

GERENCIAMENTO DE RISCOS AMBIENTAIS NA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO

GESTIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES EN LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO

ENVIRONMENTAL RISK MANAGEMENT IN THE OIL INDUSTRY

Ketson Patrick de Medeiros Freitas
ketsonpatrick@gmail.com

Pós-graduação em Ciências e Sustentabilidade na Amazônia

Resumo

Os eventos impactantes ao meio ambiente na indústria do petróleo não são raros. Tanto uma análise retrospectiva das ocorrências, quanto um gerenciamento de risco adequado são essenciais para a mitigação, ou até mesmo erradicação, desses acontecimentos. O artigo apresenta uma variedade de metodologias, técnicas e índices utilizados no gerenciamento de risco, como FRAM, STAMP, QRA, HAZOP, FTA, ETA, APP, F&EI, CEI, SWeHI, ERMST, ADLTRS, What-if e Check-list. Além disso, são apresentados e analisados acontecimentos marcantes nos diversos segmentos da indústria de petróleo, como a ocorrência com a plataforma Deepwater Horizon em 2010, o acidente em San Juan Ixhuatepec em 1984, o incêndio na Vila Socó também em 1984 e até o recente caso do aparecimento de óleo no nordeste brasileiro.

PALAVRAS CHAVE: Gerenciamento de risco, San Juanico, Deepwater Horizon, Vila Socó.

Resumen

Los eventos de impacto ambiental en la industria petrolera no son raros. Tanto un análisis retrospectivo de los eventos como una adecuada gestión de riesgos son fundamentales para la mitigación o incluso erradicación de estos eventos. El artículo presenta una variedad de metodologías, técnicas e índices utilizados en la gestión de riesgos, como FRAM, STAMP, QRA, HAZOP, FTA, ETA, APP, F&EI, CEI, SWeHI, ERMST, ADLTRS, What-if y Check-list. Además, se presentan y analizan hechos relevantes en los distintos segmentos de la industria petrolera, como la ocurrencia con la plataforma Deepwater Horizon en 2010, el accidente en San Juan Ixhuatepec en 1984, el incendio en Vila Socó también en 1984 e incluso el caso reciente de la aparición del petróleo en el noreste de Brasil.

PALABRAS CLAVE: Gestión de riesgos, San Juanico, Deepwater Horizon, Vila Socó.

Abstract

Environmental impact events in the oil industry are not uncommon. Both a retrospective analysis of the events and an adequate risk management are essential to mitigate, or even eradicate, these events. The article presents a variety of methodologies, techniques and indices used in risk management, such as FRAM, STAMP, QRA, HAZOP, FTA, ETA, APP, F&EI, CEI, SWeHI, ERMST, ADLTRS, What-if and Check-list. In addition, remarkable events are presented and analyzed in the various segments of the oil industry, such as the occurrence with the Deepwater Horizon platform in 2010, the accident in San Juan Ixhuatepec in 1984, the fire in Vila Socó in 1984 and even the recent case the appearance of oil in northeastern Brazil.

KEYWORDS: Risk management, San Juanico, Deepwater Horizon, Vila Socó.

1. Avaliação dos Riscos

Ao longo da história, muitos acontecimentos sensibilizaram o mundo quanto à necessidade da adoção de ações específicas para o controle ambiental e gerenciamento de riscos associados às atividades industriais, especialmente, às de maior periculosidade, como a indústria de petróleo (SERPA, 2002).

Os riscos, geralmente, são definidos como a combinação entre a probabilidade de ocorrência de um evento indesejável e as possíveis consequências deste, ou seja, a expectativa de probabilidade de ocorrência dos efeitos (danos e impactos) resultantes da consumação de um perigo (JÚNIOR, Álvaro, 1996).

É interessante destacar, a diferença entre perigo e risco. O perigo sempre estará presente, isto é, é inerente à atividade que se faz ou à substância que se manuseia. É sempre relacionado com a propriedade química ou física de uma substância ou com a natureza de uma atividade. Já o risco, como visto, é a probabilidade que um perigo tem de ser liberado e causar um acidente (SILVA, 2009).

A existência de tal probabilidade implica na necessidade de avaliação de determinados riscos. Essa avaliação, conforme Mariano (2001), pode ser dividida em duas partes: estimativa de risco e apreciação de risco.

A estimativa de risco busca identificar as potenciais problemáticas de determinada situação, bem como suas consequências em caso de ocorrência. Além do desenvolvimento de uma estimativa quantitativa de frequência do risco (SERPA, 2002).

Já a apreciação de risco se trata do processo de determinação do significado ou valor dos danos identificados e dos riscos estimados para as pessoas e o ambiente diretamente ameaçados ou envolvidos pelo risco (JÚNIOR, Álvaro, 1996; SCHAEFFER, 1986).

2. Riscos Ambientais na Indústria do Petróleo

De acordo com Mariano (2001), existem eventos característicos que possuem potencial de se transformar em emergências maiores. Estes eventos, geralmente, constituem a base da tipologia de acidentes da indústria de petróleo. Alguns dos principais eventos constituintes de tal tipologia são:

- Liberação de gases inflamáveis e/ou explosivos;
- Liberação de gases tóxicos para a atmosfera;
- Vazamento de líquidos/aerossóis, podendo formar de jatos de fogo;
- Explosões devido à reversão do regenerador para o reator;
- Explosões de caldeira;
- Incêndios em tanques de cru ou derivados;
- Vazamentos de insumos tóxicos (como catalisadores, por exemplo);
- Explosões de vasos e esferas de estocagem devido sobrepressão;
- Emergências de causas naturais (tempestades, tornados e terremotos)
- Emergências provocadas por terceiros (como ações terroristas);

- Derramamentos de óleo, contaminando corpos hídricos;
- Explosões de equipamentos devido à entrada de ar nos sistemas que contenham hidrocarbonetos aquecidos;
- Explosões de equipamentos devido à entrada de hidrocarboneto em sistemas de ar ou vapor;
- Explosões de vapor devido ao contato de produtos ultraviscosos quentes com a água;
- Incêndios em materiais de revestimento ou canaletas de drenagem com resíduos de produtos inflamáveis;
- Ocorrências envolvendo mortes e danos às instalações e ao meio ambiente.

Na indústria do petróleo, devido a grande quantidade de eventos com essas características (existem muito mais do que foram listados), é essencial e necessário um gerenciamento de riscos, utilizando-se para isso, análises de alguns elementos do sistema.

3. Elementos para o Gerenciamento de Riscos

A identificação geral da tipologia dos acidentes nas atividades de exploração dos hidrocarbonetos, pode ser feita através de uma análise preliminar de riscos. Que tem sua aplicação adequada tanto na fase de elaboração do projeto quanto em sistemas já operantes (MARIANO, 2001). De acordo com Júnior (1996) e Silva (2009), os principais elementos básicos considerados para a realização desta análise são:

- Equipamentos da planta;
- Distribuição espacial das instalações (*layout*);
- Planos de ação e de emergências;
- Equipamentos de segurança;
- Fatores humanos;
- Sistemas de proteção contra incêndios;
- Controle administrativos;
- Procedimentos operacionais e de teste, manutenção e emergência;
- Sistemas de detecção;
- Barreiras passivas;
- Fatores ambientais (possibilidade de enchentes, temperaturas etc.)
- Interface entre os componentes e os seus sistemas de proteção;
- Propriedades das substâncias envolvidas nos processos;
- Interações indesejáveis entre processos ou substâncias.

Mesmo diante de todas as análises e gerenciamentos, os segmentos da indústria do petróleo apresentam diversas ocorrências, causadas por diferentes motivos. Os segmentos da cadeia produtiva do petróleo são: *upstream*, *midstream* e *downstream*. O ramo *upstream* compreende as atividades de exploração, perfuração e produção. O *midstream* é o segmento intermediário que abrange as atividades de processamento e refino. Por fim, no *downstream* estão as atividades de logística de transporte e armazenamento dos subprodutos de petróleo (RIBAS et al., 2009).

Avaliar e estudar as ocorrências em cada segmento permite um aperfeiçoamento das técnicas de gerenciamento de riscos, mitigando ou até mesmo eliminando a recorrência desses eventos indesejáveis.

4. Ocorrências no Segmento *Upstream*

Como visto, o segmento *upstream* engloba as etapas de exploração, perfuração e produção de petróleo. A exploração está relacionada com as atividades de prospecção dos hidrocarbonetos. A perfuração, trata-se da construção de canais (poços) que permitam escoar os fluidos dos reservatórios de petróleo para a superfície. Já a produção, trata-se da efetiva retirada dos hidrocarbonetos de subsuperfície até as dependências das unidades de processamento e refino.

Da indústria de petróleo, as atividades de perfuração e produção, geralmente apresentam os mais altos riscos e suas ocorrências resultam nos maiores impactos ambientais. Moreira & d'Almeida (2014) reuniram e apresentaram algumas das principais ocorrências deste segmento, juntamente com seus volumes estimados de petróleo derramado no meio ambiente. Estes dados estão organizados na Tabela I.

Tabela I - Principais ocorrências do segmento *upstream*

Ano	País	Ocorrência	Volume Derramado (barris)
1991	Kuwait	Poço Terrestre e Oléoduto	6.000.000
2010	EUA	Plataforma Deepwater Horizon	4.900.000
1979	México	Plataforma Ixtoc I	3.405.000
1979	Caribe	Navio petroleiro Atlantic Empress	2.152.500
1992	Uzbequistão	Poço terrestre Fergana Valley	2.137.500
1983	Irã	Plataforma Nowruz	1.950.000
1991	Angola	Navio petroleiro ABT Summer	1.950.000
1983	África do Sul	Navio petroleiro Castillo de Bellver	1.890.000
1978	França	Navio petroleiro Amoco Cadiz	1.672.500
1991	Itália	Navio petroleiro M T Haven	1.056.000

Fonte: Adaptado de Moreira & d'Almeida (2014)

A ocorrência com a plataforma *Deepwater Horizon* é considerada o maior desastre ambiental acidental da indústria do petróleo. No dia 20 de abril de 2010, a plataforma, que operava no golfo do México, estava nos procedimentos finais das atividades de perfuração. Nesse dia, perdeu-se o controle do poço, ocasionando explosões e incêndio. Onze trabalhadores morreram. O incêndio tomou conta da plataforma e dois dias depois ela afundou, deixando um enorme vazamento de petróleo no fundo do mar, que só foi controlado 86 dias depois (PEREIRA, 2016).

A investigação do acidente encontrou as seguintes causas para a ocorrência (BP, 2010):

- O cimento do espaço anular do poço não isolou os hidrocarbonetos;
- O cimento do fundo poço não isolou os hidrocarbonetos;
- O teste de pressão negativo foi erroneamente aceito;
- O fluxo de petróleo não foi reconhecido antes do duto de elevação;
- As ações de resposta e controle do poço não funcionaram;
- Uma manobra errada resultou na liberação de gás para a plataforma;
- O modo de emergência do dispositivo de selagem do poço falhou.

Pereira (2010), em seu trabalho, realiza uma análise do acidente da plataforma *Deepwater Horizon* através dos métodos sistêmicos FRAM (i) e STAMP (ii).

(i) **FRAM** - *Functional Resonance Analysis Method*, é um método para análise de acidentes e riscos baseado na teoria de sistemas e na engenharia de resiliência. Os pilares deste método são os princípios da equivalência, da emergência, da ressonância e dos ajustes aproximados (HOLLNAGEL, 2013);

(ii) **STAMP** - *System Theoretic Analysis Method and Process*, também é um método para análise de acidente e riscos, sendo fundamentado nos conceitos de restrição de segurança, estrutura de controle hierárquico e modelo de processos (LEVESON, 2004).

Ambos os métodos pertencem à classe dos modelos não-lineares, ou sistêmicos. De acordo com Hollnagel (2004), os modelos de análise de acidentes podem ser categorizados em três classes: sequenciais, epidemiológicos e não-lineares.

Os modelos sequenciais são muito utilizados pela indústria de petróleo e, de acordo com estes modelos, os acidentes ocorrem devido a uma sucessão de eventos ordenados e definidos, que ocorrem em cadeia, gerados por uma ou poucas causas raízes. (UNDERWOOD; WATERSON, 2013).

Nos modelos epidemiológicos, os acidentes são vistos como a combinação de falhas ativas (atos inseguros) e condições latentes (condições inseguras), sendo evitados através da aplicação de barreiras. É análogo aos patógenos residentes no corpo humano, que ficam inativos até que sejam desencadeados com uma combinação de fatores que violem os sistemas de defesa do corpo (PEREIRA, 2016).

Já nos modelos não-lineares, diferentemente dos anteriores, para o entendimento do processo é necessário partir de todas as partes, isto é, objetiva-se entender os relacionamentos ao invés de eventos isolados. É sintetizado o dinamismo das relações entre variáveis, tirando a ênfase dos eventos, pois os eventos são pontuais enquanto as relações permanecem ao longo do tempo (PEREIRA, 2016).

Com as análises de modelos não-lineares, sobre o acidente da plataforma *Deepwater Horizon*, Pereira (2016) conseguiu obter resultados com aspectos diferentes do relatório oficial da operadora do poço. Comprovando a importância de dinamicidade em análises de sistemas complexos, como os da indústria de petróleo.

Não podia deixar de ser mencionado também, a ocorrência de 1991 no Kuwait. Nesta ocasião, durante a Guerra do Golfo, a mando de Saddam Hussein, soldados iraquianos abriram oleodutos para derramar petróleo no Golfo Pérsico, incendiaram mais de 700 poços e colocaram minas terrestre para dificultar que o fogo fosse apagado. Estima-se que o fogo consumiu seis milhões de barris de petróleo por dia, sendo que o incêndio demorou 10 meses para ser controlado. O evento foi considerado a maior sabotagem ecológica da história. Uma nuvem tóxica cobriu a região e contaminou tudo, fez baixar as temperaturas, as pescas no Golfo colapsaram, as reservas de água ficaram envenenadas e milhares de pessoas morreram (BBC, 2004; FERNANDES, 2003). Este evento de derramamento proposital serve para exemplificar os riscos, mencionados anteriormente, de emergências causadas por terceiros.

5. Ocorrências no Segmento *Midstream*

O segmento *midstream* compreende as atividades de processamento e refino dos hidrocarbonetos. Essas atividades, basicamente, consistem em especificar as substâncias ou formar subprodutos, agregando um maior valor comercial. Por se tratar de uma etapa em que se tem o armazenamento e utilização de substâncias perigosas, além de diversos processos físico-químicos sendo realizados, os riscos ambientais se fazem presentes.

A ocorrência de acidentes nas atividades de processamento e refino de petróleo não é algo raro, Mariano (2001) reuniu e apresentou alguns acidentes em refinarias com mais de 20 mortes. Estas ocorrências estão organizadas na Tabela II:

Tabela II - Acidentes em refinarias de petróleo

Ano	País	Tipo	Substância	Mortes
1953	Turquia	Explosão	Líquidos Inflamáveis	26
1966	França	Explosão	GLP (propano/butano)	21
1970	Indonésia	Incêndio	Líquidos Inflamáveis	50
1972	Brasil (RJ)	Explosão	Líquidos Inflamáveis	39
1972	Brasil (SP)	Explosão	GLP (propano/butano)	38
1978	Japão	Acidente	Líquidos Inflamáveis	21
1980	EUA	Incêndio	Líquidos Inflamáveis	51
1984	México	Explosão	GLP (propano/butano)	503

Fonte: Mariano (2001)

O acidente de 1984, da tabela o de maior número de vítimas, ocorreu no dia 19 de novembro na cidade de San Juan Ixhuatepec (San Juanico), no México. Não há informações claras explicando o início do acidente. Porém acredita-se que ocorreu uma sobrepressão em um dos tanques de estocagem, causando um rompimento em um duto de condução de GLP proveniente das refinarias. A substância emitida formou uma enorme nuvem que logo explodiu e pegou fogo. O fogo acabou por produzir uma série de explosões em um grande efeito cascata. A grande quantidade de moradores ao redor da planta, serviu para potencializar o acidente. Oficialmente, o acidente deixou 503 mortos e 7000 feridos (LÓPEZ-MOLINA et. al., 2012).

López-Molina (2012), em seu artigo, realiza uma análise retrospectiva do acidente de San Juanico. Utilizando métodos de análise QRA (iii) e F&EI (iv), o trabalho consegue estimar riscos, identificar falhas e gerar aprendizados a respeito do acidente de 1984.

(iii) QRA - *Quantitative Risk Analysis*, é a técnica de análise quantitativa de riscos, que é utilizada como parte de outras metodologias para identificar os cenários possíveis que poderiam provocar acidentes, consequências negativas ou para quantificar as probabilidades de ocorrência (PREM et al., 2010).

(iv) F&EI - *Fire and Explosion Index*, é um índice que avalia semi-quantitativamente diversos potenciais de risco do processo e determina fatores de penalidades, avaliando os danos causados por fogo e explosão (SILVA, 2009).

Silva (2009) ainda lista e conceitua outros índices utilizados como ferramentas em análises semi-quantitativas no gerenciamento de risco, como: CEI (v), SWeHI (vi), ERMST (vii) e ADLTRS (viii).

(v) CEI - *Chemical Exposure Index*, avalia as consequências de um vazamento de produto tóxico;

(vi) SWeHI - *Safety Weighted Hazard Index*, combina os efeitos de um fogo, explosão e vazamento de produto tóxico;

(vii) ERMST - *Environment Risk Management Screening Tool*, avalia os riscos ambientais, incluindo ar, água subterrânea, água da superfície e água de resíduo;

(viii) ADLTRS - *Transportation Risk Screening Model*, está relacionado com riscos para as pessoas e o meio ambiente devido aos produtos químicos transportados, dentre outros.

Diante das análises com QRA e F&EI, o trabalho de López-Molina (2012) concluiu que as instalações de San Juanico estariam em um nível moderado de risco e que as consequências associadas ao efeito dominó, poderiam ser reduzidas através do espaçamento adequado entre equipamentos, dispositivos de controle e barreiras passivas. O estudo ainda demonstra que o erro humano é inevitável,

necessitando-se assim de melhorias nos sistemas de detecção, no design da planta (*layout*), nos sistemas de emergência e nos equipamentos de construção e segurança.

6. Ocorrências no Segmento *Downstream*

O segmento *downstream* engloba as atividades pós processamento ou refino. Basicamente, trata-se do armazenamento e distribuição (transporte) dos subprodutos formados, que em sua maioria são inflamáveis e/ou tóxicos ao ambiente. Além disso, esse segmento está próximo do seu destino (consumidor final), fato que incrementa ainda mais os riscos envolvidos.

Serpa (2002), reuniu e apresentou algumas ocorrências do segmento *downstream*, com diversos subprodutos obtidos com o processamento e refino de petróleo. Algumas dessas ocorrências encontram-se organizadas na Tabela III.

Tabela III - Ocorrências no segmento *downstream*

Ano	País	Ocorrência	Produto	Consequências
1966	França	Explosão/Incêndio	Propano	18 M e 81F
1972	Brasil (RJ)	Explosão/Incêndio	GLP	37 M e 53 F
1974	Inglaterra	Explosão/Incêndio	Ciclohexano	28 M e 104 F
1984	Brasil (SP)	Incêndio	Gasolina	93M e 500D
1991	México	Explosão	Gasolina	300 M
1998	Brasil (SP)	Acidente/Rodovia	Diesel	55 M
2001	Brasil (PR)	Derramamento	Nafta	C. Marinha

M = mortes; F = feridos; D = desabrigados; C = contaminação

Fonte: Adaptado de Serpa (2002)

A ocorrência de 1984 no Brasil, apesar de oficialmente registrar 93 mortes, de acordo com a população local esse número passou de 500 (devido a existência de corpos carbonizados, sem documentos nem memórias ou reconhecimento). Trata-se do acidente da Vila Socó, no município de Cubatão em São Paulo. Na madrugada de 25 de fevereiro, ocorreu uma explosão seguida de incêndio, provocada pelo vazamento de 700 litros de gasolina, de dutos da Petrobras que passavam por baixo das residências (palafitas construídas no mangue). De acordo com a investigação do acidente, a ocorrência se deu devido a erros humanos de comunicação somados a má conservação e manutenção dos dutos no local (FERREIRA, 2006; PORTO, 2016).

A tragédia da Vila Socó evidencia alguns dos elementos de gerenciamento de riscos listados neste trabalho, como: os fatores humanos, sistemas de proteção contra incêndios, procedimentos operacionais de manutenção, além dos procedimentos operacionais de emergência, visto que, de acordo com Ferreira (2006), a primeira notificação do vazamento ocorreu ainda no dia anterior a tragédia.

7. Gerenciamento de Riscos para Ocorrências Causadoras Desconhecidas

O gerenciamento de riscos, principalmente devido aos planos de ação e de emergência, é essencial não só para os casos em que se conhece a ocorrência e intervém-se para reduzir os impactos, mas é utilizado também quando se quer neutralizar um impacto no qual a ocorrência causadora é desconhecida. Isso é claramente ilustrado no recente caso do nordeste brasileiro. No dia 30 de agosto de 2019, na Paraíba, surgiu a primeira mancha de óleo na praia. Desde então, diversas localidades vêm apresentando o aparecimento desta contaminação, que de acordo com análises, trata-se de petróleo cru (DANTAS et al., 2019).

Não se sabe a origem do derramamento de petróleo no litoral, alguns estudos indicam que o óleo teria se deslocado da região sul do mar da África até a costa brasileira, enquanto outras hipóteses

apontam o navio grego Bouboulina, como o principal suspeito da ocorrência. No final de 2019 o óleo já tinha atingido mais de 900 localidades nas Regiões Nordeste e Sudeste, e mais de 5 mil toneladas de petróleo cru haviam sido coletadas (ESTADO DE MINAS, 2019).

Este caso retrata a necessidade de um plano de ação rápido e claro, para a mitigação de impactos, antes que estes tomem proporções absurdas. De acordo com o artigo de Soares (2020), publicado na revista *Science*, faltou coordenação e diretrizes transparentes para uma resposta rápida, atrasando uma reação ao derramamento de óleo.

8. Metodologias Gerais de Gerenciamento de Riscos

Existem ainda técnicas e metodologias convencionais, além dos métodos e índices já listados nesse trabalho, que são normalmente aplicadas a empreendimentos com atividades e processos considerados de risco ou que possuam em suas instalações substâncias perigosas. Logicamente, essas metodologias convencionais também são amplamente utilizadas no gerenciamento de riscos na indústria de petróleo. Algumas destas metodologias, conceituadas por Martins (2009), são: HAZOP (ix), FMEA (x), FTA (xi), ETA (xii), APP (xiii), *What-if* (xiv) e *Check-list* (xv).

(ix) HAZOP - *Hazard and Operability Analysis*, essa técnica consiste em utilizar palavras guias especiais para fazer um grupo de pessoas, experientes no assunto em análise, identificar perigos potenciais ou preocupações com a operabilidade de equipamentos ou sistemas.

(x) FMEA - *Failure Mode and Effects Analysis*, é uma análise de modos de falha e efeitos com uma abordagem de detecção indutiva, sendo mais apropriada para avaliações de sistemas mecânicos, elétricos e de processo.

(xi) FTA - *Fault Tree Analysis*, é uma técnica de análise dedutiva, onde se constrói uma árvore de falhas começando com a definição do evento topo de interesse, geralmente associado à falha do sistema analisado em uma determinada condição de operação.

(xii) ETA - *Event Tree Analysis*, é uma técnica que consiste em utilizar uma árvore de decisão para representar graficamente todas as possíveis sequências acidentais de uma instalação, desde o evento iniciador do acidente de interesse até a situação final da planta.

(xiii) APP - *Process Hazard Analysis*, é a sigla em português da expressão análise preliminar de perigos, usada para descrever um exercício cujo objetivo é identificar os perigos e eventos associados que possuem o potencial de resultar em um risco significativo.

(xiv) *What-if*, é uma análise que consiste em uma abordagem no qual é utilizado um questionamento amplo e livremente estruturado para postular as condições anormais que possam resultar em eventos indesejáveis ou em problemas de funcionamento do sistema. Adicionalmente sugere-se salvaguardas adequadas para a prevenção de cada problema.

(xv) *Check-list*, é uma técnica que consiste em uma avaliação sistemática, diante de critérios pré-estabelecidos, na forma de lista de perguntas com respostas previamente formatadas. Esta análise é frequentemente utilizada como um complemento ou parte integrante do método *What-if*.

9. Plano de Gerenciamento de Risco Ambiental (PGR/PGRA)

O plano de gerenciamento de risco ambiental é uma documentação técnica exigida, que dispõe de um diagnóstico dos riscos ambientais oferecidos pelas empresas, determinando medidas de prevenção para evitar ou minimizar esses riscos. De acordo com Sanvale (2004), o documento gerado deve conter informações de:

-Segurança do processo;

- Revisão dos riscos de processos;
- Gerenciamento de modificações;
- Manutenção e garantia da integridade de sistemas críticos;
- Procedimentos operacionais;
- Capacitação de recurso humanos;
- Investigação de incidentes e acidentes;
- Plano de Ação de Emergência (PAE) e auditorias.

10.Considerações Finais

O gerenciamento de risco é fundamental para a mitigação ou erradicação de eventos potencialmente impactantes ao meio ambiente. Estas análises se fazem necessárias em qualquer tipo de empreendimento no qual atividades, processos e substâncias perigosas estão presentes. Na indústria do petróleo, portanto, o gerenciamento de risco é essencial.

Os eventos impactantes ao meio ambiente na indústria do petróleo, não são raros. A análise retrospectiva destas ocorrências permite identificar falhas e gerar aprendizados para o aperfeiçoamento do gerenciamento de risco. Contribuindo para evitar a recorrência de determinados eventos e lapidando metodologias, técnicas e índices para análises pré e pós ocorrências.

As metodologias e técnicas como FRAM, STAMP, QRA, HAZOP, FTA, ETA, APP, *What-if e Check-list*, bem como os índices F&EI, CEI, SWeHI, ERMST e ADLTRS, são algumas das ferramentas que auxiliam tanto nas análises retrospectivas como no gerenciamento de risco. Possuem diversos métodos, analisam diferentes fatores, apresentam variadas análises, porém, são efetivamente aplicadas e recomendadas às atividades de riscos.

Referências

BBC, British Broadcasting Corporation. **As acusações que Saddam Hussein deve enfrentar.**

Disponível em:

<https://www.bbc.com/portuguese/noticias/story/2004/06/040630_saddamcharges.shtml>. Acesso em: 14 jan. 2020.

BP, B. P. **Deepwater Horizon Accident Investigation Report Houston British Petroleum**, 2010.

DANTAS, C. et al. **Óleo no Nordeste: veja a evolução das manchas e quando ocorreu o pico do desastre que completa 2 meses.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/desastre-ambiental-petroleo-praias/noticia/2019/10/30/oleo-no-nordeste-veja-a-evolucao-das-manchas-e-quando-ocorreu-o-pico-do-desastre-que-completa-2-meses.ghtml>>. Acesso em: 15 jan. 2020.

ESTADO DE MINAS, J. **Óleo que contaminou praias do Nordeste veio da África, diz Inpe.**

Disponível em:

<https://www.em.com.br/app/noticia/nacional/2019/12/14/interna_nacional,1108337/oleo-que-contaminou-praias-do-nordeste-veio-da-africa-diz-inpe.shtml>. Acesso em: 15 jan. 2020.

FERNANDES, A. **Incêndio em poços de petróleo é a maior ameaça ambiental.** Disponível em:

<<https://www.publico.pt/2003/03/23/jornal/incendio-em-pocos-de-petroleo-e-a-maior-ameaca-ambiental-199417>>. Acesso em: 14 jan. 2020.

FERREIRA, L. DA C. Os Fantasmas Do Vale: Conflitos Em Torno Do Desastre Ambiental De Cubatão, Sp. **Revista De Ciências Sociais - Política & Trabalho**, v. 25, n. 0, p. 165–188, 2006.

- HOLLNAGEL, E. **Barriers and Accident Prevention**. 1. ed. Ashgate Publishing Limited, 2004.
- HOLLNAGEL, E. **An Application of the Functional Resonance Analysis Method (FRAM) to Risk Assessment of Organisational**, 2013.
- JÚNIOR, Álvaro Souza. **Curso de Análise e Gerenciamento de Risco de Processos Industriais**, Rio de Janeiro COPPE/UFRJ, , 1996.
- JÚNIOR, M. D. S. **Auditoria e Treinamento para Planejamento de Emergência em Refinarias de Petróleo**. UFRJ, 1996.
- LEVESON, N. A new accident model for engineering safer systems. **Cambridge: Pergamon**, v. 42, 2004.
- LÓPEZ-MOLINA, A.; VÁZQUEZ-ROMÁN, R.; DÍAZ-OVALLE, C. Aprendizajes del Accidente de San Juan Ixhuatepec-México. **Información tecnológica**, v. 23, n. 6, p. 121–128, 2012.
- MARIANO, J. B. **Impactos ambientais do refino de petróleo**. Rio de Janeiro. 2001.
- MARTINS, M. R.; NATACCI, F. B. Metodologia Para Análise Preliminar De Riscos De Um Navio De Transporte De Gás Natural Comprimido. n. November, p. 15, 2009.
- MOREIRA, J. F. M.; D'ALMEIDA, A. L. Indústria de petróleo e gás: Acidentes relevantes no mundo. **CONEPETRO**, n. 83, p. 8, 2014.
- PEREIRA, R. F. Análise do deepwater horizon blowout: Aplicação dos métodos FRAM e STAMP. **Dissertacoes.Poli.Ufrj.Br**, p. 107, 2016.
- PORTO, M. F. DE S. A tragédia da mineração e do desenvolvimento no Brasil: desafios para a saúde coletiva. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 32, n. 2, p. 3, 11 mar. 2016.
- PREM, K. P. et al. Risk measures constituting a risk metrics which enables improved decision making: Value-at-Risk. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 23, n. 2, p. 211–219, 2010.
- RIBAS, G.; LEIRAS, A.; HAMACHER, S. Planejamento de Refinarias Sob Incerteza: Uma Revisão. **Anais do XLI SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, p. 185–196, 2009.
- SANVALE. **Plano de Gerenciamento de Riscos Ambientais – PGRA / PGR**. Disponível em: <<https://www.sanvale.com/plano-gerenciamento-riscos-ambientais-pgra-pgr/>>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- SCHAEFFER, R. **Impactos Ambientais de Grandes Usinas Hidrelétricas no Brasil**. [s.l.] UFRJ, 1986.
- SERPA, R. R. Gerenciamento de riscos ambientais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 5, 19 jun. 2002.
- SILVA, E. C. **Gestão integrada para identificação e análise dos riscos**.
- SOARES, M. O. et al. Brazil oil spill response: Time for coordination. **Science**, v. 367, n. 6474, p. 155–155, 10 jan. 2020.
- UNDERWOOD, P.; WATERSON, P. Systemic accident analysis: examining the gap between research and practice. **Accident: analysis and prevention**, p. 154–164, 2013.

Recebido em:

Aceito em:

Endereço para correspondência:

Nome

email



Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)