

SEGURANÇA DO TRABALHO NA INDÚSTRIA PETROLÍFERA

RODOLPHO ALCANTÂRA DA SILVA¹
JOSÉ EDUARDO DO COUTO BARBOSA²

RESUMO

A indústria petrolífera está em destaque como um dos setores mais propícios a acidentes fatais dos últimos tempos, causando consequências catastróficas, atingindo tanto os trabalhadores desse meio, como a comunidade ao redor, sem contar nos danos imediatos sofridos pelo meio ambiente quando um acidente ocorre. Assim como a indústria de petróleo é algo sensível a grandes riscos e impactos, por detrás disso tudo há um grande empenho e preocupação quanto à prevenção. O presente artigo tem como foco uma análise preliminar dos riscos, ressaltando suas possíveis causas em plataformas de petróleo de perfuração e produção. Todas as etapas desde os estudo e prospecção de petróleo até a produção em si envolve riscos e danos tanto ao homem quanto ao ambiente e cabe a nós mensurarmos e controlarmos esses riscos, além de fazer uma introdução sobre a qualidade de vida no trabalho enfatizando os benefícios que as empresas têm trazido aos seus funcionários focando na maior rentabilidade dos mesmos.

Palavras-Chave: Riscos, Plataforma, Meio Ambiente, Recomendações, Petróleo

¹ Pós-Graduando em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Vale do Rio Verde.

² Mestre pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas de Extrema. Escola de Negócios e Desenvolvimento de Excelência - ENDEX. E-mail: joseduardoo@yahoo.com.br

WORK SAFETY IN THE PETROLEUM INDUSTRY

ABSTRACT

The oil industry is highlighted as one of the sectors most conducive to fatal accidents of recent times, causing catastrophic consequences, reaching both workers in the environment and the surrounding community, not to mention the immediate damages suffered by the environment when an accident occurs. Just as the oil industry is sensitive to major risks and impacts, behind it all there is a lot of commitment and concern about prevention. The present article focuses on a preliminary analysis of the risks, highlighting their possible causes in drilling and production oil platforms. Every step from the study and prospecting of oil to production itself involves risks and damages both to man and the environment and it is up to us to measure and control these risks, as well as to make an introduction about quality of life at work emphasizing the benefits that the companies have brought to their employees focusing on their higher profitability.

Keywords: Risks, Platform, Environment, Recommendations, Oil

1 INTRODUÇÃO

No processo de obtenção de hidrocarbonetos, vários métodos precisam ser executados até que o famoso ouro negro seja obtido. Para que esses processos possam acontecer com o maior êxito é preciso realizar estudos, avaliações e inspeções das condições de trabalho, quanto aos aspectos de higiene, segurança e meio ambiente, em todas as áreas, cujos equipamentos, instalações e embarcações são envolvidos.

Em todos os setores da indústria petrolífera, desde a prospecção, exploração, produção e abastecimento, o risco de ocorrência de acidentes é grande. Assim, ao decorrer deste artigo serão destacados riscos, causas e consequências envolvidas nos diversos departamentos deste meio, orientando sobre as melhores práticas e recomendações no intuito de evitar tais infortúnios.

Para que as medidas preventivas de segurança e proteção ao meio ambiente possam acontecer, é preciso tomar algumas precauções de controle de emergências e, no que tange ao combate à poluição, inspecionar e executar serviços de manutenção em equipamentos e instrumentos de segurança procedendo com padrões técnicos e normas operacionais, além de identificar demais necessidades. Essas e demais características se fazem fundamentais para uma empresa que se preocupa com o bem-estar do funcionário e do meio ambiente. O setor de petróleo e gás apresenta o compromisso de chegar à meta de zero acidentes e, para isso, os gestores vêm e precisam desenvolver culturas de segurança duradouras, que minimizem os acidentes e mantenham o local de trabalho mais protegido e consequentemente mais produtivo.

Através de estudo sobre o funcionamento da indústria do petróleo, enfatizando os riscos de acidentes, incêndios e explosões é possível levantar informações de acidentes e analisar os riscos que sendo assim possibilita observar os tipos, causas e consequências iminentes. Diante, destas informações obtidas, serão propostos métodos para prevenção e recomendação, para que tais acidentes não venham a acontecer.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Segurança e Qualidade de Vida no Trabalho na Indústria de Petróleo

As refinarias de petróleo possuem riscos de alta magnitude, entretanto, as demais instalações como, por exemplo, o transporte, o armazenamento e as unidades de produção de petróleo, possuem um risco um pouco menor. Entende-se que as refinarias sejam consideradas dessa forma, pelo fato de que suas máquinas e equipamentos de processo operam com parâmetros normalmente elevados, e estão presentes em grande escala e diversidade de modelos, havendo também para essas unidades uma característica muito forte de processo.

De acordo com Peixoto (2010), podemos conceituar a segurança do trabalho como um conjunto de medidas com a finalidade de minimizar os acidentes de trabalho, as doenças ocupacionais e ainda, proteger a integridade e a capacidade de trabalho das pessoas envolvidas, ou seja, na visão do autor, a segurança do trabalho seria a forma de garantir que o funcionário possa exercer suas funções de forma segura, sem correr riscos físicos ou psicológicos ao mesmo.

De acordo com Neto (2013, p.145):

A Segurança do Trabalho possibilita a realização de um trabalho mais organizado. Isso leva não somente a evitar acidentes, mas, leva também ao aumento da produção, pois, tornado o ambiente mais agradável os funcionários produzirão mais e com melhor qualidade.

Na indústria do petróleo, as atividades desenvolvidas são bem complexas e perigosas, uma vez que, além dos acidentes normais que podem ocorrer nas indústrias, há também acidentes ampliados, causados por materiais tóxicos, explosivos e inflamáveis, tendo como resultado, múltiplas consequências aos trabalhadores, às comunidades vizinhas, às indústrias e ao meio ambiente (SOUZA; FREITAS, 2002).

Na atualidade, muitas leis foram implementadas para que a saúde física e mental dos trabalhadores seja resguardada, entretanto, em diversas empresas do setor petrolífero, ainda ocorrem acidentes advindos de erro humano, sendo esse considerado a principal causa de acidentes nessa área, quando considerados

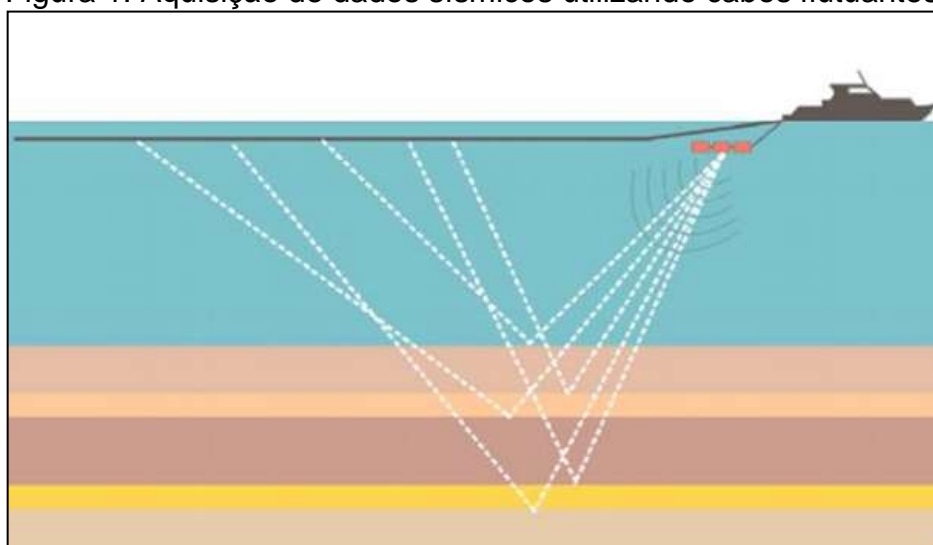
acidentes causados por procedimentos inadequados por parte do trabalhador. Vale salientar que a maioria dos programas implementados nas indústrias não assume esses dados.

2.2 Prospecção do Petróleo

A indústria do petróleo é de fundamental importância para o abastecimento de energia do mundo todo, e neste processo a primeira etapa se trata da prospecção, um estudo detalhado do solo e do subsolo feito por geólogos para determinar a probabilidade de existência ou não de petróleo. Dentro desse processo se destaca a obtenção de dados sísmicos, através de um método geofísico para o mapeamento da sub superfície terrestre, que consiste na geração artificial de energia em direção à crosta terrestre e na captação da reflexão desta energia nas diferentes camadas geológicas (VILARDO, 2006).

Os métodos sísmicos fornecem dados para a melhor identificação das estruturas com maior probabilidade de possuírem acúmulos de hidrocarbonetos fósseis. Essa atividade é dividida em três fases: aquisição de dados (única realizada em campo), processamento e a interpretação. A Figura 1 mostra uma representação simplificada de dados sísmicos.

Figura 1: Aquisição de dados sísmicos utilizando cabos flutuantes.



Fonte: Vilardo (2006, p. 25)

Os elementos básicos da aquisição sísmica são a fonte de energia e o sistema de registro. No caso da atividade marítima, a fonte de energia mais empregada atualmente é o arranjo de canhões de ar, equipamentos que geram a emissão de energia sonora, lançando ondas sísmicas de ar, que se propagam nas rochas no fundo do mar e geram diversos reflexos, que são registrados por equipamentos semelhantes a um microfone, chamados de hidrofones, e ficam distribuídos ao longo dos cabos (VILARDO, 2006).

Já nas atividades terrestres, a fonte de energia empregada é através de dinamite e vibrador, equipamentos que geram uma corrente elétrica induzida que é proporcional à amplitude da onda, e seus receptores são chamados de geofones.

Conseqüentemente, as operações geofísicas têm sido objeto de grande polêmica em todo o mundo, devido os impactos que causam no ambiente, e não são poucos os casos de levantamentos interrompidos por ordem judicial.

2.2.1 Riscos na Atividade Sísmica

Baseados nos dados de Sousa e Jerônimo (2014) destaca-se e classifica-se os riscos das atividades sísmicas conforme abaixo, assim como também é possível conhecer as causas e adotar as recomendações para eliminar esses riscos que são:

Risco Físico: Ruído e vibrações, radiação não ionizante, pressões anormais.

Causas: barulho e pressão intensa, ocasionados pelos canhões de ar e dinamites.

Consequências: Surdez temporária ou permanente, aumento da pressão sanguínea, contrações musculares, artrites, úlceras, fadiga excessiva, impotência sexual, estresse, distúrbios psicológicos, ou até levar à morte por infarto.

Recomendações: Manutenção e conservação adequada dos equipamentos de proteção individual, utilização de protetor auditivo adequado para o grau de intensidade do ruído, já no caso dos mergulhadores, não devem estar mergulhando próximo do local onde a sísmica está sendo executada.

Risco acidental: colisão com outra embarcação, incêndio a bordo seguido de explosão e o encalhe em operações em águas rasas.

Causas: embarcações inadequadas, mau gerenciamento dos riscos de incêndio da embarcação.

Consequências: incêndio a bordo seguido de explosão, combustível lançado no ambiente em caso de rompimento do casco e vazamento do tanque.

Recomendações: utilizar embarcações modernas, equipadas com tecnologia avançadas de navegação e posicionamento, gerenciamento adequado dos riscos de incêndio a bordo da embarcação.

2.2.2 Impacto Sísmico no Meio Ambiente

A exploração de petróleo e gás natural pode ocasionar prejuízos graves ao meio ambiente, tanto durante a operação normal de suas instalações quanto mediante a ocorrência de falhas e acidentes, ocasionando impactos ambientais sobre os meios físico, biótico e socioeconômico (VILARDO, 2006).

O arranjo de canhões de ar é o principal vetor de impacto à fauna, pois seu ruído afeta a audição de vários animais marinhos, o mesmo acontece com os animais terrestres quando o processo acontece com dinamites. Já o derramamento de óleo provindo de acidentes pode causar a extinção de muitas espécies, dependendo do volume despejado no meio ambiente (MEGLHIORATTI, 2012).

Podemos observar na Tabela 1 os principais impactos ambientais no processo sísmico.

Tabela 1: Principais impactos ambientais no processo sísmico. Fonte: Modificado de Caldwell e Dragoset (2000)

IMPACTOS AMBIENTAIS POTENCIAIS OU EFETIVOS	PROJETOS AMBIENTAIS IMPLEMENTADOS
Danos fisiológicos e físicos nos animais marinhos / mudanças no comportamento e/ou alterações nas rotas de migração e desova.	Monitoramento da Biota Marinha: Observação dos animais marinhos por profissionais especializados. A pesquisa sísmica é interrompida sempre que ocorrerem golfinhos, baleias ou tartarugas a distâncias menores que 500 metros da fonte sísmica.
Interferência dos cabos sísmicos / interferência com navegação e pesca.	Comunicação Social: Informa ao público interessado sobre a pesquisa sísmica, seus impactos efetivos ou potenciais, e as medidas adotadas para diminuí-los ou eliminá-los.
Acidentes, derramamentos de combustível e poluentes, contaminação por efluentes e resíduos.	Controle da Poluição: Monitora o esgoto e lixo produzidos, para que sejam tratados, armazenados e destinados de maneira correta.

Fonte: elaborada pelos autores.

2.3 Instalação de Plataformas

2.3.1 Plataforma de Perfuração

As plataformas ou unidades de perfuração submarina são de três tipos: auto elevatórias, semissubmersíveis e navios sonda. Estes três tipos de unidades de perfuração têm, em comum, além das utilidades (alojamentos, refeitório, geradores, laboratório, heliporto e outros) a sonda de perfuração que fica no centro da plataforma.

A sonda, equipamento utilizado para perfurar poços, é composta por uma torre, que sustenta os tubos de perfuração que conduzem a broca passam por uma mesa giratória, na base da torre e, por rotação, vão atravessando as camadas do subsolo.

Por dentro dos tubos corre um produto, denominado lama de perfuração, que tem como funções, servir como lubrificante da broca, agir como reboco das paredes do poço, manter a pressão da perfuração evitando erupções e também funciona como veículo para trazer à superfície os fragmentos da perfuração que são examinados em laboratório na própria sonda, fornecendo informações importantes sobre as camadas atravessadas. A perfuração é um trabalho duro e ininterrupto.

2.3.2 Plataforma de Produção

As plataformas de produção são as que efetivamente extraem o petróleo localizado no fundo do mar, levando-o à superfície.

Dependendo da profundidade em que se encontra o poço, podem ser construídos dois tipos de plataforma de produção: as fixas e as flutuantes (chamadas de semissubmersíveis). As fixas são instaladas em águas rasas (até 180 metros) e ficam ligadas ao subsolo oceânico por uma espécie de grande pilar. Já as flutuantes possuem cascos como os de um navio e servem para explorar poços que se localizam em lugares muito profundos.

O processo de produção é idêntico em terra e em alto mar. Após descoberto petróleo e perfurado um poço, começa a fase de avaliação da descoberta, com objetivo de definir se é ou não um reservatório com volumes comercialmente recuperáveis. Este processo envolve testes de produção do poço descobridor, perfuração de novos poços de delimitação da jazida e análises de informações geológicas e geofísicas da área.

Declarada a capacidade comercial do reservatório, é realizado o projeto de desenvolvimento da produção que envolve a definição de quantas plataformas serão necessárias e quantos poços precisam ser perfurados para drenar da melhor forma possível o petróleo e o gás descobertos.

Para produzir, cada poço precisa ser preparado. São introduzidos tubos de aço, revestidos com cimento, cuja finalidade é evitar o desmoronamento das paredes e a entrada de materiais indesejáveis. Através desta coluna, é descido um instrumento que se assemelha a um pequeno canhão, que é detonado para abrir furos no tubo por onde serão escoados o petróleo e o gás, empurrados pela pressão da jazida, até a

superfície, onde estão instaladas as válvulas de produção, conhecidas como árvores de natal (DOURADO, 2011).

2.3.3 Riscos na Instalação da Plataforma

Ao iniciar a instalação de um poço alguns riscos são assumidos tanto no transporte como na montagem e estes riscos são inerentes ao processo, porém através de planejamento e mensuração destes riscos as empresas petroleiras veem buscando cada vez mais reduzir e evitar esses danos que podem ser irreversíveis muitas vezes quando causados. De acordo com Sousa e Jerônimo (2014) os riscos nas instalações de plataformas podem ser classificados em duas categorias, riscos no transporte de carga e risco na montagem da plataforma e demais equipamentos.

2.3.3.1 Riscos no Transporte de Carga

Risco físico: Ruído intenso.

Causas: Ruído natural de veículos de grande porte, má conservação dos mesmos, como falta de lubrificação, manutenção e afins.

Consequências: Dor de cabeça, irritabilidade, vertigens, cansaço excessivo, insônia, zumbido na orelha.

Recomendações: Manutenção adequada dos veículos, treinamento para utilização de equipamentos de segurança como o protetor auricular, fiscalização do uso dos mesmos.

Risco acidental: atropelamento.

Causas: Imprudência dos motoristas, excesso de velocidade, falhas mecânicas, desatenção dos pedestres.

Consequências: Danos materiais, perdas de equipamentos, lesões físicas aos trabalhadores, parada do processo.

Recomendações: Sinalizar bem as vias, orientar tanto os motoristas quanto os demais trabalhadores quanto à atenção durante todo o processo, inspeções regulares nos veículos.

2.3.3.2 Riscos na Montagem da Plataforma e Demais Equipamentos

Risco físico: Ruído.

Causas: Ruído causado pelas máquinas usadas no processo, pela má conservação, falta de lubrificação, manutenção.

Consequências: Dor de cabeça, irritabilidade, vertigens, cansaço excessivo, insônia, dor no coração e zumbido na orelha.

Recomendações: Manutenção e conservação adequada dos equipamentos do processo, utilizar protetor auricular.

Risco físico: Calor.

Causas: Ambientes mal planejados, mal arejados, calor gerado pelas máquinas utilizadas no processo, calor do próprio ambiente, etc.

Consequências: Dor de cabeça, tonturas, mal-estar, fraqueza, insolação, desidratação.

Recomendações: Melhor planejamento térmico do ambiente, uso de equipamentos que amenizem os efeitos do calor, rodízio de funcionários.

Risco acidental: Queda de peças ou partes da estrutura.

Causas: Displicência durante a montagem, falta de atenção, má qualificação do profissional, não seguimento das normas de segurança.

Consequências: Lesões físicas de variados graus, danos materiais, parada do processo, vítimas fatais em casos mais extremos.

Recomendações: Treinamento profissional de qualidade, aplicação e fiscalização das normas de segurança, uso de equipamentos de segurança.

Risco ergonômico: análise ergonômica do trabalho.

Causas: Ambiente inadequado, levantamento excessivo de peso, locomoção por locais de difícil acesso, movimentos repetitivos.

Consequências: Lesões de coluna e joelhos, tendinite lesão por esforço repetitivo, lesões articulares diversas.

Recomendações: Melhor planejamento do ambiente de trabalho, fiscalização do uso adequado dos equipamentos de proteção, rodízio de funcionários.

2.4 Perfuração de Poço de Petróleo

A perfuração do poço só ocorre posterior a fases de prospecção e análises, mapeamento preciso dos pontos de exploração e de campo a fim de se verificar a viabilidade da perfuração, em função de prever e evitar possíveis acidentes naturais (rios, montanhas, matas de preservação ambiental) ou não naturais (construções como pontes, edifícios, entre outros).

Só então, inicia-se a elaboração do projeto do poço, projeto este que poderá ser definido para um poço vertical, quando o objetivo está exatamente na linha vertical do ponto escolhido na superfície, ou direcional, quando o ponto na superfície deve ser deslocado do ponto ideal em função de algum acidente natural ou não natural. Somente através da penetração efetiva da formação pela broca de perfuração é que a presença de reservas recuperáveis de hidrocarbonetos pode ser confirmada (BOHMER, s.d.).

Existem basicamente dois tipos de métodos de perfuração de poços, são eles:

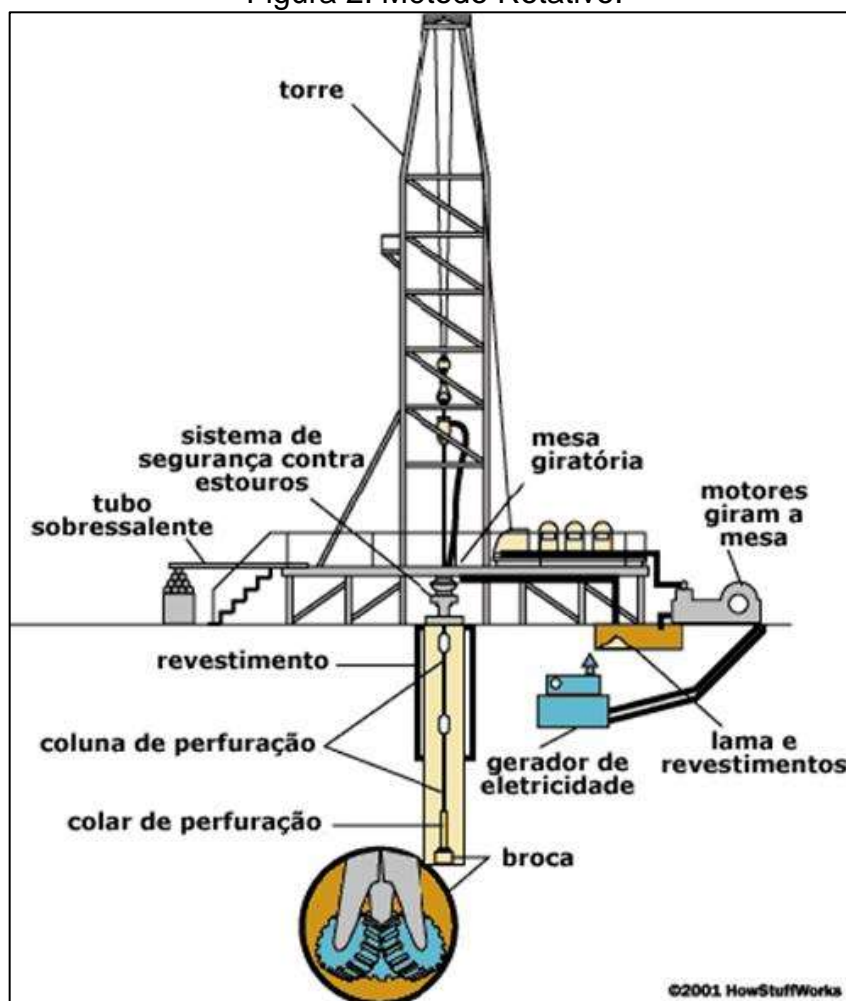
Método percussivo: A perfuração é feita golpeando a rochas por uma broca pontiaguda de aço com movimentos alternados ocasionando fraturamento ou esmagamento. Periodicamente é preciso remover os detritos cortados pela broca, o que é conseguido através da descida no poço de um tubo equipado com uma alça na sua extremidade superior e uma válvula na inferior (caçamba). A válvula de fundo é alternadamente aberta e fechada por uma haste saliente que bate contra o fundo do poço quando a caçamba está sendo movimentada. Isto provoca a entrada na caçamba dos detritos, que são retirados do poço.

Método rotativo: A perfuração é realizada através do movimento de rotação de uma broca comprimindo a rocha sobre as formações, que se fragmentam. Esses fragmentos são carregados pelo fluido de perfuração que é injetado pelo interior de tubos de aço até o fundo do poço, retornando à superfície pelo espaço anular entre o poço e as paredes externas da tubulação. À medida que se aprofunda o poço, novos tubos de aço vão sendo conectados à coluna que se encontra no poço, este é o

método utilizado nos tempos modernos para a perfuração de poços de petróleo (ECONOMIDES; WATTERS; DUNN-NORMAN, 1998).

Podemos observar na Figura 2 uma plataforma de petróleo utilizando o método rotativo.

Figura 2: Método Rotativo.



Fonte: Freudenrich (2001, p. 26).

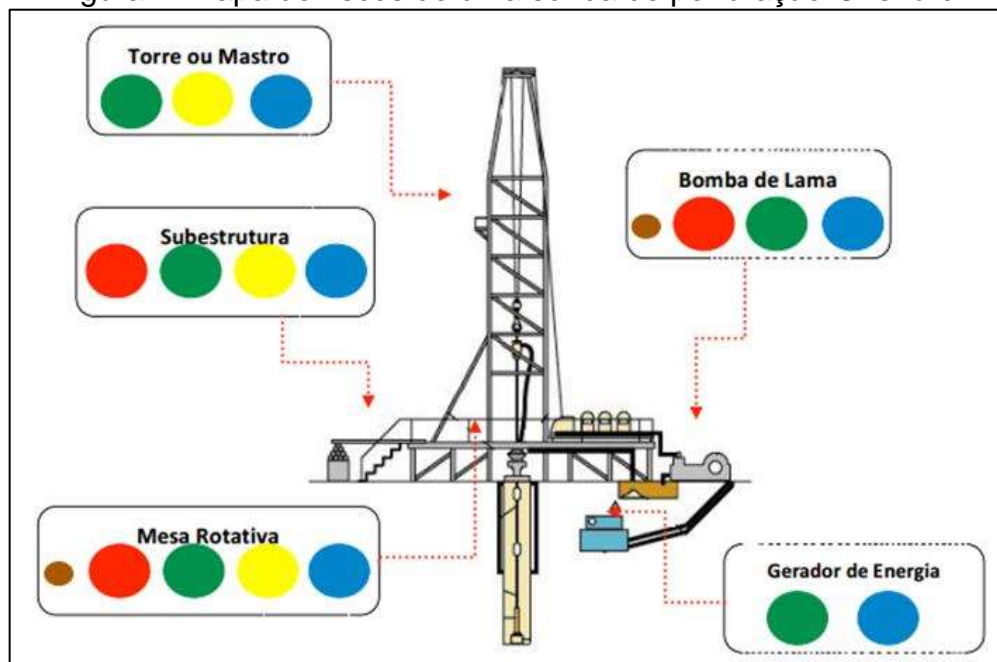
Na Figura 3 abaixo podemos observar a simbologia das cores de um mapa de risco e, logo em seguida, na Figura 4 constam as cores dos riscos, relacionadas com a operação da Figura 2, respectivamente.

Figura 3: Simbologia das cores de um mapa de risco.

Simbologia das Cores			Risco Químico Leve		Risco Mecânico Leve
No mapa de risco, os riscos são representados e indicados por círculos coloridos de três tamanhos diferentes, a saber:			Risco Químico Médio		Risco Mecânico Médio
			Risco Químico Elevado		Risco Mecânico Elevado
			Risco Biológico Leve		Risco Ergonômico Leve
	Risco Biológico Médio		Risco Ergonômico Médio		Risco Físico Médio
	Risco Biológico Elevado		Risco Ergonômico Elevado		Risco Físico Elevado

Fonte: Aquino; Costa (2011, p.78)

Figura 4: Mapa de riscos de uma sonda de perfuração *Onshore*.



Fonte: Aquino; Costa (2011, p.68)

2.4.1 Riscos na Perfuração de Poço de Petróleo

Risco físico: Ruído.

Causas: Ruído causado pelas máquinas usadas no processo, pela má conservação, falta de lubrificação, manutenção das mesmas.

Consequências: Dor de cabeça, irritabilidade, vertigens, cansaço excessivo, insônia, dor no coração e zumbido na orelha.

Recomendações: Manutenção e conservação adequada dos equipamentos do processo, utilizar protetor auricular.

Risco físico: Calor.

Causas: Ambientes mal planejados, mal arejados, calor gerado pelas máquinas utilizadas no processo, calor do próprio ambiente.

Consequências: Dor de cabeça, tonturas, mal-estar, fraqueza, insolação, desidratação.

Recomendações: Melhor planejamento térmico do ambiente, uso de equipamentos que amenizem os efeitos do calor, rodízio de funcionários.

Risco acidental: Acidentes mecânicos.

Causas: Falha no equipamento, desatenção dos operadores, falta de capacitação dos operadores, não uso dos equipamentos de segurança, má condição de trabalho, excesso de horas trabalhadas.

Consequências: Lesões físicas de diversos níveis, parada do processo, prejuízos materiais, invalidez do trabalhador, óbito em casos extremos.

Recomendações: Inspeções regulares e manutenção adequada dos equipamentos mecânicos, capacitação adequada dos operadores, uso dos equipamentos de segurança adequados, melhor planejamento da disposição espacial das máquinas no ambiente.

Risco acidental: Explosão e/ou incêndio.

Causas: Má conservação dos equipamentos elétricos, fios desencapados, *blowout*, falha em bombas, compressores, falha na operação, desatenção.

Consequências: Lesões físicas de diversos níveis, parada do processo, perda do poço, prejuízos materiais, mortes em alguns casos.

Recomendações: Inspeções regulares e manutenção adequada dos equipamentos mecânicos e elétricos, detectores de funcionalidade dos equipamentos, capacitação adequada dos operadores, uso dos equipamentos de segurança adequados, uso de detectores de incêndio.

Risco acidental: Choques elétricos

Causas: Má conservação dos equipamentos elétricos, fios desencapados, desatenção dos operadores.

Consequências: Lesões físicas de diversos níveis, parada do processo, invalidez do trabalhador, mortes em alguns casos.

Recomendações: Inspeções regulares e manutenção adequada dos equipamentos elétricos e da fiação geral, capacitação adequada dos operadores, uso dos equipamentos de segurança adequados, verificação de disjuntores e fusíveis.

Risco ergonômico: Posicionamento ergonômico incorreto.

Causas: Ambiente inadequado, postura inadequada, trabalhadores pouco capacitados para o trabalho, levantamento excessivo de peso, locomoção por locais de difícil acesso, movimentos repetitivos, etc.

Consequências: Lesões de coluna, joelhos, tendinite (lesão por esforço repetitivo), lesões articulares diversas.

Recomendações: Análise ergonômica do trabalho, melhor planejamento do ambiente de trabalho, fiscalização do uso adequado dos equipamentos de proteção, rodízio de funcionários, capacitação adequada dos operadores.

Risco químico: Contaminação por produtos químicos.

Causas: Contato direto com o fluido de perfuração, exposição a gases tóxicos oriundos das formações perfuradas, etc.

Consequências: Irritação na pele, problemas respiratórios, tonturas, enjoo, intoxicação grave, morte em casos agudos.

Recomendações: Uso de detectores de toxicidade no ambiente, uso de equipamentos de segurança específicos, utilização de equipamentos e sensores que detectem níveis de toxicidade, treinamento específico para trabalhadores de áreas de riscos potencial.

2.5. Revestimento do Poço de Petróleo

Segundo Bohmer (s.d., s.p.):

A coluna de revestimento é o comprimento total de tubos de revestimento que é descido no poço em uma única operação para revestir a fase perfurada, a coluna de revestimento pode ser de uma única seção ou de várias seções.

Portanto o poço é perfurado por fases, sendo cada uma concluída através da descida e cimentação da coluna de revestimento composta por acessórios com funções distintas cada um:

- Sapata: Função de guiar a coluna de revestimento.
- Colar de cimentação: Função de evitar a contaminação da pasta do anular.
- Tampões: Evitar a contaminação da pasta de cimento pelo fluido de perfuração.
- Centralizadores: Centralizar o revestimento mantendo um espaço anular uniforme.

A junção desses acessórios formando o revestimento total do interior do poço que tem como função o isolamento do poço, sendo assim, prevenir o desmoronamento das paredes, evitar contaminação dos lençóis freáticos, permitir retorno da lama até a superfície, suportar pressões internas e externas, impedir migração de fluidos da formação (*kicks*), evitar perda de circulação, evitar prisão da coluna por diferencial de pressão, sustentar os equipamentos de segurança na cabeça do poço e o peso de outras colunas de revestimento, alojar equipamentos de elevação artificial.

As características essenciais do revestimento são: Ser estanque, resistir às solicitações que lhes serão impostas, ser resistente à corrosão e à abrasão, apresentar facilidade de conexão, ter dimensões compatíveis com as atividades futuras (BOHMER, s.d.).

2.5.1 Riscos na Operação de Revestimento

Assim como em todas as outras fases de criação de um poço de petróleo nesta é inevitável a exposição a alguns deles. Esses riscos segundo Sousa e Jerônimo (2014) são classificados físico, acidental, químico e por último ergonômico como descritos subsequentes abaixo seguidos de suas possíveis causas e recomendações diante do fato.

Risco Físico: pressões anormais.

Causas: Furos no revestimento durante o processo, utilização inadequada da lama.

Consequências: Dor de cabeça, falta de apetite, lentificação dos reflexos, digestão lenta, aumento do volume urinário, insônia.

Recomendações: Fiscalização rigorosa em todos os processos de revestimento.

Risco acidental: queda em altura.

Causas: Não uso do cinto de segurança, falta de manutenção do equipamento, falta de treinamento.

Consequências: Fraturas, escoriações e até óbito.

Recomendações: Utilizar bancadas adequadas, cinto de segurança tipo paraquedista com talabarte.

Risco acidental: queda de objetos de andares superiores.

Causas: Desprendimento de matérias, queda de ferramentas.

Consequências: Danos físicos.

Recomendações: Fiscalização no posicionamento dos objetos, treinamento adequado aos trabalhadores.

Risco ergonômico: Dores nas costas e membros.

Causas: Postura inadequada e movimentos repetitivos.

Consequências: Lesão na coluna cervical, baixa produtividade, lesão por esforço repetitivo.

Recomendações: Ginástica laboral, treinamento sobre postura adequada, etc.

Risco químico: queimaduras e irritações.

Causa: Utilização de produtos químicos, irritações na pele devido ao trabalho com cimento.

Consequências: Queimaduras na pele e dermatoses.

Recomendações: Utilização de luvas impermeáveis, protetor facial.

2.6 Completação do Poço de Petróleo

Ao terminar a perfuração de um poço de petróleo, é necessário deixá-lo em condições operante, de forma segura e econômica, durante toda a sua vida produtiva. O conjunto de operações destinadas a colocar o poço para produzir óleo ou gás (ou ainda injetar fluidos nos reservatórios) denomina-se completção, processo este que busca a otimização da vazão de produção (ou de injeção), além de minimizar a necessidade de intervenções futuras para a manutenção do poço (as chamadas operações de workover) (BOHMER, s.d.).

Para a chamada a completção dos poços são necessários considerar alguns fatores como: investimento necessário; localização (mar ou terra), tipo de poço (pioneiro, extensão, desenvolvimento), finalidade (produção, injeção), fluidos produzidos (gás/condensado, óleo/gás e água), tipos de contaminantes presentes, volumes e vazões de produção esperados, número de zonas produtoras atravessadas pelo poço, possível mecanismo de produção do reservatório, necessidade de estimulação (aumento da produtividade), controle ou execução da produção de areia, possibilidade de restauração futura do poço, tipo de elevação dos fluidos (natural ou artificial).

Porém, junto a esses fatores considerados na completção do poço um deles não citado acima, recebe um olhar de destaque. Nomeado como Segurança operacional, trata-se de barreira de segurança, que consiste em um sistema independente, dotado de certa confiabilidade, formado por um conjunto solidário de elementos, capaz de manter sob controle o fluxo de um poço de petróleo. A obrigatoriedade de duas barreiras para o controle do poço faz com que, a qualquer

falha observada em um componente de uma barreira, se intervenha no poço para o seu reparo ou substituição (BOHMER, s.d.).

2.6.1 Tipos de Completação

Existem vários tipos de completção específica para cada tipo de utilização que será realizada de acordo com a sua necessidade abrangida de acordo com tipo de solo, localização, abrangência de produção e zonas a serem explorada.

2.6.1.1 Quanto ao Posicionamento da Cabeça do Poço

Árvore de Natal Convencional (ANC): Em terra a cabeça do poço fica na superfície, no mar em águas mais rasas, também é possível trazer a cabeça do poço para a superfície, e em águas profundas em alguns casos é possível ter a completção seca.

Árvore de Natal Molhada (ANM): Localizado em águas mais profundas, onde é inviável trazer até a superfície, a cabeça do poço fica no fundo do mar, onde temos a completção molhada.

2.6.1.2 Quanto ao Revestimento de Produção

Em poço aberto: Revestimento é descido e cimentado próximo ao topo da zona produtora, perfura-se até a profundidade final. O poço completado é colocado em produção com as zonas produtoras totalmente abertas (em formações bem consolidadas).

Com liner rasgado ou canhoneado: O liner pode ser descido previamente rasgado, posicionando os tubos rasgados em frente às zonas produtoras, ou então cimentado e posteriormente canhoneado nas zonas de interesse.

Com revestimento canhoneado: É o tipo de completção mais utilizado, o revestimento de produção é descido até a profundidade final do poço, sendo posteriormente cimentado e canhoneado defronte dos intervalos de interesse (ARAÚJO, s.d.).

2.6.1.3 Quanto ao Número de Zonas Exploradas

Simple: Possibilita produzir de modo controlado e independente apenas uma zona de interesse.

Múltipla (Seletiva e Dupla): Possibilita produzir ao mesmo tempo duas ou mais zonas diferentes, através de uma ou mais colunas de produção descidas no poço (ARAUJO, s.d.).

2.6.2 Tipos de Cimentação

2.6.2.1 Cimentação Primária

Cimentação primária é a principal cimentação de cada coluna de revestimento, que acontece logo após sua descida ao poço, e tem como objetivo básico colocar uma pasta de cimento não contaminada em determinada posição no espaço anular entre o poço e a coluna de revestimento, de modo a se obter fixação e vedação eficiente e permanente do anular (BOHMER, s.d.).

2.6.2.2 Cimentação Secundária

Denominadas as demais operações de cimento realizadas no poço, assim que executada a cimentação primária. Divididas em:

Tampões de Cimento: Consistem no bombeamento para o poço de determinado volume de pasta, com o objetivo de tamponar um trecho do poço. Estes são usados nos casos de perda de circulação, abandono definitivo ou temporário do poço, como base para desvios, compressão de cimento, etc.

Recimentação: Etapa caracterizada pela correção da cimentação primária, quando o cimento não alcança a altura desejada no anular ou ocorre canalização severa. O revestimento é canhoneado em dois pontos. A recimentação só é feita quando se consegue circulação pelo anular, através destes canhoneados. Para possibilitar a circulação com retorno, a pasta é bombeada através de coluna para permitir a pressurização necessária para a movimentação da pasta pelo anular.

Compressão de Cimento: Consiste na injeção forçada de pequeno volume de cimento sob pressão, visando corrigir localmente a cimentação primária, sanar vazamentos no revestimento ou impedir a produção de zonas que passaram a produzir quantidade excessiva de água ou gás. Exceto em vazamentos, o revestimento é canhoneado antes da compressão propriamente dita por Altoé (s.d.).

2.6.3 Completação Inteligente

Os poços que utilizam a completção convencional simplesmente não conseguem fazer frente no atual cenário de desenvolvimento com elevada complexidade para produção, exigência de diminuição de custos e de preocupação ambiental (NETO, 2013).

Com a atual tecnologia de poços inteligentes, pode-se trabalhar com dados em tempo real das propriedades do reservatório e das condições de produção, permitindo um melhor planejamento e gerenciamento da reserva. Pode-se acelerar ou ajustar o nível de produção para acomodar variações na pressão, por exemplo.

Segundo Neto (2013) para aproveitar todos os benefícios da tecnologia, isto é, melhorar a taxa de recuperação, acelerar a produção, reduzir o número de poços construídos, reduzir a frequência e o custo das intervenções e reduzir os equipamentos de superfície, sistemas com funcionalidade maior que as atuais estão sendo estudados.

Esses componentes dos poços inteligentes são apenas o início do que, no final das contas será incorporado na verdadeira completção inteligente. O futuro verá a inclusão de medidas de mudanças dinâmicas das propriedades do reservatório, perto do reservatório e dezenas de metros distantes, detecção de espécies químicas, medições e controle em tempo real dos poços e do campo unindo os poços inteligentes a sistemas especialistas e simuladores dos reservatórios.

No processo de completção inteligente alguns equipamentos de instrumentação são utilizados, como sensores, válvulas, dispositivos, controle simultâneo (remoto ou local), monitoração permanente, entre outros.

Dentro deste processo destacam-se alguns pontos como vantagens e desvantagens:

- Vantagens: Reservatório melhor gerenciado, redução no número de poços para o desenvolvimento do reservatório, antecipação da produção, redução das intervenções no reservatório, otimização da produção e da injeção, aumento na taxa de recuperação final, monitoração constante do bom funcionamento dos equipamentos, redução na taxa de acidentes e previsão de incidentes.
- Desvantagens: aumento do custo do poço, aumento na complexidade da completação do poço, aumento de intervenções por possíveis falhas nos equipamentos.

2.6.4 Riscos na Cimentação

Risco físico: Ruído.

Causas: Ruído causado pelos equipamentos usados no processo, pela má conservação, falta de manutenção.

Consequências: Dor de cabeça, irritabilidade, vertigens, cansaço excessivo, insônia, dor no coração e zumbido na orelha.

Recomendações: Manutenção e conservação adequada dos equipamentos do processo, utilizar protetor auricular.

Risco físico: Vibrações.

Causas: Uso de máquinas e equipamentos que produzem vibrações.

Consequências: alterações neuro-vasculares nas mãos, problemas nas articulações das mãos e braços, osteoporose.

Recomendações: Revezamento dos trabalhadores expostos aos riscos, limitação do tempo de exposição.

Risco físico: Calor.

Causas: Ambientes mal planejados, mal arejados, calor gerado pelas máquinas utilizadas no processo, calor do próprio ambiente, etc.

Consequências: Dor de cabeça, tonturas, mal-estar, fraqueza, insolação, desidratação.

Recomendações: Melhor planejamento térmico do ambiente, uso de equipamentos que amenizem os efeitos do calor, rodízio de funcionários.

Risco ergonômico: Posicionamento ergonômico incorreto.

Causas: Ambiente inadequado, levantamento excessivo de peso, locomoção por locais de difícil acesso, movimentos repetitivos.

Consequências: Lesões de coluna e joelhos, tendinite lesão por esforço repetitivo, lesões articulares diversas.

Recomendações: Melhor planejamento do ambiente de trabalho, fiscalização do uso adequado dos equipamentos de proteção, rodízio de funcionários.

Risco acidental: Acidentes mecânicos.

Causas: Falha no equipamento, desatenção dos operadores, falta de capacitação dos operadores, não uso dos equipamentos de segurança, má condição de trabalho, excesso de horas trabalhadas.

Consequências: Lesões físicas de diversos níveis, parada do processo, prejuízos materiais, invalidez do trabalhador, óbito em casos extremos.

Recomendações: Inspeções regulares e manutenção adequada dos equipamentos mecânicos, capacitação adequada dos operadores, uso dos equipamentos de segurança adequados, melhor planejamento da disposição espacial das máquinas no ambiente.

Risco químico: Contaminação por produtos químicos.

Causas: Contato direto com os fluidos de completação, aditivos, ou outros tipos de substâncias químicas.

Consequências: Irritação na pele, problemas respiratórios, tonturas, enjoo, intoxicação grave, morte em casos agudos.

Recomendações: Uso de detectores de toxicidade no ambiente, uso de equipamentos de segurança específicos, utilização de equipamentos e sensores que detectem níveis de toxicidade, treinamento específico para trabalhadores de áreas de riscos potenciais

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura existente que aborda a análise de risco aplicada à segurança do trabalho no contexto da indústria de petróleo e gás é pauta de grande discussão no Brasil. Grandes empresas possuem um sistema de gerenciamento de risco adequado desenvolvido e cada vez aprimorado mais com base em normas internacionais. Pôde-se observar que as ferramentas de análise de risco aplicadas ao setor de produção podem ser adaptadas e implementadas para utilização da segurança do trabalho no setor petrolífero. A partir do levantamento bibliográfico realizado, pôde-se observar que riscos físicos, riscos de acidentes, riscos químicos e ergonômicos, fazem parte do processo de produção de uma indústria de petróleo e gás, esperando apenas que ocorra um erro operacional para gerar uma catástrofe. Com isso, a análise de risco aplicada a segurança do trabalho, mostra as consequências dos possíveis acidentes, gerando resultados e recomendações para que tais riscos sejam reduzidos, ocasionando a diminuição de catástrofes no setor.

A realização deste estudo permitiu identificar que os riscos nas atividades relacionadas à indústria petrolífera exigem processos de segurança no trabalho, onde os riscos existentes devem ser superados com o uso e conhecimento das normas de segurança juntamente com a de gestão de riscos.

A produção de petróleo atua com componentes que exigem o uso adequado de equipamentos de segurança, devido ao fato de se tratar de uma indústria onde riscos gravíssimos acontecem com certa frequência, onde as consequências atingem, além da vida humana, toda a fauna e a flora que os rodeia. Consequências desse tipo trazem muito prejuízo para as empresas que operam nessas áreas, onde acidentes acabam se transformando em tragédia.

Ressalta ainda a extrema importância da saúde e segurança dos empregados que se constituem numa das principais bases para a preservação da força de trabalho adequada e para a sua manutenção na empresa. Onde a qualidade de vida no trabalho se destaca perante os resultados que seus colaboradores trazem para a empresa que os valoriza, sendo que os mesmos tendem a aumentar a sua rentabilidade no meio em que trabalham, devido ao fato de se sentirem mais seguros.

Neste sentido, se faz necessária a implantação de medidas especiais de controle de riscos, a partir destes que são eminentes nos processos de prospecção, exploração e produção, entre outros processos que fazem parte da cadeia produtiva, onde é necessário sempre estar em boas condições de uso os equipamentos de proteção individual, que devem ser adequados para as diversas atividades do setor petrolífero. Falhas humanas também acontecem, por isso as empresas devem fornecer o máximo de preparação para o funcionário, assim como a assistência em treinamento e capacitação dos trabalhadores na prevenção de acidentes, orientando os sobre todos os riscos possíveis, principalmente nos casos de emergência, onde o máximo possível de informações sobre salvamento e resgate, pois exigem conhecimentos técnicos sobre a prevenção de acidentes e o bom senso de responsabilidade do profissional e da organização.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. F. Programas e ações em qualidade de vida no trabalho. In: **INTERFACEHS – Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**. v. 6, n. 1, p. 60-78, 2011. Disponível em: <http://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/34135/ssoar-interfacehs-2011-1-alves-Programas_e_acoes_em_qualidade.pdf?sequence=1>. Acesso em: 18 out. 2018.

ALTOÉ, E. B. **Apostila de Engenharia de Poços III**. Notas de aula. Universidade Santa Cecília, curso de Engenharia de Petróleo, Santos, s.d.

AMARAL, S. **Análise de riscos, profissionais e funções de equipamentos em plataformas de petróleo offshore**, 2011. Disponível em: <<http://petroleo21.blogspot.com.br/2011/08/conhecendo-as-funcoes-da-plataforma-de.html>>. Acesso em: 18 out. 2018.

AQUINO, F. N. P. M.; COSTA, L. F. L. G. **Riscos ambientais em uma sonda de perfuração de petróleo onshore na unidade de negócios-RN/CE- Mossoró/RN**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Currais Novos, Rio Grande do Norte, 2011.

BARBIERI, M.; BOHMER, C. H. **Engenharia de Poços II**. Notas de aula. Universidade Santa Cecília, curso de Engenharia de Petróleo, Santos, s.d.

BESSA, M. Como funciona uma plataforma de petróleo no mar? **Revista Superinteressante**. v. 20, 2012. Disponível em: <<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/como-funciona-uma-plataforma-de-petroleo-no-mar>>. Acesso em: 18 out. 2018.

BOHMER, C. H. **Engenharia de Poços I**. Notas de aula. Universidade Santa Cecília, curso de Engenharia de Petróleo, Santos, s.d.

CHAGAS, A. M. R.; SALIM, C. A.; SERVO, L. M. S. (Org.). **A Saúde e segurança no trabalho no Brasil: aspectos institucionais, sistemas de informação e indicadores**. 2. ed. Brasília: Ipea, 2011. p. 290-328.

Coelho, Eloisa B. A. P. **Curso de formação de operadores de refinaria: aspectos ambientais de uma refinaria e respectivas formas de controle**. Curitiba : PETROBRAS : UnicenP, 46 p. : il. Color. ; 30 cm, 2002.

CUNHA, C. E. S. C. P. **Gestão de resíduos perigosos em refinarias de petróleo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2009.

DESCANIO, D.; LUNARDELLI, M. C. Saúde e Qualidade de Vida na Empresa Familiar. **Revista Psicologia: Organização e Trabalho**, v. 7, n. 1, p. 159-178, jan./jun., 2007.

DOURADO, R. **Princípios de Engenharia de Petróleo**. Notas de aula. Universidade Santa Cecília, curso de Engenharia de Petróleo, Santos, 2011.

ECONOMIDES, M. J.; WATTERS, L. T.; DUNN-NORMAN, S. **Petroleum Well Construction**. John Wiley & Sons, Chichester, England, 1998.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. “Como é feito o transporte do petróleo?”; **Brasil Escola**. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/como-feito-transporte-petroleo.htm>>. Acesso em: 24 mai. 2016.

FREITAS, N. B. B.; ARCURI, A.S.A. Situações e Fatores de Risco no Ramo Químico. **Cad. De Saúde do Trabalhador**. ed. v. 1. 43p, São Paulo – SP: INST – Instituto Nacional de Saúde no Trabalho, 2000.

FREUDENRICH, C. **Preparando a perfuração**, 2001. Disponível em: <<http://ciencia.hsw.uol.com.br/perfuracao-de-petroleo2.htm>>. Acesso em: 18 mai. 2016.

MEGLHIORATTI, T. **Geologia Sedimentar**. Notas de aula. Universidade Santa Cecília, curso de Engenharia de Petróleo, Santos, 2012.

MIRANDA JÚNIOR, E. J. P.; CUTRIM, S. S. **Análise de Risco Aplicada à Segurança do Trabalho na Indústria de Petróleo e Gás**. In: XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 2013, Salvador. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 2013.

NETO, Nestor Waldhelm. **A importância da Segurança do Trabalho**, 2013. Disponível em: <<http://segurancadotrabalhonwn.com/a-importancia-da-seguranca-do-trabalho/>>. Acesso em: 18 mai. 2016.

PEIXOTO, Neverton Hofstadler. **Curso técnico em automação industrial: segurança do trabalho**. 3. ed. – Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 128 p., il. 2010.

RIBEIRO, M. M. *et al.* Possíveis Riscos de Vazamento na indústria do Petróleo. **Revista Eletrônica Novo Enfoque**, v. 13, b. 13, p. 188 – 194, 2011.

SOUZA, C. A. V.; FREITAS, C. M. Perfil dos acidentes de trabalho em refinaria de petróleo. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n. 5, p. 576-583, 2002.

SOUSA, G. G. P.; JERÔNIMO, C. E. M. Análise Preliminar de Riscos Ambientais para Atividades Relacionadas a Perfuração de um Poço de Petróleo Terrestre. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**, v. 14, n. 3, p. 3265-3277, 2014.

VIEIRA, G. Completação – Fases de uma completação. **Campos Marginais de Petróleo**, 2012. Disponível em:

<<http://camposmarginais.blogspot.com.br/2012/05/completacao-fases-de-uma-completacao.html>>. Acesso em: 18 mai. 2016.

VILARDO, Cristiano. **Os impactos ambientais da pesquisa sísmica marítima**. Orientador: Rodrigo Medeiros. Rio de Janeiro: UFRJ/Núcleo de Ciências Ambientais, 2006. Projeto Final de Curso (Programa de Formação Profissional em Ciências Ambientais).

ZANELLI, J.C. et al. **Estresse nas organizações de trabalho**: compreensão e intervenção baseadas em evidências. Porto Alegre: Artmed, 2010.