ambiental a fim de eliminar os Custos de Externalidades e os Custos de Falhas de Adequação para selecionar a ação ambiental mais viável economicamente (menor custo).

Nesta avaliação serão desenvolvidos diferentes cenários que retratam as ações ambientais, seja em termos de prevenção, correção e controle com suas respectivas despesas. Para se efetivar estas ações, os custos decorrentes dos danos ambientais – Custos de Externalidades – e os Custos das Falhas durante o processo de adequação serão evitados ou reduzidos, o que se torna um ganho (benefício) para a sociedade, seja na forma do retorno ao funcionamento normal de uma atividade econômica (pesca e turismo) que tinha sido prejudicada, bem como da melhoria da qualidade de vida da população com a redução dos casos de doença.

Portanto, para verificar se a decisão pelo investimento numa ação ambiental se mostra viável economicamente, seleciona-se a ação ambiental que trará uma maior economia para o gestor, conseqüentemente uma maior receita ambiental, em função da implementação da ação que proporciona uma melhoria ambiental. A expressão, que descreve a diferença entre duas variáveis, demonstra a relação de Economia de Custos ou Receita do Meio Ambiente.

| |
|---|
| BENEFÍCIOS (Eliminação dos Custos de Externalidades e de Falhas) - CUSTOS (Despesas com a implementação da Ação Ambiental) |
|---|

Se a diferença entre os Custos de Degradação, que representam os benefícios surgidos com a eliminação dos Custos de Externalidades e dos Custos de Falhas de Adequação, e o Valor do Ativo, que representa as despesas com cada uma das ações ambientais, for positiva, quer dizer que a medida de ação ambiental adotada é viável economicamente. Isto demonstra que o valor total investido é menor do que os benefícios gerados com a eliminação dos custos de degradação ambiental; logo, a decisão pelo investimento se mostra acertada, sob o ponto de vista econômico, pois com sua operação a empresa deixa de incorrer nos custos de degradação. Quanto maior for o resultado desta

diferença, maior a economia que o gestor terá ao investir em uma das ações ambientais, pois este teve um baixo custo.

Se a diferença for negativa, quer dizer que a medida não é aconselhável pois os benefícios com a eliminação dos custos de degradação são baixos em comparação com os gastos despendidos para o combate a atividade impactante.

A medida mais acertada depende do valor despendido para implementação de uma medida dentre todas a serem aplicadas, ou seja, quanto menor forem as despesas com a medida, melhor a ação, pois isto demonstra o quanto monetariamente é gasto para evitar que o dano ao meio ambiente ocorra.

A tabela 6 retrata os custos, que representam as despesas com a implementação das ações ambientais em cada cenário, os benefícios com a eliminação dos custos de degradação (externalidades + falhas) a partir do funcionamento do ativo e o resultado desta diferença: Receita do Meio Ambiente/Economia de Custos.

Tabela 6 – Resultados da Avaliação Comparativa dos Custos da Qualidade Ambiental nos Cenários [1]

| | CUSTOS (R\$) | BENEFÍCIOS (R\$) | ECONOMIA DE CUSTOS (R\$) |
|--|---------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Cenário 1 – Prevenindo o dano ambiental | 305.330.890 | 379.315.590 | 73.984.700 |
| Cenário 2 – Corrigindo o meio ambiente | 30.209.888 | | 349.105.702 |
| Cenário 3 – Fiscalizando o empreendimento | 18.536.567 | | 360.779.023 |
| Cenário 4 – Prevenindo o dano e Fiscalizando o empreendimento | 323.867.457 | | 55.448.133 |

Observa-se que a tabela 6 permite identificar a ação ambiental (prevenção, correção, controle, prevenção+controle) mais viável economicamente pela empresa, ou seja, que apresenta o menor valor monetário gasto com uma determinada medida e, a maior economia nos custos que o gestor terá ao investir em uma ação ambiental que lhe trará melhorias. Portanto, a ação selecionada é a de controle, representada no Cenário 3,

que tem por objetivo fiscalizar o empreendimento de forma a combater a poluição que seria gerada com o impacto ambiental.

O resultado também mostra que todas as medidas têm chance de serem aplicadas; entretanto, a que gera uma maior economia é a de controle.

De certo que ao implementar uma determinada ação (preventiva, corretiva ou de controle), impede-se que os danos ambientais ocorram, e conseqüentemente, elimina-se/reduz-se os custos de degradação (externalidade + falhas).

3. CONCLUSÃO

É crescente a preocupação da sociedade com relação aos impactos ambientais decorrentes da ação de atividades que envolvem o petróleo. Estas alterações são refletidas sobre a qualidade de vida da população e vistas como um grande problema ambiental.

No Brasil, um dos maiores acidentes ambientais na Baía de Guanabara ocorreu em 18 de janeiro de 2000. Infelizmente, a detecção da anormalidade não foi imediata, o que fez com que a quantidade vazada fosse muito grande.

Teoricamente, os efeitos ambientais são bem conhecidos; entretanto, os impactos se comportam de maneira diferente de região para região, de ecossistema para ecossistema.

Torna-se necessário o conhecimento de medidas e ações contínuas para uma efetiva minimização dos impactos causados pelos derramamentos. Exemplos podem ser citados, como: a adoção de normas específicas relativas às técnicas de combate e de vazamento de óleo no mar, a instrumentação dos órgãos fiscalizadores para uma atuação mais intensa juntamente aos agentes poluidores e o mapeamento dos pontos mais vulneráveis aos impactos decorrentes de vazamento de óleo, com a colaboração de órgãos governamentais.

Por isso, este estudo vem apresentar um modelo de gestão que visa demonstrar uma nova abordagem dos custos relacionados ao meio ambiente – Custos da Qualidade Ambiental. Na verdade, este modelo pode ser replicado para diferentes tipos de vazamentos que venham causar danos ao meio ambiente.

A fim de viabilizar esta abordagem, deve-se considerar alguns pontos que auxiliarão na escolha da ação ambiental mais viável economicamente, como: as possíveis causas que contribuem para que ocorresse o vazamento de óleo, a estimativa do risco ambiental em função da frequência de ocorrência das falhas e das conseqüências do vazamento ao meio ambiente, até a construção de cenários que utilizam as ações combinadas ou não para reduzir/eliminar os danos ambientais. Estas ações apresentam medidas de prevenção, de correção e de controle que para serem aplicadas no episódio do vazamento demandam custos.

O modelo de gestão vem atender o gestor da entidade em termos da economia de custos que é gerada quando se viabiliza uma ação dentre as ações de prevenção, de correção e de controle, e da maior receita produzida. O resultado mostra que todas as medidas têm chance de serem aplicadas, entretanto, a que gera uma maior economia (menor custo) é a de controle, que visa fiscalizar o empreendimento de forma a combater a poluição por óleo; no *case* em questão, com a criação de um Centro de Defesa Ambiental no Rio de Janeiro.

A decisão sobre a melhor medida constituiu um importante passo do planejamento estratégico da gestão ambiental.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MONTEIRO, A.G., “Metodologia de avaliação de custos ambientais provocados por vazamento de óleo. O estudo de caso do Complexo REDUC-DTSE”. Tese de Doutorado. Programa de Planejamento Energético – PPE/COPPE/UFRJ, RJ, 2003.
- [2] CAMPOS, L.M. de S., “Um Estudo para Definição e Identificação dos Custos da Qualidade Ambiental”. Dissertação de Mestrado. Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina, SC, 1996.
- [3] FERREIRA, A. de S., “Contabilidade Ambiental – Custos Ambientais – Uma Visão de Sistema de Informação”. I Seminário de Contabilidade Ambiental, Salvador,

BA. Disponível na internet via www.wwiuma.org.br/contab_ambiental_af.htm. Acesso em outubro de 2002.

- [4] CAMERINI, C.S. et al., “Relatório de Análise e Verificação do Projeto e Montagem do Duto PE-II na Baía de Guanabara”. Relatório Técnico, 2000.
- [5] PETROBRAS TRANSPORTE S/A., “Avaliação de Risco Ambiental”. In: EIDOS do Brasil, Transpetro, *Análise de Riscos Industriais, Ambientais e Segurança do Trabalho*, Cap. IX pp.1-6, 2001.
- [6] GUNDLACH, E.R. & HAYES, M.O., “Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts”. *Mar Tech. Soc. J.*, v.4, n.12, pp.18-27, 1978.