



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica e Escola de Química
Programa de Engenharia Ambiental

Simone Zappe Fernandes

ANÁLISE DA SEGURANÇA DE PROCESSO BASEADA EM RISCOS NO CICLO DE
VIDA DAS PLATAFORMAS DE PETRÓLEO

Rio de Janeiro
2018



UFRJ

Simone Zappe Fernandes

ANÁLISE DA SEGURANÇA DE PROCESSO BASEADA EM RISCOS NO CICLO DE
VIDA DAS PLATAFORMAS DE PETRÓLEO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Cláudia do Rosário Vaz Morgado, D.Sc

Coorientador: Victor Paulo Peçanha Esteves, D.Sc.

Rio de Janeiro

2018

FERNANDES, Simone Zappe

Análise da segurança de processo baseada em riscos no ciclo de vida das plataformas de petróleo./ Simone Zappe Fernandes. - 2018.

f: 147 p il. 30 cm

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2018.

Orientador: Cláudia do Rosário Vaz Morgado

Coorientador: Victor Paulo Peçanha Esteves

1. Segurança de processos 2. Plataformas de Petróleo 3. Análise de Risco 4. CCPS 5. Indústria do Petróleo

I. Morgado, Cláudia do Rosário Vaz II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química. III. Título



UFRJ

ANÁLISE DA SEGURANÇA DE PROCESSO BASEADA EM RISCOS NO CICLO DE
VIDA DAS PLATAFORMAS DE PETRÓLEO

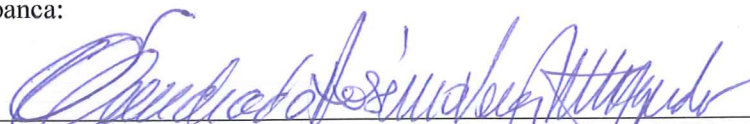
Simone Zappe Fernandes

Orientador: Cláudia do Rosário Vaz Morgado, D.Sc


Coorientador: Victor Paulo Peçanha Esteves, D.Sc.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

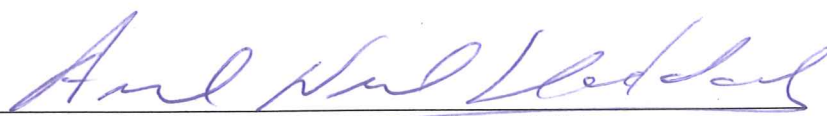
Aprovada pela banca:




Presidente, Prof. Cláudia do Rosário Vaz Morgado, D.Sc, UFRJ




Prof. Victor Paulo Peçanha Esteves, D.Sc., UFRJ



Prof. Assed Naked Haddad, D.Sc., UFRJ



Prof. Júlio Domingos Nunes Fortes, D.Sc, ENSP/FIOCRUZ



Prof. Vilmar Augusto Azevedo Miranda, D.Sc, UFRJ

Rio de Janeiro
2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por sempre ter me dado forças.

A minha família que sempre me apoiou e acreditou em mim.

Ao meu marido Diego, pelo amor, companheirismo e amizade.

A professora Cláudia, pela sua orientação e contribuir com o meu crescimento profissional.

Ao professor Justino por compartilhar seus conhecimentos e sua amizade.

Ao meu Coorientador Victor pela sua orientação e ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

A Elisa pela sua amizade ajuda para a conclusão deste mestrado.

A todos os professores que fizeram parte deste curso transmitindo conhecimentos e valores.

Obrigada a todos.

RESUMO

Fernandes, Simone Zappe. Análise da segurança de processo baseada em riscos no ciclo de vida das plataformas de petróleo. Rio de Janeiro, 2018. Dissertação (mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

O petróleo é considerado uma essencial fonte energética. A indústria de petróleo por ser uma indústria complexa e por apresentar uns dos mais altos riscos de acidentes, requer uma eficiente gestão de segurança de processos, amplamente reconhecida como responsável pela redução do risco de acidentes graves e pela melhoria do desempenho da indústria, especialmente para instalações de plataformas *offshore*. Os principais relatórios de acidentes envolvendo esta indústria apresentaram como principais causas os fatores organizacionais e a pobre cultura de segurança apresentada nas instalações. Desta forma, deve ser implementado um eficiente sistema de gestão de processos nas organizações, que seja um guia para os gestores e apresente procedimentos que irão auxiliar as empresas a atingir melhores resultados em relação à administração de sua segurança. O primeiro objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão na literatura de artigos que abordavam os pilares e elementos do *Risk Based Process Safety* (RBPS) direcionados para a indústria de petróleo offshore, realizar uma análise comparativa entre os sistemas apresentado, de forma a compreender e identificar os melhores métodos que ajudam na construção e desenvolvimento dos sistemas de segurança de processo para plataformas *offshore*. O segundo objetivo foi realizar uma análise comparativa entre os três sistemas de segurança de processo em evidência na indústria de forma a compreender seus elementos e pilares e a partir disto, executar o objetivo geral do estudo de elaborar uma proposta de *framework* de gerenciamento de segurança de processo para plataformas de petróleo *offshore*. O *framework* proposto incorpora os elementos e temas dos três sistemas analisados e guia a gerência e os trabalhadores da organização para a importância do consolidamento da cultura de segurança de processo dentro da empresa, com o intuito de que incidentes complexos sejam evitados e caso ocorram a organização esteja apta a agir em uma emergência e evitar que danos maiores sejam ramificados para o entorno da instalação.

Palavras-chave: Segurança de processos, Plataformas de Petróleo, Análise de Risco, CCPS, Indústria do Petróleo.

ABSTRACT

Fernandes, Simone Zappe. Risk-based process safety analysis in the cycle of oil platforms. Rio de Janeiro, 2018. Dissertation (master's degree) – Environmental Engineering Program, Polytechnic School and School of Chemistry, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

Oil is considered an essential energy source. The petroleum industry it is a complex industry and because it presents some of the highest risks of accidents, requires a good management of process safety, widely recognized as being responsible for reducing the risk of major accidents and for improving the performance of the industry, especially for offshore platform installations. The main accident reports involving this industry had as main causes the organizational factors and the poor safety culture presented at the installations. In this way, an efficient process management system must be implemented in organizations, which is a guide for managers and presents procedures that will help companies to achieve better results in terms of managing their security. The first objective of this work was to carry out a literature review of articles that addressed the pillars and elements of Risk Based Process Safety (RBPS) directed to the offshore oil industry, to perform a comparative analysis between the systems presented, in order to understand and identify the best methods that help in the construction and development of process safety systems for offshore platforms. The second objective was to perform a comparative analysis between the three process safety systems in evidence in the industry in order to understand its elements and pillars and from this, to execute the general objective of the study to elaborate a proposal of security management framework of process for offshore oil platforms. The proposed framework incorporates the elements and themes of the three systems analyzed and guides the organization's management and workers to the importance of consolidating the process security culture within the company, so that complex incidents are avoided, and in case the organization is present able to act in an emergency and thus prevent further damage from being branched into the installation environment.

Keywords: Process Safety, Oil Platform, Risk management, CCPS, Oil Industry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cadeia produtiva do petróleo e gás.	20
Figura 2: Incêndio na plataforma <i>Piper Alpha</i>	25
Figura 3: Adernamento da plataforma P-36.	27
Figura 4: Explosão da plataforma <i>Deepwater Horizon</i>	28
Figura 5: Explosão do FPSO Cidade de São Mateus.	30
Figura 6: Segurança de processos no ciclo de vida das Instalações.	34
Figura 7: Diretivas SEVESO.	38
Figura 8: Filosofia de aplicação da Diretiva SEVESO.	39
Figura 9: Estrutura do desenvolvimento da pesquisa.	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Levantamento dos acidentes na indústria <i>offshore</i> de petróleo.....	24
Quadro 2: 20 Elementos de Segurança de Processo Baseada em Risco (RBPS).....	55
Quadro 3: Análise comparativa para o Pilar 1 “Compromisso com a segurança de processo” entre os sistemas de gestão de segurança de processos	72
Quadro 4: Análise comparativa para o Pilar 2 “Entendimento dos Riscos e Perigos” entre os sistemas de gestão de segurança de processos	73
Quadro 5: Análise comparativa para o Pilar 3 “Gestão de Risco” entre os sistemas de gestão de segurança de processos	75
Quadro 6: Análise comparativa para o Pilar 4 “Aprendizado a partir da experiência” entre os sistemas de gestão de segurança de processos	76
Quadro 7: Base de dados dos artigos baseados nos pilares do CCPS relacionados à indústria de petróleo.	90
Quadro 8: Comparação dos artigos do pilar “Compromisso com a segurança de processos” quanto aos 20 elementos do RBPS.	99
Quadro 9: Quadro de comparação entre os artigos, relacionados ao pilar “Compromisso com a segurança de processos”, selecionados.....	100
Quadro 10: Comparação dos artigos do pilar “Entendimento dos riscos e perigos” quanto aos 20 elementos do RBPS.	106
Quadro 11: Quadro de comparação entre os artigos, relacionados ao pilar “Entendimento dos riscos e perigos”, selecionados.	107
Quadro 12: Comparação dos artigos do pilar “Gestão de risco” quanto aos 20 elementos do RBPS.	114
Quadro 13: Quadro de comparação entre os artigos, relacionados ao pilar “Gestão de risco”, selecionados.....	115
Quadro 14: Comparação dos artigos do pilar “Aprendizado a partir da experiência” quanto aos 20 elementos do RBPS.....	121
Quadro 15: Quadro de comparação entre os artigos, relacionados ao pilar “Aprendizado a partir da experiência”, selecionados.	122
Quadro 16: Modelo de <i>framework</i> proposto de sistema de segurança de processo para plataformas de petróleo <i>offshore</i>	128

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Evolução da quantidade de comunicados de incidentes de 2010 a 2015 no Brasil.	22
Gráfico 2: Distribuição dos artigos publicados por ano.	84
Gráfico 3: Distribuição percentual dos artigos publicados por continente.....	84
Gráfico 4: Distribuição geográfica e percentual dos artigos publicados.	85
Gráfico 5: Número de artigos por país.	85
Gráfico 6: Estratificação geográfica dos locais de estudo dos artigos.	86
Gráfico 7: Quantidade de estudos por local.	86
Gráfico 8: Produção de petróleo mundial.....	87
Gráfico 9: Número de artigos por elemento.	88

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AIS	<i>Automatic Identification System</i> (Sistema de Identificação Automático)
AL	<i>Authentic Leadership</i> (Liderança Autêntica)
ANP	Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ANSI	Instituto Americano de Padrões Nacionais
ANOVA	Análise de Variância
API	<i>American Petroleum Institute</i> (Instituto Americano de Petróleo)
APR	Análise Preliminar dos Riscos
BLS	<i>Bureau of Labor Statistics</i> (Secretaria de Estatísticas Trabalhistas)
BSEE	<i>Bureau of Safety and Environmental Enforcement</i> (Secretaria de Segurança e Execução Ambiental)
CCPS	<i>Center for Chemical Process Safety</i> (Centro de Segurança de Processos Químicos)
CFD	Dinâmica de Fluidos Computacionais
CRM	<i>Christian Michelsen Portal</i> (Portal Christian Michelsen)
DCP	Distribuidora e Comércio de Petróleo
EIA	<i>Energy Information Administration</i> (Administração de Informação de Energia)
E&P	Exploração e Produção
ESD	<i>Emergency Shutdowns</i> (Shutdowns de Emergência)
FIS	Sistema de Inferência Difusa
FMEA	Análise de Modo e Efeito de Falha
FMECA	Análise de Mode de Falha, Efeitos e Criticidade
FPSO	<i>Floating Production Storage and Offloading</i> (Unidade Flutuante de Armazenamento e Transferência)
HAZOP	<i>Hazard and Operability Studies</i> (Estudos de Perigo e Operabilidade)
HFIT	Ferramenta de Investigação de Fatores Humanos
HOE	Erro Humano e Organizacional
IEA	<i>International Energy Agency</i> (Agência Internacional de Energia)
IPAR	Identificação de Perigo e Análise de Risco
KM	Gerenciamento do Conhecimento
LOPA	Análise de Camada de Proteção
MSDS	Ficha de Dados de Segurança do Material
NCA	<i>Norwegian Coastal Administration</i> (Administração Costeira Norueguesa)
OCB	<i>Organizational Citizenship Behaviors</i> (Comportamentos de Cidadania Organizacional)
OCM	<i>Organizational Climate Measure</i> (Medida Organizacional do Clima)
OHSAS	<i>Occupational Health and Safety Assessment Series</i> (Séries de Saúde Ocupacional e Avaliação de Segurança)
OIM	Gerente de Instalação Offshore
OIT	Organização Internacional do Trabalho
PHA	<i>Process Hazard Analysis</i> (Análise de Risco do Processo)
PIDB	Banco de Dados de Inspeção de Tubulações
PPAG	Política de Prevenção de Acidentes Graves
PPS	<i>Project Personnel Survey</i> (Levantamento de Pessoal do Projeto)

PSAN	<i>Petroleum Safety Authority Norway</i> (Autoridade de Segurança de Petróleo da Noruega)
PSM	<i>Process Safety Management</i> (Gerenciamento de Segurança de Processo)
RBIM	Modelagem de Integridade Baseada em Risco
RBPS	<i>Risk Based Process Safety</i> (Segurança do Processo Baseada em Riscos)
REMPEC	Centro Regional de Resposta a Emergências da Poluição Marinha para o Mediterrâneo
SEM	Modelagem de Equação Estrutural
SGS	Sistema de Gestão de Segurança
SRA	Avaliação de Risco de Segurança
WE	<i>Work Envelopment</i> (Envolvimento no Trabalho)

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	16
1.1.	OBJETIVO	17
1.2.	METODOLOGIA.....	18
1.3.	ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2.	ASPECTOS GERAIS DA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO.....	20
2.1.	CADEIA PRODUTIVA DO PETRÓLEO	20
2.2.	CLASSIFICAÇÃO DE INCIDENTES	21
2.3.	PANORAMA DA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO E GÁS	23
2.4.	GRANDES ACIDENTES NA INDÚSTRIA <i>OFFSHORE</i> DE PETRÓLEO.....	24
2.4.1.	<i>PIPER ALPHA</i>	25
2.4.2.	<i>P-36</i>	27
2.4.3.	<i>DEEPWATER HORIZON</i>	28
2.4.4.	<i>FPSO CIDADE DE SÃO MATEUS</i>	30
3.	SEGURANÇA DE PROCESSOS	32
3.1.	ENQUADRAMENTO.....	32
3.2.	DEFINIÇÃO DE SEGURANÇA DE PROCESSO	32
3.3.	FATORES QUE INFLUENCIAM A SEGURANÇA DE PROCESSOS.....	33
3.4.	CULTURA DE SEGURANÇA.....	35
3.5.	GESTÃO DE SEGURANÇA DE PROCESSOS	36
3.6.	VANTAGENS E DESAFIOS DA GESTÃO DE SEGURANÇA DE PROCESSOS	36
3.7.	SISTEMAS DE GESTÃO DE SEGURANÇA DE PROCESSOS	37
3.7.1	REQUISITOS DA DIRETIVA SEVESO III	37
3.7.1.1.	OBRIGAÇÕES GERAIS DO OPERADOR.....	39
3.7.1.2.	NOTIFICAÇÃO	40
3.7.1.3.	POLÍTICA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES GRAVES.....	40
3.7.1.4.	EFEITO DOMINÓ.....	40
3.7.1.5.	RELATÓRIO DE SEGURANÇA.....	41
3.7.1.6.	ALTERAÇÃO DE UMA INSTALAÇÃO OU DE UM ESTABELECIMENTO.....	41
3.7.1.7.	PLANOS DE EMERGÊNCIA	42
3.7.1.8.	ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO.....	42
3.7.1.9.	INFORMAÇÃO AO PÚBLICO	43
3.7.1.10.	CONSULTA PÚBLICA E PARTICIPAÇÃO NO PROCESSO DE DECISÃO	44
3.7.1.11.	INFORMAÇÕES A PRESTAR E MEDIDAS A TOMAR PELOS OPERADORES APÓS UM ACIDENTE GRAVE.....	44
3.7.1.12.	MEDIDAS A TOMAR PELA AUTORIDADE COMPETENTE APÓS UM ACIDENTE GRAVE	44
3.7.1.13.	INFORMAÇÕES A PRESTAR PELOS ESTADOS-MEMBROS APÓS UM ACIDENTE GRAVE	45
3.7.1.14.	PROIBIÇÃO DE FUNCIONAMENTO	45

3.7.1.15.INSPEÇÕES.....	45
3.7.1.16.INTERCÂMBIO E SISTEMA DE INFORMAÇÕES.....	46
3.7.1.17.ACESSO À INFORMAÇÃO E CONFIDENCIALIDADE	47
3.7.2 REQUISITOS NORMA OSHA 3132 - PROCESS SAFETY MANAGEMENT	47
3.7.2.1 RESPONSABILIDADES.....	47
3.7.2.2 INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DO PROCESSO.....	48
3.7.2.3 ANÁLISE DE RISCOS DO PROCESSO - PHA (<i>PROCESS HAZARDS ANALYSIS</i>)	49
3.7.2.4 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS	50
3.7.2.5 PARTICIPAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS	50
3.7.2.6 TREINAMENTO DE FUNCIONÁRIOS	50
3.7.2.7 PRESTADORES DE SERVIÇOS.....	51
3.7.2.8 IMPLEMENTAÇÃO DA GESTÃO DA SEGURANÇA DO PROCESSO.....	51
3.7.2.9 INTEGRIDADE MECÂNICA.....	52
3.7.2.10 TRABALHOS COM LIBERTAÇÃO DE CALOR.....	52
3.7.2.11 GESTÃO DE MODIFICAÇÕES.....	53
3.7.2.12 ANÁLISE DE INCIDENTES	53
3.7.2.13 PLANO DE EMERGÊNCIA	53
3.7.2.14 AUDITORIAS DE CONFORMIDADE.....	53
3.7.2.15 CONFIDENCIALIDADE	54
3.7.3 REQUISITOS DO GUIDELINES FOR RISK BASED PROCESS SAFETY (RBPS) 54	
3.7.3.1 CULTURA DA SEGURANÇA DE PROCESSO.....	55
3.7.3.2 CONFORMIDADE COM AS NORMAS.....	56
3.7.3.3 COMPETÊNCIA DA SEGURANÇA DE PROCESSO	57
3.7.3.4 ENVOLVIMENTO DA FORÇA DE TRABALHO	58
3.7.3.5 SENSIBILIZAÇÃO DAS PARTES INTERESSADAS	59
3.7.3.6 CONHECIMENTO DA GESTÃO DO PROCESSO.....	60
3.7.3.7 IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS E ANÁLISE DOS RISCOS	61
3.7.3.8 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS	61
3.7.3.9 PRÁTICAS SEGURAS DE TRABALHO.....	62
3.7.3.10 INTEGRIDADE DE ATIVOS E CONFIABILIDADE.....	63
3.7.3.11 GESTÃO DO EMPREITEIRO	63
3.7.3.12 GARANTIA DO TREINAMENTO E DO DESEMPENHO	64
3.7.3.13 GESTÃO DE MUDANÇAS	65
3.7.3.14 APTIDÃO OPERACIONAL	66
3.7.3.15 REALIZAÇÃO DAS OPERAÇÕES	66
3.7.3.16 GESTÃO DE EMERGÊNCIA.....	67
3.7.3.17 INVESTIGAÇÃO DE INCIDENTES	67
3.7.3.18 MEDIDA E MÉTRICAS	68
3.7.3.19 AUDITORIA.....	69
3.7.3.20 ANÁLISE DA GESTÃO E MELHORIA CONTÍNUA.....	70
3.8 ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS DE GESTÃO DE SEGURANÇA DE PROCESSOS	71

4	ESTADO DA ARTE – PILARES DO CCPS RELACIONADOS ÀS PLATAFORMAS DE PETRÓLEO OFFSHORE	78
4.1	LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	78
4.2	ANÁLISE COMPARATIVA	96
4.2.1	ARTIGOS RELACIONADOS AO PILAR “COMPROMISSO COM A SEGURANÇA DE PROCESSOS”	96
4.2.2	ARTIGOS RELACIONADOS AO PILAR “ENTENDIMENTO DOS RISCOS E PERIGOS” 103	
4.2.3	ARTIGOS RELACIONADOS AO PILAR “GESTÃO DE RISCO”	111
4.2.4	ARTIGOS RELACIONADOS AO PILAR “APRENDIZADO A PARTIR DA EXPERIÊNCIA”	118
4.2.5	AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE OS MODELOS ANALISADOS	125
5	PROPOSTA DE MANAGEMENT FRAMEWORK PARA SEGURANÇA DE PROCESSO BASEADA EM RISCOS PARA PLATAFORMAS DE PETRÓLEO OFFSHORE	127
5.1	DEFINIÇÃO	127
5.2	ELABORAÇÃO DO MANAGEMENT <i>FRAMEWORK</i> PARA SEGURANÇA DE PROCESSO BASEADA EM RISCOS	127
5.2.1	NOTIFICAÇÃO A PARTES INTERESSADAS	129
5.2.2	COMPROMISSO COM A SEGURANÇA DE PROCESSO	130
5.2.3	PROJETOS E ENGENHARIA DE INSTALAÇÕES	130
5.2.4	FORMAÇÃO DE PESSOAL E FATORES HUMANOS	130
5.2.5	CONHECIMENTO DA GESTÃO DO PROCESSO	131
5.2.6	IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS E ANÁLISE DOS RISCOS	132
5.2.7	PROCEDIMENTO OPERACIONAIS	132
5.2.8	CONFORMIDADE COM AS NORMAS E GARANTIA DE DESEMPENHO	133
5.2.9	GESTÃO DAS TERCEIRIZADAS	134
5.2.10	INSPEÇÕES E MANUTENÇÕES	134
5.2.11	ALTERAÇÕES EM PROCESSOS OU NAS INSTALAÇÕES	135
5.2.12	PLANOS DE EMERGÊNCIA	135
5.2.13	INVESTIGAÇÃO DE INCIDENTES	136
5.2.14	AUDITORIAS	136
5.2.15	ANÁLISE DA GESTÃO E MELHORIA CONTÍNUA	137
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	138
	REFERÊNCIAS	141

1. INTRODUÇÃO

O petróleo é uma das principais fontes de energia mundiais, em 1973 representava aproximadamente 46% da oferta de energia primária, sendo esta de 6101 Mtoe (Mega tonelada de óleo equivalente) e no ano de 2015 passou a representar cerca de 30%, porém representando 13647 Mtoe, segundo a *International Energy Agency* (IEA) (2017).

O Brasil é a nona maior economia do mundo e desempenha um papel substancial no mercado internacional de produção de petróleo. De acordo com a IEA (2017) o Brasil possui um consumo de petróleo equivalente a 54% dentro da sua economia para geração de energia. Diante da importância deste consumo de petróleo para a economia do país, faz-se necessário que a produção de petróleo ocorra de acordo com as normas vigentes, de acordo com as boas práticas da indústria e sem paradas ou interferências que possam prejudicar sua produção.

A produção de petróleo *offshore* envolve um dos setores de mais alto risco para a segurança do trabalho, sendo classificado como um sistema complexo. Tanto a construção como a operação das plataformas *offshore* envolvem tarefas extremamente complexas e perigosas, o que acarretam muitos acidentes que envolvem não só a segurança dos trabalhadores, como também problemas ambientais, financeiros e sociais.

Os últimos anos foram favoráveis para a indústria naval no Brasil, levando o país a encontrar fontes de petróleo não convencionais, os reservatórios em águas profundas e ultraprofundas, o que gerou uma procura maior pelo conhecimento e utilização de novas tecnologias para as plataformas *offshore*, dispositivos elétricos, eletrônicos e mecânicos mais modernos, e sistemas de gerenciamento de processos para a construção de equipamento e uso destas tecnologias em alto-mar.

Contudo, com este processo de industrialização e desenvolvimento de novas tecnologias surgem também mais acidentes industriais. De acordo com Freitas, Porto e Machado (2000) “um exemplo é a grande ocorrência de acidentes nos Estados Unidos e na Grã-Bretanha envolvendo a máquina a vapor, símbolo do movimento, e que registraram um elevado número de óbitos”.

Os maiores acidentes das últimas décadas, como *Deepwater Horizon*, *Macondo*, *Bhopal*, *Fukushima*, motivaram o desenvolvimento de diretrizes, guias e regulamentos para a segurança de processo das indústrias.

Os principais relatórios dos grandes acidentes envolvendo a indústria de petróleo apontam como principais causas desses acidentes fatores organizacionais e a pobre cultura de segurança encontrada principalmente nas plataformas de petróleo. Um bom sistema de gestão de processos, que contém técnicas adequadas de diagnóstico de falhas, gerenciamento de

pessoas e modernas tecnologias de monitoramento de variáveis de processo podem contribuir para o bom gerenciamento desses ambientes.

O *Center for Chemical Process Safety* (CCPS) concluiu em 2007 um novo livro na sua série de diretrizes, *Diretrizes para Segurança de Processos Baseados em Riscos - Risk Based Process Safety* - RBPS, que se destina a abordar o dilema cada vez mais enfrentado pelas indústrias de processos químicos - a necessidade de responder às expectativas pelo gerenciamento, reguladores e sociedade para melhoria contínua nos resultados de segurança do processo, mesmo que as pressões competitivas tendam a diminuir os recursos disponíveis para implementar e manter os sistemas de gerenciamento de segurança do processo. As Diretrizes da RBPS apresentam idéias que podem ajudar as organizações a obter melhores resultados, apesar de tais pressões de recursos (FRANK, 2007).

A segurança do trabalho deve ser um objetivo de toda empresa, promovendo a cultura de segurança, e desenvolvendo e aplicando sistemas de gerenciamento de processos a fim de reduzir perdas e aumentar a produção. O planejamento pode ser considerado o caminho para prevenção, evitando ou reduzindo a ocorrência dos acidentes e dos impactos em outros sistemas. Um apropriado sistema de gestão deve ser completo e aplicável facilmente a todos os aspectos do trabalho.

1.1. OBJETIVO

O primeiro objetivo deste trabalho é desenvolver uma revisão da literatura através da pesquisa de artigos que abordam os pilares do *Risk Based Process Safety* (RBPS) do *Center for Chemical Process Safety* (CCPS) direcionando a pesquisa para a indústria de petróleo e plataformas *offshore*, e assim desenvolver um banco de artigos para cada pilar do RBPS a partir dos artigos encontrados desta revisão.

O segundo objetivo é desenvolver uma análise comparativa entre os artigos encontrados na literatura de forma a encontrar os métodos mais relevantes para o desenvolvimento dos sistemas de segurança de processo na indústria do petróleo e principalmente nas plataformas *offshore*.

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um *framework* para gerenciamento de segurança de processos baseada em riscos para a indústria do petróleo especificamente para plataformas de petróleo *offshore* de forma a elaborar um método eficaz para implantação da cultura de segurança de processos.

1.2. METODOLOGIA

O primeiro passo foi realizar uma revisão bibliográfica sobre a indústria de petróleo direcionando para a análise de riscos e acidentes ocorridos em plataformas de petróleo. Em seguida foi efetuada uma revisão sobre segurança de processos e análises de riscos, de forma a compreender o conceito de cultura de segurança.

Como etapa 3 foi desenvolvido um estudo sobre os principais sistemas de gestão de processos, apresentando neste trabalho três tipos de sistemas, e procedeu-se uma análise comparativa entre os três sistemas.

Na etapa 4 deste estudo foi desenvolvida a revisão bibliográfica nos artigos publicados sobre os pilares do RBPS envolvendo análises de risco na indústria do petróleo. Em função disto foi elaborado um banco de dados sistematizando os pilares do RBPS do CCPS com os artigos relacionados, e efetuou-se assim a análise comparativa dos artigos. Assim, por consequência, fosse encontrado os métodos mais relevantes para a construção e desenvolvimento de sistemas de segurança de processos.

Por fim elaborou-se uma proposta de framework para gestão de segurança de processos para plataformas de petróleo *offshore* e foi realizada a conclusão do trabalho exposto, apresentando a importância do trabalho desenvolvido e apontando os futuros projetos possíveis.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

No Capítulo 1 é feita uma introdução ao assunto do trabalho, apresentação dos objetivos, justificativa, metodologia adotada e estrutura utilizada no trabalho.

No Capítulo 2 são apresentados os aspectos gerais da indústria de petróleo foco do trabalho, classificação de incidentes, o panorama da indústria de petróleo e os grandes acidentes em plataformas *offshore*.

O Capítulo 3 apresenta a segurança de processo, onde se faz um breve enquadramento, a definição desta, fatores que influenciam a segurança de processo e explica-se a cultura de segurança. Neste capítulo ainda é apresentada a gestão de segurança de processo e os três principais sistemas de referência para sistemas de Gestão de Segurança de processo: a Diretiva SEVESO III, requisitos da Norma OSHA 3132 *Process Safety Management* e requisitos do guia do RBPS do CCPS.

No Capítulo 4 é apresentada a revisão da literatura dos artigos relacionados ao CCPS e a indústria de petróleo, principalmente sobre plataformas de petróleo *offshore*, e o

desenvolvimento do Banco de dados e a análise comparativa dos artigos, encontrando os melhores métodos a serem empregados.

O Capítulo 5 apresenta o modelo de framework proposto para gestão de segurança de processos baseado em riscos para plataformas de petróleo offshore.

Por fim no Capítulo 6 são apresentadas as considerações finais sobre o estudo realizado.

2. ASPECTOS GERAIS DA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO

2.1. CADEIA PRODUTIVA DO PETRÓLEO

A cadeia produtiva do petróleo pode ser dividida em dois grandes grupos:

- *Upstream*: onde se encontram as atividades de extração, que inclui as atividades de exploração e produção (E&P), desenvolvimento e descomissionamento.
- *Downstream*: onde se encontram as atividades de transporte, armazenamento, refino, distribuição e comercialização.

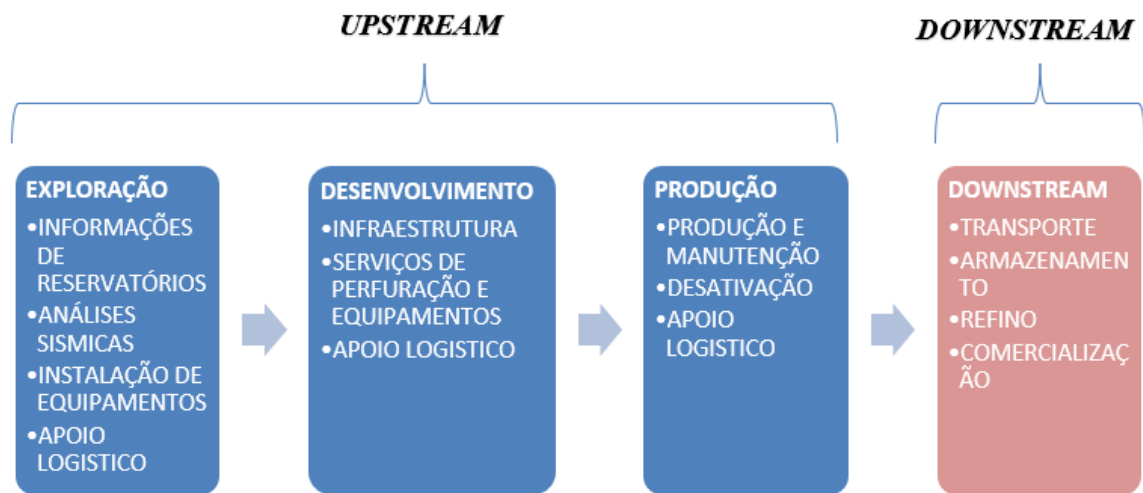


Figura 1: Cadeia produtiva do petróleo e gás.
Fonte: Elaboração própria (2018).

A cadeia produtiva do petróleo estabelece relações com atividades de suporte, que são as empresas terceirizadas, entre as atividades pode-se citar: as análises sísmicas, estudos e elaboração de projetos, estudos e relatórios de impactos ambientais, instalação de equipamentos.

A cadeia de petróleo é estruturada com base nos ciclos de vida de um campo petrolífero: exploração, desenvolvimento, produção e descomissionamento. A etapa de exploração visa a garantir o estudo e acesso as reservas de petróleo, através de negociações com os órgãos públicos e privados para a compra de licenças de exploração e estudos do local e levantamento geológicos para a identificação do potencial do reservatório a ser explorado.

A etapa de planejamento desenvolve projetos e cronogramas acerca de identificar a melhor forma de explorar às reservas, a infraestrutura necessária e o possível cronograma de exploração do local. A produção envolve as atividades relacionadas à extração do petróleo e manutenção da unidade petrolífera. Finalmente, após sua vida útil, o campo de petróleo é abandonado, onde ocorre o fechamento dos poços, podendo ser permanente ou temporário.

A produção de petróleo realizada na terra é chamada *onshore*, enquanto a exploração de petróleo em alto mar é chamada de *offshore*. A produção *offshore* é considerada mais complexa devido a vários fatores e principalmente pela profundidade em que se encontram as reservas de óleo.

Portanto, é necessária alta tecnologia para se trabalhar nessas unidades *offshore* e também um eficiente sistema de segurança para se evitar acidentes, os quais se ocorrerem serão muito mais complexos do que os que podem ocorrer em unidades *onshore*, devido à quantidade de energia e pessoas concentradas em um único espaço e também pela maior dificuldade de retirada das pessoas e de combater o acidente.

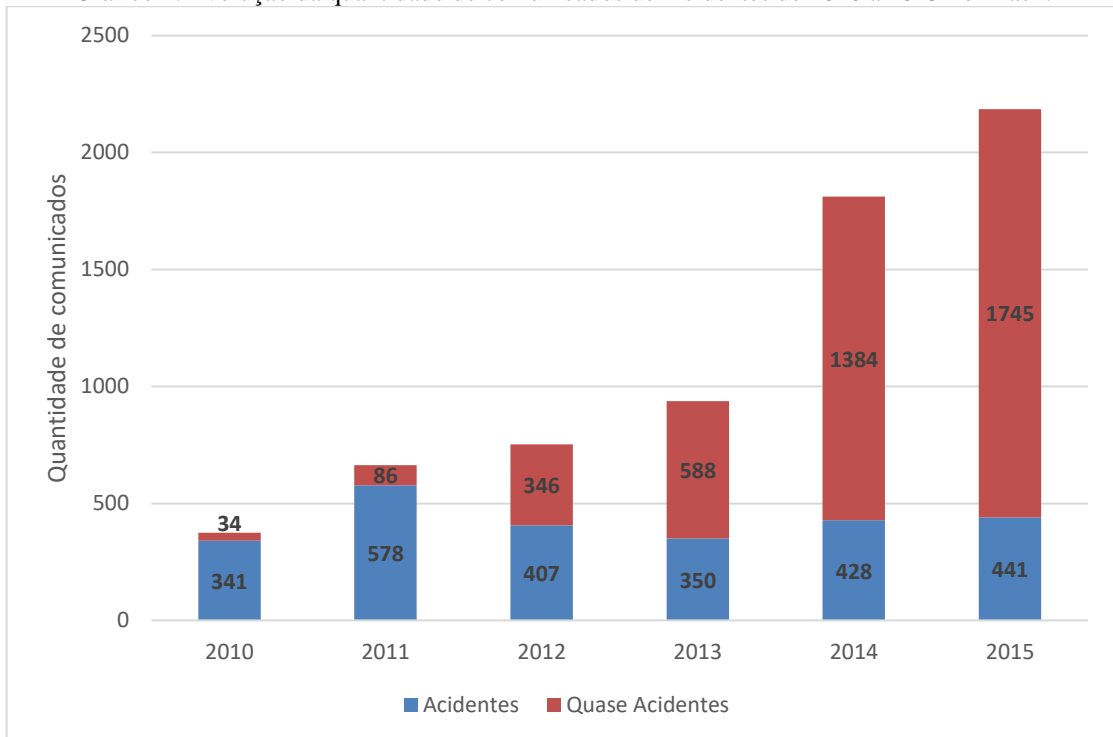
2.2. CLASSIFICAÇÃO DE INCIDENTES

Os incidentes são divididos em duas categorias: acidentes e quase acidentes. Segundo a norma OHSAS -18001 (BSI, 2007) “acidente é o evento indesejável que resulta em morte, problemas de saúde, ferimentos, danos e outros prejuízos e quase acidentes é definido como um evento não previsto que tinha potencial de gerar acidentes”.

Os quase acidentes servem de informação para as empresas identificarem problemas, ineficiências de processos e assim elaborar um plano de ação eficiente com medidas de controle adequadas e voltadas para estes problemas. Isso permitirá as empresas eliminar ou reduzir a exposição aos perigos e a probabilidade destes quase acidentes se tornarem reais.

O Gráfico 1 mostra a evolução da quantidade de comunicados de incidentes recebidos pela ANP (2015) relativos a instalações de exploração e produção, de 2010 até 2015. O aumento da incidência de quase acidentes deve-se às ações adotadas para a comunicação dos incidentes, destacam-se a revisão do Manual de Comunicação de Incidentes e a intensificação da verificação nas atividades de fiscalização dos incidentes ocorridos nas instalações.

Gráfico 1: Evolução da quantidade de comunicados de incidentes de 2010 a 2015 no Brasil.



Fonte: Elaboração própria a partir dos relatórios anuais de segurança operacional das atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural de 2014 e 2015 da ANP (ANP, 2014 e ANP, 2015).

As etapas de perfuração, completação ou produção *offshore* devido à complexidade e riscos do processo são as etapas onde os principais acidentes da indústria de petróleo acontecem. De acordo com o relatório anual de segurança operacional das atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural da ANP (2015) para as plataformas marítimas, os tipos de quase acidentes, definido como um sinal eminente de um acidente, mas, por quaisquer motivos, não ocorreu, com maior ocorrência em 2015 foram:

- Paradas emergenciais de plantas de processo (*Emergency Shutdowns – ESD*)
- Falhas no sistema de geração de energia principal
- Quase acidentes de alto potencial
- Quedas de objetos
- Vazamentos contidos na instalação

Para as mesmas plataformas marítimas de acordo com o mesmo relatório, os tipos de acidentes com maior ocorrência em 2015 foram:

- Descargas
- Princípios de incêndio
- Vazamentos de gás inflamável

- Paradas não programadas

As instalações *offshore* possuem menor facilidade para resposta de acidentes devido à presença de recursos materiais e humanos limitados e principalmente por conta da limitação de espaço. Deve-se portanto melhorar constantemente a confiabilidade dos equipamentos, buscar e aplicar tecnologias inovadoras, melhorar a qualidade dos materiais utilizados e aplicar os requisitos de segurança necessários para o ótimo funcionamento da plataforma. As empresas devem buscar um olhar mais crítico sobre seus respectivos sistemas de gestão da segurança operacional de forma a minimizar a probabilidade de acidentes.

2.3. PANORAMA DA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO E GÁS

Todas as atividades relacionadas à exploração de petróleo e gás são de grande importância para a obtenção dos combustíveis que movimentam o mundo atualmente. Os projetos da indústria de petróleo são desafiantes, pois são complexos, envolvem mais riscos, envolvem muitas empresas e órgãos regulamentadores, os projetos são tecnicamente difíceis e normalmente devem se encaixar em orçamentos e cronogramas considerados pequenos para a complexidade dos trabalhos.

As instalações *offshore* vêm crescendo junto com a demanda de petróleo tanto para a quantidade de instalações produzidas e instaladas, quanto para as tecnologias em desenvolvimento. As descobertas recentes de novas áreas de produção, como o Pré-sal, exigirão vários projetos e inovações tecnológicas, bem como altos custos operacionais e dificuldades inerentes na logística e manutenção de transporte.

O número de acidentes envolvendo plataformas *offshore* vem diminuindo, devido à implantação de novas tecnologias e técnicas de segurança, mas ainda é necessário ter o máximo cuidado com este tipo de atividade.

Neste contexto um projeto bem planejado e executado deve ser inserido, abordando tanto os aspectos do cronograma, as atividades do projeto e também os riscos, em todas as suas esferas de atuação, associados a cada atividade.

As técnicas e ferramentas utilizadas para elaborar análises de risco evoluíram muito nos últimos anos, tornando-se mais fáceis de compreensão e utilização. O que propiciou melhores resultados sobre as análises e assim um melhor entendimento dentro das organizações sobre a importância do uso dessas técnicas e da importância dos sistemas de gestão de segurança.

Os sistemas de gestão de segurança se apresentam como garantia de operacionalização dos requisitos de segurança e saúde do trabalho permitindo analisar todos os riscos e impactos das atividades, determinando de que modo os riscos devem ser controlados e como as tarefas devem ser executadas, para que não se utilize de maneira ineficaz os recursos das organizações e eventos indesejados ocorram.

2.4. GRANDES ACIDENTES NA INDÚSTRIA *OFFSHORE* DE PETRÓLEO

Algumas das principais reservas de petróleo offshore encontram-se nas seguintes localidades: Venezuela, Arábia Saudita, México, Brasil e Noruega. Estes centros de exploração encontram-se distantes dos centros de refino e dos grandes mercados consumidores, este fator adicionado à velocidade dos ventos no mar, visibilidade local e a locomoção na água agravam ainda mais os riscos, tornando as condições de trabalho nestes locais mais críticas e complexas. Assim, acidentes que ocorrem nestas localidades são considerados mais drásticos e de grande importância para os estudos de segurança de processos. No Quadro 1 encontra-se um levantamento dos principais acidentes que aconteceram na indústria *offshore* de petróleo.

Quadro 1: Levantamento dos acidentes na indústria *offshore* de petróleo.

ACIDENTE/ANO	ANO	LOCAL	DESCRIÇÃO	CONSEQUÊNCIAS
Ixtoc I	1979	Golfo do México.	Rompimento da plataforma.	Vazamento de 3 milhões de barris.
Nowruz	1983	Irã, Golfo Pérsico	Colisão de um tanque com a plataforma Nowruz.	Morte de 11 pessoas e vazamento de 1 milhão e 950 mil barris.
Enchova	1984	Bacia de Campos, Brasil.	Explosão da plataforma.	Morte de 37 pessoas e 19 feridos.
Piper Alpha	1988	Mar do Norte.	Incêndio e explosão da plataforma.	Morte de 167 pessoas e 62 feridos.
P-36	2001	Bacia de Campos, Brasil.	Explosão da plataforma e posterior naufrágio.	Morte de 11 pessoas vazamento de 7600 barris.
P-34	2002	Bacia de Campos, Brasil.	Adernamento da plataforma.	-

ACIDENTE/ANO	ANO	LOCAL	DESCRIÇÃO	CONSEQUÊNCIAS
Deepwater Horizon	2010	Campo de Macondo, Golfo do México.	Explosão da plataforma, má cimentação do poço.	Morte de 11 pessoas. Derramamento de cerca de 5 milhões de barris de óleo.
Frade	2011	Bacia de Campos, Brasil.	Vazamento de óleo.	Vazamento de 3700 barris de óleo.
FPSO (Floating Production Storage and Offloading) Cidade de São Mateus	2015	Campos de Camarupim e Camarupim Norte, Espírito Santo, Brasil.	Vazamento de óleo e explosão.	Morte de 9 pessoas e 26 feridos.

Fonte: Elaboração própria (2018).

Na maioria das vezes as falhas que acontecem são revertidas a tempo e as situações são controladas; em outros casos, erros sucessivos levam a eventos catastróficos que custam a vida de muitas pessoas, danos irreparáveis ao meio ambiente e perdas financeiras significativas.

O estudo dos acidentes mais relevantes mundialmente e o entendimento do seu contexto trazem ensinamentos para a indústria e portanto, novas posturas e práticas na engenharia e na análise dos riscos. A seguir são descritos com mais detalhes quatro dos principais acidentes, dentre aqueles apresentados no Quadro 1, que aconteceram em plataformas no mundo.

2.4.1. *Piper Alpha*



Figura 2: Incêndio na plataforma *Piper Alpha*.
Fonte: MAIL ONLINE (2008).

O Acidente na plataforma de perfuração *Piper Alpha* (Figura 2), localizada no Mar do Norte, é considerado o mais famoso desastre ocorrido em plataformas de petróleo. Estavam sendo perfurados 24 poços de óleo e dois poços de gás natural, quando uma explosão na seção de compressão de gás em 6 de julho de 1988 iniciou a catástrofe. A plataforma estava conectada a outras três plataformas. A explosão ocorreu com uma bomba que foi retirada da operação devido a um vazamento, mas foi inadvertidamente ligada (SWUSTE, GROENEWEG, *et al.*, 2017).

A primeira explosão destruiu paredes resistentes ao fogo e a sala de controle, danificou o sistema de comunicação e culminou acabando com o sistema de fornecimento de energia. Extintores de incêndio foram destruídos, e demoraram em encerrar o fluxo de petróleo e gás para as outras plataformas, Tartan e Claymore, o que culminou na alimentação do incêndio criando uma fumaça letal.

O acidente ocorreu devido a um acúmulo de decisões gerenciais erradas e outros fatores associados aos eventos os quais foram:

- Erros de comunicação;
- Falta de supervisão e inspeção;
- Treinamento ineficiente;
- Falta de uma cultura de segurança sólida;
- Má concepção de interface homem-máquina;
- Manutenção inadequada.

O relatório emitido por Cullen (LIMA, JUNIOR e ROSA, 2016) aponta ainda que as deficiências, em sua grande maioria, estavam enraizadas na estrutura organizacional da instalação e na sua cultura de segurança e que eram comuns aos grandes segmentos da indústria de petróleo e gás naquela região. Um total de 167 pessoas morreu e mais de 60 sobreviveram, pois decidiram saltar da plataforma.

2.4.2. P-36



Figura 3: Adernamento da plataforma P-36.
Fonte: R7 (2012).

A plataforma de produção P-36 (Figura 3) encontrava-se instalada no Campo de Roncador, na Bacia de Campos e o acidente teve início em 15 de março de 2001 quando ocorreu uma primeira explosão na coluna de popa boreste. Após 17 min uma segunda explosão, maior que a primeira, ocorreu na parte superior da coluna e em áreas próximas, culminando com a morte de onze funcionários da Petrobras e o afundamento da plataforma.

A análise das causas do acidente identificou como evento crítico a operação de esgotamento de água do tanque de drenagem de emergência da coluna de popa bombordo. As dificuldades operacionais para a partida da bomba de esgotamento do tanque de drenagem permitiram que houvesse fluxo reverso de óleo e gás pelas linhas de escoamento dos tanques e sua entrada em outro tanque através da válvula presumivelmente danificada. A partida da bomba fez diminuir o fluxo reverso de hidrocarbonetos e a água bombeada passou a entrar no outro tanque, aumentando a pressurização deste, o que levou a seu rompimento mecânico, caracterizando a primeira explosão.

Após 14 minutos do rompimento do tanque, ocorreu uma explosão de gás que atingiu a área do convés do *tank top* e o segundo convés junto à coluna, caracterizando assim como a segunda explosão que vitimou 11 pessoas, estas que eram da brigada de incêndio da plataforma. Esta segunda explosão fez com que a coluna fosse alagada, submergindo a plataforma. Após inúmeras tentativas de nivelamento não bem sucedidas, a plataforma afundou.

Segundo o relatório da ANP e DCP (2001), “a análise realizada permitiu que fossem identificadas várias não conformidades relativas a procedimentos regulamentares de operação, manutenção e projeto, destacando-se aquelas referentes à movimentação frequente de água nos tanques de drenagem de emergência, à operação de esgotamento do tanque de popa bombordo e à classificação da área de risco em torno desses tanques”.

Este foi o maior acidente da Petrobras em uma de suas maiores plataformas de produção, ao naufragar a plataforma levou consigo um reservatório de 1500 toneladas de óleo.

2.4.3. *Deepwater Horizon*

Na noite de 20 de abril de 2010 ocorreu um *blowout* (fluxo descontrolado de hidrocarbonetos, gás ou água saindo de um poço de petróleo devido a alguma falha no seu sistema de controle de pressão) na plataforma *Deepwater Horizon* (Figura 4) da Transocean, operando no Campo de Macondo, no Golfo do México, resultando em uma explosão e incêndio, até o equipamento afundar após 36 h de incêndio. Onde pessoas morreram e outros 17 ficaram feridos.



Figura 4: Explosão da plataforma *Deepwater Horizon*.
Fonte: BOS (2010).

No momento do acidente, a equipe tinha terminado a perfuração e estava finalizando o abandono temporário do poço. Anteriormente, fora instalado um tampão de cimento para o isolamento do poço, mas a cimentação não foi adequada e o teste de perfis teve o resultado mal

interpretado por funcionários da BP e da Transocean, levando-os erroneamente a acreditar que a zona de hidrocarbonetos no fundo do poço havia sido selada. Quando a coluna de perfuração estava sendo removida, a pressão foi gradualmente reduzida no reservatório no fundo do poço. Essa ação permitiu o influxo de hidrocarbonetos para o poço (*kick*) e que fluíssem para além da barreira de cimento defeituosa, em direção à superfície (MOREIRA, 2017).

Enquanto isso a equipe continuou a remover a coluna de perfuração, pois não reconheceram o *kick*, e assim foi ocorrendo o aumento da taxa de influxo de hidrocarbonetos para o poço. Sem a intervenção de nenhum funcionário ou equipamento automatizado de controle o óleo continuou a fluir por quase uma hora, assim a força dos hidrocarbonetos resultou em fluidos do poço jorrando no chão da plataforma, caracterizando um *blowout*.

A partir deste momento a equipe tomou medidas para ativar o *Blowout Preventer* (BOP), porém a pressão do poço era tanta que fez com o que a coluna de perfuração cedesse, o que impediu o BOP de selar o poço liberando hidrocarbonetos, seguido de ignição.

A análise deste acidente identificou que não houve barreiras efetivas para prevenir ou mitigar uma explosão. Os sistemas de gestão destinados a garantir a funcionalidade e confiabilidade destas barreiras eram inadequados e possuía barreiras que foram projetadas, implantadas e testadas de maneira ineficiente, ou então não existiam.

Investigações por parte do governo descobriram que a causa do acidente foi a má cimentação no poço, ou seja, houve falha na execução de projeto. Aproximadamente 206 milhões de galões de petróleo foram liberados na água, atingindo a costa trazendo consequências catastróficas para o meio ambiente. Os animais marinhos do golfo foram diretamente atingidos, os pelicanos marrons morreram por hipotermia, por decorrência de suas penas ficarem cobertas de óleo ao mergulharem atrás de peixes; o plâncton, alimento base da cadeia alimentar marinha, não sobrevive ao contato com o petróleo; e várias espécies de tartarugas, golfinhos, camarões e outros crustáceos e peixes tiveram suas populações devastadas por consequência do vazamento.

2.4.4. FPSO Cidade de São Mateus



Figura 5: Explosão do FPSO Cidade de São Mateus.
Fonte: CAZARIM (2014).

Segundo ANP (2015) “aproximadamente às 11h30 do dia 11/02/2015, durante a tentativa de drenagem de resíduo líquido do tanque de carga central número 6 (6C) com o uso de bomba alternativa (bomba de *stripping*), houve o vazamento de condensado dentro da casa de bombas do FPSO Cidade de São Mateus (FPSO CDSM) (Figura 5), operada pela BW *Offshore* do Brasil Ltda”.

O vazamento ocorreu em uma flange no sistema de tubulação dentro da sala de bombas, devido à falha de uma pá na conexão da flange. A pá provavelmente foi fabricada a bordo e falhou devido a uma sobrecarga de pressão causada quando a bomba foi operada contra uma válvula fechada (ANP, 2015).

Após ouvirem alarmes proveniente de três detectores de gás fixos instalados no fundo da casa de bombas, três equipes diferentes foram enviadas até o local do vazamento em três momentos distintos, mesmo com a presença confirmada de atmosfera explosiva pelos detectores de gás fixos.

A situação foi considerada controlada pelo comando da equipe de resposta, após a segunda equipe retornar da casa de bombas. A população da embarcação foi avisada para continuar suas atividades típicas, como por exemplo utilizar o elevador e se preparar para o almoço.

Por volta de 12h30, enquanto as pessoas se deslocavam para o almoço, a terceira equipe entrou na casa de bombas, com presença confirmada de gás, sendo esta equipe formada principalmente por pessoas inexperientes. A segunda equipe e outros membros técnicos da brigada encontraram-se nas proximidades para ajudar a terceira equipe. Após tentativas frustradas de utilizar mantas absorventes para conter o vazamento uma forte explosão ocorreu, ocasionando a morte de um funcionário.

A sobrepressão da explosão derrubou a porta de um elevador, causando impacto em todos os andares dentro das acomodações ocasionando o óbito imediato de quatro pessoas. Foi observado que a bomba de *stripping* foi operada com a descarga fechada em dias anteriores ao acidente, o que supostamente ocasionou o vazamento de condensado.

O flange de onde aconteceu o vazamento possuía uma raquete instalada, e há evidências que esta raquete não atendia a requisitos de especificação e à classe de pressão da tubulação. O acidente ocasionou severos danos para a plataforma, a morte de nove pessoas e vinte e seis feridos.

3. SEGURANÇA DE PROCESSOS

3.1. ENQUADRAMENTO

Durante a década de 60 algumas empresas começaram a analisar as causas dos acidentes que aconteciam em suas instalações, concluindo que os erros nos processos eram os responsáveis pela maioria dos acidentes, dando início ao estudo da Segurança de Processos. Ao longo dos anos o número de acidentes graves e suas consequências foram aumentando e consequentemente a importância do estudo deste tema também.

Os acidentes da *Deepwater Horizon* e P-36 ocorridos nos últimos anos, têm evidenciado que a gestão de Segurança de Processo na produção de petróleo *offshore* não tem sido tão efetiva. Porém, pode-se observar que esses acidentes apressaram o desenvolvimento de instrumentos reguladores e técnicos para o estabelecimento de procedimentos rigorosos de detecção de perigos e de avaliação de riscos. Isto demonstra que as grandes empresas e órgãos regulamentadores dos países estão preocupados e atentos a necessidade do estudo da segurança de processo. Isto pode ser confirmado pelas iniciativas internacionais, tanto por meio de normas e padrões como por meio de referências da literatura técnica.

As iniciativas mais marcantes da área foram:

- 1982 - Diretiva de SEVESO, Comunidade Europeia;
- 1993 - Convenção 174, Organização Internacional do Trabalho (OIT);
- 1996 - Diretiva SEVESO II, Comunidade Europeia;
- 2007 - *Risk Based Process Safety*, Estados Unidos da América ;
- 2000 - OSHA 3132 - *Process Safety Management*, Estados Unidos da América; e
- 2012 - Diretiva SEVESO III, Comunidade Europeia.

3.2. DEFINIÇÃO DE SEGURANÇA DE PROCESSO

A segurança na indústria de processo pode ser dividida em dois tipos: segurança ocupacional e segurança de processo. Os incidentes relacionados com Segurança Ocupacional são mais frequentes, mas provocam menores danos, geralmente tratam-se de acidentes de trabalhos típicos como quedas de altura, choque elétrico, atropelamento, entre outros. Por sua vez, na Segurança do Processo os acidentes acontecem com uma menor frequência, mas com danos consideravelmente mais severos. Exemplos disso seriam os acidentes causados por falha de integridade dos equipamentos do processo, como por exemplo vasos, torres, tubulações, etc.,

caracterizados por vazamentos, rupturas ou descontroles operacionais, os quais levam à perda de contenção de produtos perigosos e consequências severas, como explosões e incêndios.

A Segurança Ocupacional tem como objetivo garantir as condições de trabalho das pessoas, enquanto a Segurança de Processo tem como objetivo garantir as condições de operação de processos industriais. Desta forma, a segurança de processos enfoca em eventos de maior capacidade de dano e maior criticidade para as empresas e assim devem-se seguir diretrizes específicas para obter-se uma gestão de processos eficiente e adequada para este foco.

3.3. FATORES QUE INFLUENCIAM A SEGURANÇA DE PROCESSOS

A segurança do processo deve estar presente em todo o ciclo de vida das instalações industriais, Figura 6, desde a ideia inicial de negócio, durante a elaboração do projeto, da construção e funcionamento da instalação, passando pela manutenção, até o descomissionamento da instalação.

Um elemento crítico do sistema de gestão é a análise de riscos. Métodos e técnicas, para a realização da análise de perigos em todas as fases do ciclo de vida das instalações, devem ser bem elaborados e sistematizados para cumprir seu papel no gerenciamento do sistema. Métodos como Análise Preliminar dos Riscos (APR), Análise de Árvore de Falhas, HAZOP (*Hazard and Operability Studies* – Estudos de Perigo e Operabilidade) ou FMEA (Análise do Modo e Efeito de Falha) e Análise Crítica são alguns exemplos de métodos adequados e eficientes para o desenvolvimento de análise de riscos, ajudando na identificação de potenciais falhas de elementos de processo, antecipando consequências e elaborando medidas preventivas e intervenção eficazes para o processo.



Figura 6: Segurança de processos no ciclo de vida das Instalações.

Fonte: Elaboração própria (2018).

Abaixo se encontram fatores que influenciam e medidas que devem ser tomadas para se garantir a segurança de processos:

- **Projeto e construção:** O projeto das instalações industriais deve ser o mais simplificado possível eliminando o armazenamento de substâncias que não acrescentam valor, utilizando substâncias menos perigosas, equipando o processo com todos os dispositivos de proteção necessários e pensando na ergonomia para os usuários. E na fase de construção é necessário que seja garantido o controle de qualidade de todos os equipamentos para que se cumpram todos os requisitos do projeto e assim atingir o nível de segurança definido.
- **Operação e manutenção:** Devem ser executadas de acordo com procedimentos bem definidos, testados e comprovados, e principalmente devem seguir as instruções do fabricante dos equipamentos.
- **Plano de contingência:** Devem ser o último recurso para evitar acidentes industriais, ou minimizar as suas consequências, no entanto todas as pessoas devem conhecer estes planos para agirem com eficácia caso tenham que os por em prática.

- **Tempo de vida da instalação:** O envelhecimento deve ser avaliado em contínuo, ou periodicamente, para estimar o tempo de vida restante dos equipamentos e assim salvaguardar a sua integridade.
- **Fatores Humanos:** As falhas humanas podem estar associados a vários fatores que influenciam o comportamento humano. Assim, quanto mais dependente de fatores humanos for o processo, maior deve ser o investimento da organização no capital humano de modo a minimizar a probabilidade da ocorrência de erros e/ou violações.

3.4. CULTURA DE SEGURANÇA

O termo cultura de segurança surgiu inicialmente em um relatório inicial sobre o acidente de Chernobyl. A Organização Internacional do Trabalho (OIT, 2004) “define cultura de segurança de um país como o respeito ao direito à segurança no ambiente de trabalho, devendo os governantes, os empregadores e os trabalhadores participarem ativamente na defesa deste direito”. Além disso, o princípio da prevenção deve ser acordado como a mais alta prioridade.

O conceito de Cultura de Segurança definido por RICHTER e KOCH (2004) “*as the shared and learned meanings, experiences and interpretations of work and safety—expressed partially symbolically—which guide peoples’ actions towards risks, accidents and prevention*” (são as experiências vividas pelos membros da organização e os significados e as interpretações destas experiências, expressos, em parte, de forma simbólica, que servem como guia para as ações dos empregados frente aos riscos, aos acidentes e à prevenção). Segundo estes autores, a cultura de segurança é formada pelas relações sociais entre as pessoas dentro e fora das empresas e que pode mudar dependendo das condições ambientais e das relações sociais desenvolvidas. Para os autores, a cultura de segurança não é única, podem existir diferentes culturas em diferentes departamentos dentro de uma mesma organização.

A cultura de segurança é de extrema importância em todas as organizações, os acidentes graves ocorrem principalmente por conta de atos inseguros e podem ser originados também por condições internas da organização devido a deficiências em seu sistema de gestão de segurança, aumentando a criticidade dos acidentes.

De acordo com DO NASCIMENTO (2015) o termo “cultura de segurança” se refere a uma questão muito ampla, o empenho pessoal e a responsabilidade de todos os indivíduos envolvidos em qualquer atividade que tenha influência sobre a segurança das organizações. O ponto de partida para todas as ações necessárias às questões de segurança é da alta

administração das organizações. As políticas estabelecidas e implementadas asseguram as práticas corretas com o reconhecimento de sua importância, não apenas nas práticas em si, mas também no ambiente de consciência pela segurança que é criado.

3.5. GESTÃO DE SEGURANÇA DE PROCESSOS

De acordo com AICHE (2008) os perigos e riscos não são todos iguais ou causam as mesmas consequências. Riscos pessoais ou ocupacionais, como quedas e cortes, geralmente produzem efeitos sobre a pessoa acidentada. Entretanto, os riscos de processos podem levar a acidentes maiores, envolvendo a liberação de materiais perigosos, incêndios e/ou explosões. Estes ocasionam efeitos catastróficos, que podem resultar em múltiplas mortes e feridos, assim como danos financeiros, à propriedade e ao ambiente. Incidentes de segurança podem causar dano, tanto aos trabalhadores no interior do local de trabalho, como o público que reside nas vizinhanças. Por conta disto, a gestão da segurança de processo direciona seu foco no projeto e engenharia de instalações, análises de perigos e riscos, investigação de incidentes, gestão de mudança, inspeção, teste e manutenção de equipamentos, alarmes e controles de processo eficazes, procedimentos de operações e manutenção, formação do pessoal e fatores humanos.

A gestão de segurança de processo é reconhecida mundialmente como responsável pela redução de risco de acidentes graves e pelo processo de melhoria do desempenho da indústria. Ao longo dos últimos 20 anos, com o acontecimento de acidentes críticos na indústria, diretivas e regulamentos foram criados com o intuito de propor metodologias para a avaliação de riscos da segurança de processo e implantação de salvaguardas, ajudando as empresas a evitar esse tipo de incidentes. Estas diretivas foram elaboradas em países desenvolvidos como EUA e alguns países da Europa, e disseminaram pelo mundo a importância da utilização e implantação correta de sistemas de gestão de segurança de processos.

O máximo desempenho da Segurança do Processo apenas é atingido se for compreendido o ambiente operacional, se existe uma equipe competente para suportar o sistema, se é comunicado o que foi atingido e se é mantido o foco no objetivo (SILVA, 2014).

3.6. VANTAGENS E DESAFIOS DA GESTÃO DE SEGURANÇA DE PROCESSOS

A implementação de sistemas de segurança de processo possui vantagens importantes para o gerenciamento das instalações, entre elas pode-se citar:

- alinhamento dos objetivos da empresa com as exigências dos sistemas, possibilitando uma melhor conscientização para o uso dos recursos da

organização na implementação de controle de processo e equipamentos, assim como no treinamento e formação profissional dos funcionários;

- fornecimento de um suporte lógico, colocando em evidência todos os elementos que necessitam ser priorizados e monitorados;
- racionalização e melhoria de mecanismos de comunicação, políticas, procedimentos e de objetivos de acordo com regras universais;
- estabelecimento de uma cultura de segurança;
- diálogo com partes interessadas; distribuição de responsabilidades em todos os níveis da hierarquia da organização; suporte para melhoria contínua; e
- construção adequada de uma base de dados para auditoria e avaliação de resultados.

Embora a gestão de segurança de processos possua muitas vantagens, ela ainda apresenta muitos desafios que podem conduzi-la ao insucesso. Algumas dificuldades para a implementação de sistemas de gestão de segurança de processos seriam:

- cuidado no controle da produção de documentos e registros para evitar a parada do sistema com informação excessiva;
- adequado planejamento para a implantação do sistema, priorizando a ampla comunicação e introdução do sistema de gerenciamento para evitar resistência e suspeitas à mudança; e
- cuidado na estimativa de recursos a serem utilizados para a implementação de medidas de controle, para que não ocorra a utilização desnecessária destes recursos e que seja uma estimativa realista de custos globais em termos de tempo necessário, recursos humanos e gestão do sistema.

3.7. SISTEMAS DE GESTÃO DE SEGURANÇA DE PROCESSOS

A seguir são apresentadas as principais referências dos últimos anos para Sistemas de Gestão de Segurança (SGS) de Processo: Diretiva SEVESO III, Norma OSHA 3132 - *Process Safety Management* e do *Guidelines for Risk Based Process Safety (RBPS)*.

3.7.1 Requisitos da diretiva SEVESO III

A Diretiva foi nomeada com o nome “SEVESO” após a catástrofe na cidade de SEVESO que ocorreu na Itália em 1976, onde mais de 600 pessoas foram evacuadas e mais de

2000 foram tratadas de envenenamento por dioxinas. As graves consequências desse acidente levaram a comunidade científica e as autoridades responsáveis a adotar uma política comum em matéria de prevenção e de controle dos riscos de acidentes industriais graves.

Em 1982 foi publicada a Diretiva SEVESO I, em 1996 a Diretiva SEVESO II e em 2012 a Diretiva SEVESO III, as alterações entre cada uma das diretivas se deram a partir de lições aprendidas com acidentes ocorridos ao longo dos anos. A linha do tempo com as atualizações da Diretiva podem ser vista na Figura 7.

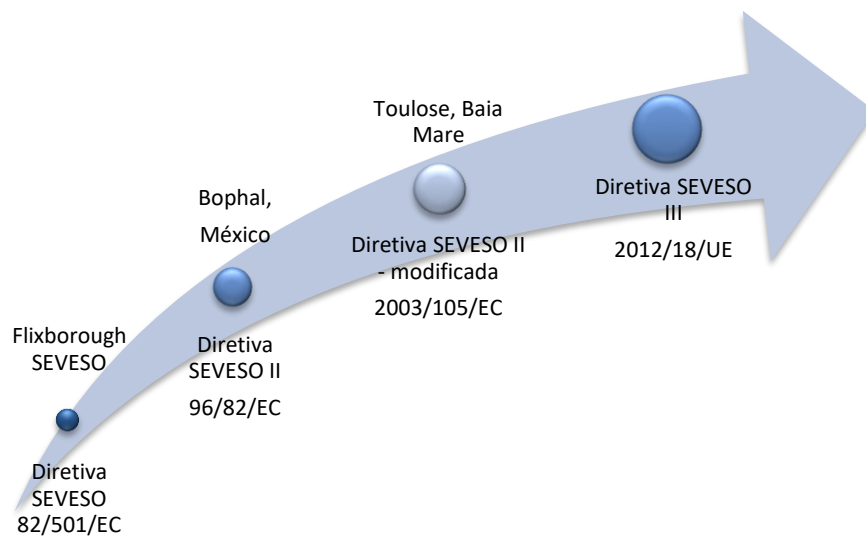


Figura 7: Diretivas SEVESO.
Fonte: Adaptado de D'Araújo (2013).

As diretivas SEVESO têm como objetivo a prevenção de acidentes graves que envolvem substâncias perigosas e a limitação das suas consequências para a saúde humana e para o ambiente. A Diretiva SEVESO III segue a mesma filosofia das diretivas SEVESO anteriores, mantendo os mesmos instrumentos e a mesma abordagem de enquadramento. A Figura 8 ilustra a filosofia da diretiva, passando pela avaliação e gestão do risco do estabelecimento, pelo ordenamento do território e pelos Planos de Emergência Externos (PEE).

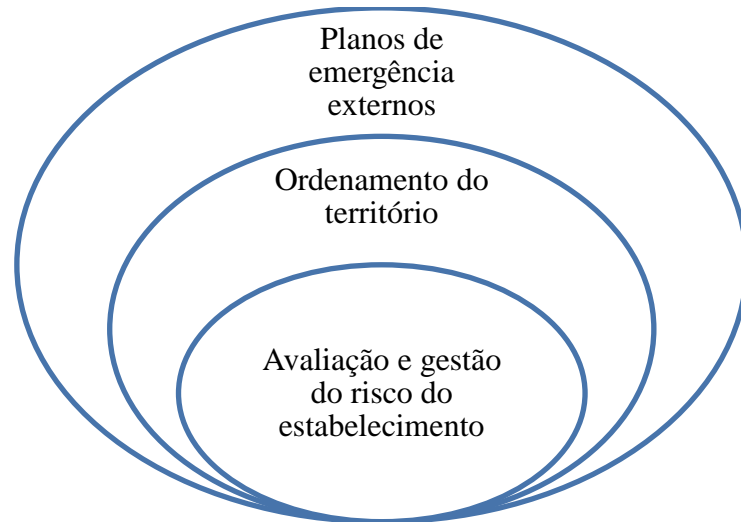


Figura 8: Filosofia de aplicação da Diretiva SEVESO.
Fonte: Adaptado do (UE, 2012).

As principais diferenças encontradas entre a Diretiva SEVESO II e a Diretiva SEVESO III são:

- O anexo de definição de substâncias perigosas deve ser alinhado de acordo com a alteração da classificação da União Europeia;
- Devem-se incluir mecanismos de correção futuros, para que se possa adaptar o anexo de definição de substâncias perigosas e assim permitir a inclusão ou exclusão de substâncias que representam ou não perigo de acidentes perigosos;
- Deve-se reforçar o acesso à informação para o público e partes interessadas e a sua participação no processo de decisão e de acesso à justiça, melhorando o formato com que a informação é levantada, gerida, documentada e fornecida ao público;
- Devem-se introduzir padrões mais rigorosos para as inspeções e instalações, e assegurar assim a implementação eficaz das medidas de proteção.

Seguem os principais itens tratados na Diretiva SEVESO III 2012/18/UE do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia (UE, 2012).

3.7.1.1. Obrigações Gerais do Operador

O operador deve tomar todas as medidas necessárias para prevenir acidentes graves e reduzir as suas consequências para a saúde humana e para o ambiente, e também deve provar à autoridade competente, que tomou todas as medidas necessárias previstas na Diretiva.

3.7.1.2. Notificação

O operador deve enviar uma notificação à autoridade competente com as seguintes informações: nome e endereço completo do operador e do estabelecimento; sede social e endereço completo; informações sobre as substâncias perigosas e a categoria de substâncias presentes ou suscetíveis de estarem presentes; quantidade e forma física das substâncias perigosas presentes; atividade exercida ou prevista nas instalações; e área circundante do estabelecimento e os fatores suscetíveis de causarem um acidente grave ou de agravarem as suas consequências.

A notificação ou versão atualizada da mesma deve ser enviada à autoridade competente nos prazos previstos na Diretiva. E o operador deve informar a autoridade competente, antecipadamente, dos seguintes acontecimentos: aumento ou diminuição na quantidade ou mudança da natureza ou do estado físico das substâncias perigosas presentes, ou alteração relevante dos processos utilizados; modificação de instalações que possam representar perigos de acidentes graves; e a desativação ou encerramento de instalações.

3.7.1.3. Política de Prevenção de Acidentes Graves

O operador deve redigir um documento que defina a sua política de prevenção de acidentes graves (PPAG) e cuidar para que seja aplicada corretamente. Esta tem como objetivo assegurar um elevado nível de proteção da saúde humana e do ambiente, incluindo em seu desenvolvimento os seguintes pontos: estabelecer os objetivos e princípios de ação gerais, o papel e a responsabilidade da administração, e seu empenho na melhoria contínua do controle dos perigos de acidentes graves, e assegurar um nível de proteção elevado.

A PPAG deve ser elaborada e, caso exigido, enviada às autoridades competentes nos prazos definidos na Diretiva. O operador deve rever periodicamente a política e atualizá-la sempre que necessário, no mínimo de cinco em cinco anos. A PPAG deve ser aplicada por um sistema de segurança adequado, proporcionalmente à complexidade da organização.

3.7.1.4. Efeito Dominó

A autoridade competente, baseando-se nas informações transmitidas pela indústria, ou devido a pedidos de informações adicionais, deve identificar todas as instalações onde o risco ou as consequências de um acidente grave possam ser catastróficos, seja devido à posição geográfica, e/ou à proximidade com estabelecimentos e/ou devido ao conjunto de substâncias perigosas presentes no local.

Os operadores dos estabelecimentos devem realizar uma troca de informações para que estes estabelecimentos possam entender a natureza e extensão do perigo global de acidente grave em todas suas políticas, como nas suas PPAG, nos sistemas de gestão de segurança (SGS), nos seus relatórios de segurança e nos seus planos de emergência internos. Os estabelecimentos devem cooperar na divulgação de informação ao público na vizinhança dos empreendimentos e à autoridade responsável pela elaboração dos planos de emergência externos.

3.7.1.5. Relatório de Segurança

Os operadores de estabelecimentos devem elaborar relatórios de segurança objetivando: demonstrar que são aplicadas PPAG e SGS; apresentar relatórios com a identificação dos perigos e os possíveis cenários de acidentes graves, e que foram tomadas as medidas necessárias para preveni-los e para limitar as suas consequências; demonstrar que tomou em conta a questão da segurança adequadamente no seu planejamento, construção, exploração e na manutenção das instalações, locais de armazenagem, equipamentos e infraestruturas relativos ao seu funcionamento, que estão relacionados com os perigos de acidente grave no estabelecimento; demonstrar que foram definidos planos de emergência internos e apresentar os elementos que permitam a elaboração de planos de emergência externos; e assegurar que as autoridades competentes são suficientemente informadas.

O relatório de segurança deve conter pelo menos os elementos e informações requeridos na Diretiva, deve designar as organizações relevantes implicadas na elaboração do relatório, e deve ser enviado às autoridades competentes nos prazos definidos na Diretiva. Este deve ser revisto periodicamente, atualizando-o sempre que necessário. O operador deve também rever o relatório de segurança sempre na sequência de um acidente grave no estabelecimento, caso ocorra a atualização de tecnologia de algum equipamento ou caso ocorra o pedido de autoridades competentes.

As autoridades competentes devem, num prazo razoável, desenvolver os relatórios apresentados para atividades que irão entrar em funcionamento ou antes de início de construções de instalações, com suas conclusões sobre a análise do relatório de segurança e se necessário proibir que o estabelecimento entre ou continue em funcionamento.

3.7.1.6. Alteração de uma instalação ou de um estabelecimento

Em caso de alterações em uma instalação, mudanças de um processo ou alterações na natureza, forma física ou das quantidades de substâncias perigosas, onde estas alterações

possam desenvolver sérias consequências, os Estados-Membros determinam que o operador reveja a notificação, a PPAG, os SGS e o relatório de segurança.

Deve-se ainda atualizar sempre que necessário e fornecer às autoridades competente todos os elementos relativos a tais atualizações antes de efetuar quaisquer alterações.

3.7.1.7. Planos de Emergência

O operador em todos os estabelecimentos deve elaborar um plano de emergência interno relativo às medidas a serem aplicadas no interior do estabelecimento e informar às autoridades competentes as informações necessárias, para que estas possam elaborar os planos de emergência externos adequadamente. Após receberem as informações as autoridades competentes possuem o prazo de dois anos para elaborarem o plano de emergência externo.

Os seguintes objetivos devem estar presentes nos planos de emergência: controlar os incidentes de modo a minimizar os seus efeitos e a reduzir os danos ocasionados; aplicar as medidas necessárias à proteção da saúde humana e do ambiente; comunicar as informações necessárias ao público e aos serviços e/ou autoridades relevantes do local; e prever disposições para a reabilitação e o saneamento do ambiente após a ocorrência de um acidente grave.

Durante a elaboração dos planos internos de emergência deve ser incluída a consulta a todos trabalhadores da instalação, relacionados com os processos.

Para o plano de emergência externo o público interessado deve ter a possibilidade de emitir a sua opinião sobre este durante a sua elaboração ou sempre que forem modificados.

Os planos de emergência internos e externos devem ser testados e atualizados sempre que necessário, pelas autoridades responsáveis, dentro de um prazo que não deve ser maior que três anos. A revisão deve sempre levar em conta alterações ocorridas, novos conhecimentos técnicos adquiridos e novas medidas de controle possíveis de serem adotadas em caso de acidentes graves.

Os planos de emergência devem ser aplicados sem demora pelo operador e autoridades competentes designadas sempre que ocorra um acidente grave ou quando se verifique um incidente não controlado do qual possa advir um acidente grave.

3.7.1.8. Ordenamento do Território

Os objetivos de prevenção de acidentes graves e de limitação das suas consequências para a saúde humana e para o ambiente devem ser levados em conta nas políticas de uso do solo dos Estados-Membros. Os objetivos devem ser alcançados através do controle:

- No estabelecimento de novas instalações;

- Nas alterações dos estabelecimentos já existentes;
- Nas modificações no ordenamento da área onde se encontra o estabelecimento (vias de circulação, zonas residenciais), que possam aumentar o risco de acidentes graves, tanto na frequência quanto na gravidade de suas consequências.

Os procedimentos para alcançar estes objetivos devem levar em conta a necessidade de manter distâncias de segurança adequadas entre os estabelecimentos e as edificações ao redor e, na medida do possível, as principais vias de circulação. Devem-se proteger as zonas naturais de interesse particular, situadas nas imediações dos estabelecimentos, e no caso dos estabelecimentos existentes, tomar medidas técnicas complementares, de modo a não aumentar os riscos para a saúde humana e para o ambiente.

Os Estados-Membros devem assegurar que todas as autoridades competentes e todos os serviços de ordenamento habilitados criem procedimentos de consulta para facilitar a aplicação das políticas adotadas.

Os procedimentos devem ser elaborados de forma que os operadores apresentem informações suficientes sobre os riscos associados ao estabelecimento e apresentem um parecer técnico sobre esses riscos, com base na análise de um caso concreto ou em critérios gerais.

3.7.1.9. Informação ao Público

As informações devem estar à disposição do público de forma permanente, por via eletrônica, e em caso de alterações, devem-se fazer atualizações. Os Estados-Membros devem assegurar que todas as pessoas suscetíveis de serem atingidas por um acidente grave recebam regularmente e de forma adequada informações claras sobre as medidas de segurança a tomar e a conduta a adotar em caso de acidente; o relatório de segurança e o inventário das substâncias devem ser disponibilizado ao público.

Essas informações são igualmente fornecidas a todos os estabelecimentos vizinhos e zonas de utilização pública, de cinco em cinco anos e periodicamente revistas e atualizadas sempre que necessário.

Os Estados-Membros devem disponibilizar ao restante dos Estados-Membros, que podem ser afetados pelos efeitos de um acidente grave, informações suficientes sobre a possibilidade de tal acidente para que esses possam aplicar, se necessário, as disposições pertinentes.

3.7.1.10. Consulta pública e participação no processo de decisão

Os Estados-Membros devem assegurar que o público interessado possa dar a sua opinião sobre projetos nos seguintes casos: na elaboração dos projetos de novos estabelecimentos; em alterações significativas nos estabelecimentos já existentes; e quando ocorrer novo ordenamento nas imediações de estabelecimentos, que sejam capazes de aumentar o risco de um acidente grave ou de agravar as suas consequências.

Com relação aos projetos individuais específicos, o público deve ser informado, através de avisos públicos ou por outros meios no início do processo de tomada de decisão ou logo que seja possível dos seguintes objetos: o projeto específico; o fato de um projeto estar sujeito a uma avaliação de impacto ambiental nacional ou transfronteiriço; dados detalhados relativos à autoridade competente responsável pela tomada de decisões; a natureza de eventuais decisões ou do projeto de decisão; a data e os locais em que a informação será disponibilizada, e os meios de disponibilização; e as modalidades de consulta e participação do público.

Os Estados-Membros devem assegurar que o público interessado tenha o direito de apresentar as suas observações e opiniões e efetivamente participar do processo de tomada de decisão de um projeto em relação às matérias ambientais.

3.7.1.11. Informações a prestar e medidas a tomar pelos operadores após um acidente grave

Após um acidente grave, o operador é obrigado a informar à autoridade competente, o mais rapidamente possível, as circunstâncias do acidente, as substâncias perigosas implicadas, os dados disponíveis para avaliar os efeitos do acidente, e as medidas de emergência tomadas. Deve-se também informar as medidas previstas para diminuir os efeitos do acidente a médio e longo prazo, e evitar que este se repita; e atualizar as informações fornecidas, se novos elementos forem encontrados.

3.7.1.12. Medidas a tomar pela autoridade competente após um acidente grave

Após um acidente grave, a autoridade competente deve ser incumbida pelos Estados-Membros a:

- certificar-se que estejam sendo tomadas todas as ações de emergência e medidas de médio e longo prazo necessárias; recolher as informações necessárias para uma análise completa do acidente;
- formular recomendações relativas às futuras medidas de prevenção;
- informar as pessoas suscetíveis de serem afetadas sobre o acidente e sobre as medidas tomadas para diminuir as suas consequências.

3.7.1.13. Informações a prestar pelos Estados-Membros após um acidente grave

Os Estados-Membros devem fornecer as seguintes informações a Comissão dos Acidentes Graves: nome do Estado-Membro, nome e endereço da autoridade responsável pela elaboração do relatório; data, hora e local do acidente; descrição breve das circunstâncias do acidente; descrição sucinta das medidas de emergência adotadas e das precauções imediatas necessárias para evitar que o acidente se repita; e o resultado da sua análise e suas recomendações.

Os Estados-Membros devem comunicar à Comissão o nome e o endereço de qualquer órgão capaz de possuir informações sobre acidentes graves e que se encontre em condições de aconselhar as autoridades competentes que necessitem de intervir em caso de ocorrência de um acidente catastrófico.

3.7.1.14. Proibição de funcionamento

Os Estados-Membros proíbem o funcionamento ou a entrada em serviço de uma instalação se as medidas adotadas pelo operador para a prevenção e a redução de acidentes graves forem insuficientes e podem também proibir o funcionamento ou a entrada em serviços se o operador não tiver apresentado, em tempo determinado, a notificação ou outras informações previstas na Diretiva.

3.7.1.15. Inspeções

Os Estados-Membros asseguram que as autoridades competentes organizem um sistema de inspeções, sendo que estas devem ser adequadas ao tipo de estabelecimento em causa. As inspeções devem ser realizadas de forma a permitir uma análise estruturada e organizada dos sistemas técnicos, de organização e de gestão utilizados pelo estabelecimento, tendo em vista assegurar que: o operador possa provar que tomou as medidas adequadas para prevenir acidentes graves; o operador possa provar que previu os meios adequados para reduzir as consequências dos acidentes graves *in situ* e no exterior; e os dados e informações incluídos no relatório de segurança refletem a real situação do estabelecimento.

Os Estados-Membros asseguram que todas as instalações sejam compreendidas por um plano de inspeção, e que esse plano seja revisto periodicamente e atualizado sempre que necessário. O plano de inspeção inclui a avaliação geral das questões de segurança relevantes; a zona geográfica abrangida pelo plano de inspeção; lista dos estabelecimentos abrangidos por ele; a lista dos grupos de estabelecimentos que possam estar sujeitos a um efeito dominó; a lista dos estabelecimentos em que a existência de riscos ou fontes de perigo externos específicos

possa aumentar o risco ou as consequências de um acidente grave; os procedimentos para a realização das inspeções de rotina, incluindo os programas dessas inspeções; os procedimentos para a realização das inspeções extraordinárias; e as disposições relativas à cooperação entre as diferentes autoridades de inspeção.

A apreciação sistemática da periculosidade dos estabelecimentos baseia-se nos seguintes critérios: impacto potencial dos estabelecimentos; histórico de cumprimento dos requisitos da Diretiva; e se for o caso disso, devem ser levadas em conta as conclusões pertinentes das inspeções realizadas por força de outra legislação da União.

Devem ser realizadas inspeções para investigar, o mais rapidamente possível, as queixas graves, os acidentes graves e quase acidentes, os incidentes e a ocorrência de violações. Dentro do prazo de quatro meses após cada inspeção, a autoridade competente deve comunicar ao operador as conclusões da inspeção e todas as medidas cuja necessidade foi identificada, e o operador deve adotar as medidas necessárias num prazo razoável após o recebimento desta informação. Se uma inspeção tiver detectado um não cumprimento importante da Diretiva, uma nova inspeção deve ser realizada no prazo de seis meses.

Os Estados-Membros devem assegurar que os operadores ofereçam às autoridades competentes toda a assistência necessária que lhes permita realizar as inspeções e recolher as informações necessárias para o exercício das suas atribuições.

3.7.1.16. Intercâmbio e sistema de informações

Os Estados-Membros e a Comissão veiculam entre si informações sobre a experiência adquirida na prevenção de acidentes graves e de redução das suas consequências. Os Estados-Membros devem divulgar à Comissão o nome ou designação comercial do operador e endereço completo do estabelecimento em questão; e as atividades do estabelecimento.

A Comissão elabora e mantém atualizada uma base de dados que contém as informações facultadas pelos Estados-Membros, sendo o acesso à base de dados limitado às pessoas autorizadas. A Comissão deve divulgar ao público a parte não confidencial dos dados.

A Comissão também elabora e mantém à disposição dos Estados-Membros uma base de dados que reúne os dados relativos aos acidentes graves ocorridos nos seus territórios com os seguintes intuito: divulgar rapidamente a todas as autoridades competentes as informações fornecidas pelos Estados-Membros; comunicar a análise das causas dos acidentes, bem como as lições aprendidas; informar as medidas preventivas tomadas; e fornecer informações sobre os órgãos que se encontrem em condições de aconselhar ou divulgar informações sobre a ocorrência, a prevenção e a atenuação das consequências.

3.7.1.17. Acesso à informação e confidencialidade

Os Estados-Membros asseguram que a autoridade competente seja obrigada a disponibilizar quaisquer informações que obtenha por força da Diretiva a qualquer pessoa singular ou coletiva que as solicite. A divulgação de quaisquer informações exigidas pode ser recusada ou restringida pela autoridade competente, caso sejam preenchidas as condições previstas na Diretiva

A divulgação das informações completas obtidas pela autoridade competente, pode ser por esta recusada, caso o operador tenha solicitado que determinadas partes não sejam divulgadas. Nestes casos, após a autoridade ter dado o seu acordo, o operador deve apresentar à autoridade competente um relatório ou inventário alterado que exclui estas informações.

3.7.2 Requisitos norma OSHA 3132 - *Process Safety Management*

A norma OSHA 3132 - *Process Safety Management* (PSM) foi publicada no ano 2000 e define os requisitos de um sistema de Gestão de Segurança de Processos.

O principal objetivo do PSM é a análise de risco do processo (PHA - *Process Hazards Analysis*), onde os empregadores devem identificar os processos que representam os maiores riscos e analisá-los. A análise envolve uma revisão detalhada dos incidentes e quais as medidas de controle que devem ser implementadas para se evitar qualquer tipo de incidente.

A OSHA (2000) esclarece as responsabilidades de cada um dos envolvidos em processos industriais, de forma a garantir que a segurança seja responsabilidade de todos. A norma também exige procedimentos operacionais escritos; treinamento de funcionários; revisões de segurança de prestação de serviços; avaliação da integridade mecânica dos equipamentos críticos; e procedimentos escritos para a gestão de modificações.

O sistema ainda especifica um sistema de permissão de trabalho para liberação de trabalhos a quentes; planos de emergência e planos de ação e auditorias de conformidade, as quais devem ser realizadas a cada três anos.

A seguir é apresentado um resumo de todos os itens tratados na norma (OSHA , 2000).

3.7.2.1 Responsabilidades

Os empregadores das empresas com processos industriais são responsáveis por: desenvolver e manter informações de segurança por escrito; realizar uma avaliação dos riscos da instalação e estimar os seus efeitos sobre a saúde e segurança dos trabalhadores; envolver os funcionários e os seus representantes no desenvolvimento e condução de avaliações de risco e

elaboração de planos de prevenção de acidentes; estabelecer um sistema para responder à avaliação de riscos no local de trabalho; rever periodicamente a avaliação dos riscos no local de trabalho e o plano de emergência; desenvolver e implementar procedimentos operacionais escritos para os processos; disponibilizar aos funcionários informações operacionais e de segurança escritas e a formação relacionada; assegurar que empreiteiros e funcionários contratados possuam a formação adequada à função a desempenhar; treinar e educar os funcionários e prestadores de serviços em situações de emergência.

Deve-se ainda estabelecer um programa de garantia de qualidade para os equipamentos relacionados com o processo, materiais de manutenção e peças de reposição; estabelecer sistemas de manutenção dos equipamentos críticos para o processo, incluindo formação e procedimentos escritos para inspeções e testes desses equipamentos, para garantir a sua integridade mecânica; estabelecer e implementar procedimentos escritos para modificação ou substituição de equipamentos e para alteração de produtos químicos, tecnologia, equipamentos e instalações; e por fim investigar cada incidente que resulte em, ou poderia ter resultado, num acidente grave no local de trabalho, com as conclusões revistas pelos funcionários, implementando as modificações necessárias, se for o caso.

3.7.2.2 Informação de Segurança do Processo

Os empregadores devem desenvolver documentos sobre segurança de processo antes de realizar qualquer análise de risco. Estes documentos ajudarão os envolvidos no funcionamento do processo a identificar e compreender os perigos que o processo possui envolvendo os produtos perigosos. Nestes documentos devem constar: informações sobre os perigos dos produtos utilizados ou produzidos pelo processo e informações sobre a tecnologia e os equipamentos utilizados no processo.

As informações sobre os produtos perigosos devem consistir no mínimo de: toxicidade; limites de exposição admissíveis; dados físicos; dados de reatividade; dados de corrosividade; dados de estabilidade térmica e química e os efeitos perigosos de mistura acidental de diferentes produtos. Sobre as tecnologias do processo, as informações que devem ser apresentadas deverão ser: um diagrama de fluxo simplificado do processo; os processos químicos envolvidos; o inventário máximo previsto; os limites superiores e inferiores seguros para variáveis como temperaturas, pressões, fluxos ou composições; e uma avaliação das consequências dos desvios, inclusive aqueles que afetam a segurança e a saúde dos funcionários.

As informações sobre os equipamentos no processo devem incluir: materiais de construção; tubagens e diagramas de instrumentos; classificação elétrica; projeto do sistema de emergência e do sistema de ventilação; códigos de projetos e normas utilizadas; balanços energéticos dos processos; e os sistemas de segurança.

O empregador deve informar e arquivar documentos comprovando que o equipamento está em conformidade com as boas práticas reconhecidas de engenharia e para os equipamentos existentes o empregador deve especificar e documentar que este foi projetado, inspecionado, testado e operado de forma segura.

3.7.2.3 Análise de Riscos do Processo - PHA (*Process Hazards Analysis*)

O empregador deve realizar uma análise inicial de risco do processo em todos os processos, sendo a metodologia de análise escolhida compatível com a complexidade do processo. Os empregadores devem determinar e documentar a ordem de prioridade para a realização de análises de risco do processo, sendo esta ordem determinada a partir de considerações quanto à extensão dos riscos do processo, o número de funcionários envolvidos, a idade e o histórico operacional do processo.

Todas as análises de risco de processo devem ser atualizadas no mínimo a cada cinco anos e o empregador para determinar e avaliar os riscos deve usar uma combinação de alguns dos seguintes métodos: *What-if*; *checklist*; *what-if/checklist*; *Hazard and operability study* (HAZOP); *Failure mode and effects analysis* (FMEA); análise da árvore de falhas; ou um outro método equivalente.

A análise do risco do processo deve abordar os perigos do processo; a identificação de qualquer incidente anterior que tenha potencial para consequências catastróficas no local de trabalho; controles de engenharia e administrativos aplicáveis aos perigos; consequências da falha no controle de engenharia ou operacional; localização da instalação; fatores humanos; e uma avaliação qualitativa de uma série de possíveis efeitos de segurança e na saúde dos funcionários no local de trabalho, se houver uma falha nos controles.

A análise de risco deve ser realizada por uma equipe experiente, sendo um dos componentes da equipe especialista nos métodos de análise de risco que serão usados. A equipe deve incluir pelo menos um funcionário que tenha experiência e conhecimento do processo avaliado.

O empregador deve estabelecer um sistema para abordar prontamente as descobertas e recomendações da equipe; garantir que as recomendações sejam resolvidas em tempo hábil e que as resoluções sejam documentadas. Os empregadores devem também manter arquivados e

disponibilizar à OSHA, mediante solicitação, análises de riscos e atualizações ou revalidação para cada processo coberto pelo PSM (OSHA , 2000).

3.7.2.4 Procedimentos operacionais

O empregador deve desenvolver e implementar procedimentos operacionais escritos, que forneçam instruções claras para a realização segura de atividades envolvidas em cada processo. As tarefas e procedimentos relacionados aos processos devem ser consistentes e bem comunicadas aos funcionários e devem estar facilmente acessíveis. Os procedimentos devem abordar os seguintes elementos:

- Passos para cada fase operacional: arranque de processo; operações de rotina e temporárias; desligamento e operações de emergência; desligamento manual; e re-arranque após paragem normal ou após um desligamento de emergência.
- Limites operacionais: consequências do desvio e passos necessários para corrigir ou evitar desvios; considerações sobre segurança e saúde, propriedades e perigos apresentados pelos produtos químicos utilizados no processo; precauções necessárias para evitar a exposição, incluindo controles de engenharia, administrativos e equipamentos de proteção individual; medidas de controle a serem tomadas se ocorrer contato físico ou exposição ao ar; controle de qualidade de matérias-primas e controle de níveis de estoque de produtos perigosos.

Os procedimentos operacionais devem ser revistos anualmente e/ou sempre que necessário. O empregador deve desenvolver e implementar práticas de trabalho seguras para prever o controle dos perigos durante atividades de trabalho, e estas devem ser aplicadas para todos os funcionários nas instalações.

3.7.2.5 Participação dos funcionários

Os empregadores devem desenvolver um plano de ação escrito para implementar a participação dos funcionários e devem consultar estes e seus representantes sobre a condução e o desenvolvimento de análises de riscos do processo e sobre o desenvolvimento dos outros elementos do gerenciamento de processos.

3.7.2.6 Treinamento de funcionários

O PSM exige que cada funcionário atualmente envolvido na operação de um processo deve ser treinado sobre o processo e em seus procedimentos operacionais. O treinamento deve

abordar os riscos específicos de segurança e saúde do processo, operações de emergência, e outras práticas de trabalho seguras que possam ser aplicáveis.

O treinamento de atualização deve ser fornecido pelo menos a cada três anos, ou quando for necessário, para cada funcionário envolvido no processo. O empregador deve determinar se cada funcionário que opera um processo recebeu e compreendeu o treinamento exigido pelo PSM, e ainda, deve manter um registro com o nome do empregado, a data do treinamento e como o empregador verificou que o funcionário compreendeu o treinamento.

3.7.2.7 Prestadores de Serviços

O PSM inclui disposições especiais para prestadores de serviços. Portanto, aplicam-se aos contratados que realizam atividades de manutenção ou reparo, renovações ou trabalhos especializados diretamente ligados ao processo ou seus equipamentos.

Ao selecionar um contratado, o empregador deve: avaliar as informações sobre o desempenho e os programas de segurança do empregador do contrato; deve informar os empregadores contratados dos riscos potenciais conhecidos relacionados ao trabalho; explicar aos empregadores contratados as disposições aplicáveis do plano de ação de emergência; desenvolver e implementar práticas de trabalho seguras; avaliar periodicamente o desempenho dos empregadores contratados no cumprimento de suas obrigações; e manter uma ficha de medicina do trabalho para cada funcionário.

O empregador do contrato deve se: certificar que os empregados contratados são treinados nas práticas de trabalho necessárias para realizar seu trabalho com segurança; certificar-se de que os empregados contratados sejam instruídos sobre os potenciais perigos relacionados ao seu trabalho e ao processo e nas disposições aplicáveis do plano de emergência; documentar que cada funcionário contratado recebeu e compreendeu o treinamento exigido; certificar-se de que cada trabalhador contratado siga as regras de segurança da instalação; e aconselhar o empregador de quaisquer eventuais riscos apresentados pelo contrato de trabalho.

3.7.2.8 Implementação da Gestão da Segurança do Processo

O sistema PSM exige que o empregador realize uma revisão de segurança antes do início das operações para novas instalações e/ou para instalações modificadas quando a modificação apresentada for significativa o suficiente para exigir uma alteração nas informações de segurança do processo.

Antes da introdução de um produto perigoso em um processo, a revisão de segurança pré-arranque deve confirmar que: a construção e os equipamentos estão de acordo com as

especificações de projeto; os procedimentos de segurança, operação, manutenção e emergência estão em vigor e são adequados; uma análise de risco do processo foi realizada para novas instalações e as recomendações foram resolvidas ou implementadas antes da inicialização; e o treinamento de cada funcionário envolvido no funcionamento do processo foi concluído.

3.7.2.9 Integridade Mecânica

Para manter a integridade mecânica dos equipamentos críticos do processo é necessário garantir que eles foram projetados, instalados e funcionam corretamente. Os requisitos de integridade mecânica aplicam-se aos vasos de pressão e tanques de armazenamento; tubagens; sistemas e dispositivos de alívio e ventilação; sistemas de paragem de emergência; controles; e bombas.

O empregador deve desenvolver procedimentos escritos para manter a integridade contínua do equipamento de processo e os funcionários envolvidos na manutenção do equipamento devem ser treinados para terem uma visão geral do processo e seus perigos.

Inspeções e testes devem ser realizados nos equipamentos, sendo que a frequência destes deve estar em conformidade com as recomendações do fabricante e boas práticas de engenharia, ou mais frequentemente, se for determinado como necessário por experiência operacional anterior. Toda inspeção e teste devem ser documentados, identificando a data da inspeção ou teste, o nome da pessoa que realizou, o número de série ou outro identificador do equipamento em que a inspeção ou teste foi realizado, uma descrição da inspeção ou teste realizado, e os resultados deste procedimento.

Ao encontrarem deficiências de equipamento fora dos limites aceitáveis definidos pelas informações de segurança do processo, estas devem ser corrigidas antes do equipamento ser utilizado. O empregador deve garantir que o equipamento foi fabricado adequadamente para a aplicação do processo para o qual ele será utilizado e devem ser realizadas inspeções adequadas para garantir que o equipamento esteja instalado corretamente e esteja em conformidade com as especificações de projeto e as instruções do fabricante.

3.7.2.10 Trabalhos com Libertação de Calor

Uma permissão de trabalho deve ser emitida para operações de trabalho a quente realizadas em ou perto de um processo. A licença deve ser mantida arquivada até a conclusão do trabalho. Na licença devem constar os requisitos de prevenção e proteção contra incêndio; deve indicar a(s) data(s) autorizada(s) para o trabalho a quente; e identificar o objeto no qual o trabalho será executado.

3.7.2.11 Gestão de Modificações

As modificações ocorridas em um processo devem ser estudadas detalhadamente para avaliar as mudanças nos procedimentos operacionais e o seu impacto na segurança e saúde dos funcionários. Procedimentos escritos devem ser estabelecidos para gerenciar mudanças e estes procedimentos devem garantir que as seguintes considerações sejam abordadas antes de qualquer alteração: a justificativa técnica para a mudança proposta; o impacto da mudança na segurança e saúde dos funcionários; o impacto nos procedimentos operacionais; o período de tempo necessário para a mudança; e os requisitos de autorização para a alteração proposta.

Os funcionários cujas tarefas de trabalho serão afetadas por uma mudança no processo devem ser informados e treinados na mudança antes da inicialização do processo.

3.7.2.12 Análise de Incidentes

Deve-se investigar todo incidente que resultou, ou poderia ter resultado, em uma liberação catastrófica de um produto perigoso no local de trabalho. A investigação do incidente deve ser iniciada imediatamente ou o mais rapidamente possível, sendo a investigação realizada por uma equipe composta por pelo menos uma pessoa conhecedora do processo envolvido e outras pessoas especialistas em investigação e análise de acidentes.

Um relatório de investigação deve ser preparado com as seguintes informações: data do incidente; data de início da investigação; descrição do incidente; fatores que contribuíram para o incidente; e recomendações resultantes da investigação. O relatório de investigação de incidentes deve ser mantido pelo empregador por 5 anos.

Deve ser estabelecido um sistema para aplicar e resolver os resultados e as recomendações do relatório do incidente. As resoluções e as ações corretivas devem ser documentadas e o relatório revisado por todos os funcionários afetados.

3.7.2.13 Plano de Emergência

Se ocorrer um incidente, é essencial que os trabalhadores estejam conscientes e capazes de executar o treinamento de emergência. Deve ser desenvolvido um plano de ação de emergência e implementado de acordo com as disposições legais.

3.7.2.14 Auditorias de Conformidade

Para garantir que o gerenciamento da segurança do processo seja efetivo, os empregadores devem certificar que avaliaram o cumprimento das disposições do PSM no mínimo a cada três anos. As auditorias de conformidade devem ser conduzidas por pelo menos

uma pessoa conhecedora do processo. Os resultados da auditoria devem ser desenvolvidos e documentados em um relatório, observando as deficiências que foram corrigidas. Deve-se manter arquivados os dois últimos relatórios de auditoria de conformidade.

3.7.2.15 Confidencialidade

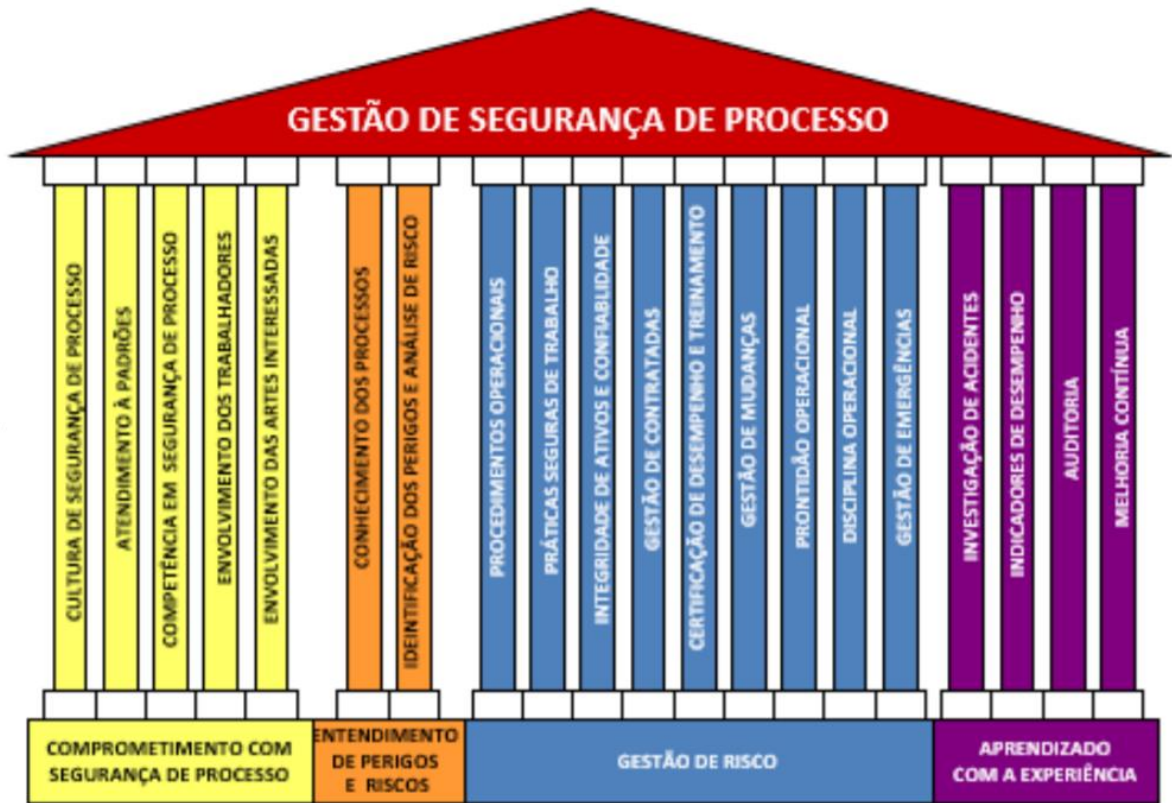
Os empregadores devem disponibilizar todas as informações necessárias para: as pessoas responsáveis pela compilação das informações de segurança do processo; as que desenvolvem a análise de risco; os responsáveis pelo desenvolvimento dos procedimentos operacionais; e aqueles que realizam investigações de incidentes, planejamento e resposta de emergência e auditorias de conformidade. O empregador pode exigir que essas pessoas entrem em acordos de confidencialidade para a não divulgação de informações.

3.7.3 Requisitos do Guidelines for Risk Based Process Safety (RBPS)

A abordagem do Guia de Segurança de Processo Baseada em Risco (*Guidelines for Risk Based Process Safety* - RBPS) reconhece que nem todos os riscos e perigos são iguais e, conseqüentemente, concentra mais recursos em riscos e perigos maiores. Dessa forma, uma quantidade limitada de recursos da empresa pode ser alocada da forma devida para melhorar tanto o desempenho de segurança da instalação quanto o desempenho do negócio. O RBPS é baseado em quatro pilares: compromisso com a segurança de processo; entendimento dos perigos e riscos; gestão de risco; e aprender a partir da experiência.

Cada um desses pilares pode ser implantado pelas empresas de modo flexível e apropriado, com base nas circunstâncias da empresa e locais. Os 20 elementos do RBPS no Quadro 2 foram originados a partir dos elementos do PSM do CCPS originais, englobando anos de experiência com a implantação de gestão de segurança de processo, melhores práticas vindas das indústrias e as diversas exigências regulatórias do mundo inteiro. De acordo com Petrobras (2014) esses novos elementos ajudam a eliminar as lacunas e inconsistências que contribuem para as falhas da PSM e podem ser projetados e implantados em diferentes níveis de rigor para otimizar o desempenho, eficiência e a eficácia da gestão de segurança de processo.

Quadro 2: 20 Elementos de Segurança de Processo Baseada em Risco (RBPS).



Fonte: Adaptado de Petrobras (2014).

A seguir é apresentada uma síntese de cada um dos 20 elementos apresentados no RBPS do CCPS.

3.7.3.1 Cultura da Segurança de Processo

A cultura de segurança de processos é definida como a combinação de comportamentos e valores de um determinado grupo onde esta combinação determinará a maneira como o gerenciamento da segurança de processos de uma instalação irá acontecer. A cultura se desenvolve quando os trabalhadores identificam determinadas atitudes e comportamentos mais seguros proporcionando benefícios para todos. A cultura de segurança de processos é uma questão importante para a organização na medida em que ajuda a empresa no controle de riscos de processos.

Os seguintes princípios-chave devem ser tratados ao se desenvolver, avaliar, ou aprimorar o sistema de gerenciamento para a cultura de segurança de processos:

- Manter uma prática confiável: significa assegurar que a prática seja executada consistentemente através do tempo. Deve-se estabelecer a segurança de processos como um valor essencial, fornecer uma liderança forte, estabelecer e consolidar altos padrões

de desempenho, e documentar a ênfase da cultura de segurança de processos e a abordagem da mesma;

- Desenvolver e executar uma cultura adequada: devem-se seguir algumas características para ajudar a empresa a atingir este princípio como a manutenção do senso de vulnerabilidade, dar poder a indivíduos para cumprir com sucesso suas responsabilidades de segurança, valorizar a perícia, garantir uma comunicação aberta e eficaz, estabelecer um ambiente de questionamento/aprendizagem, promover a confiança mútua e fornecer respostas a questões e preocupações da segurança de processos em tempo razoável;
- Monitorar e orientar a cultura: deve-se realizar monitoração contínua do desempenho, para evitar condições nas operações do processo, nos sistemas de gerenciamento e questões interpessoais que possam prejudicar o desempenho da segurança de processos.

3.7.3.2 Conformidade com as Normas

Tanto o conhecimento quanto a conformidade com os padrões ajudam a empresa a operar uma instalação e mantê-la segura; implantar práticas de segurança de processo de forma consistente; e minimizar as eventuais responsabilidades legais. As mudanças nas normas podem ocorrer em qualquer momento, porém o sistema de normas deve ser acompanhado para que a empresa possa ajustar suas atividades de conformidade.

As atividades de padronização devem ser realizadas em cada uma das instalações e as atividades de normatização devem começar no início do ciclo de vida do processo, para que haja uma garantia de que os projetos de processos atendam aos códigos e às normas aplicáveis.

O principal produto de um sistema de normas é a elaboração de um conjunto acessível, completo e atualizado de documentos, dados e informações. As informações para a elaboração deste conjunto de documentos incluem as diretrizes internas da empresa, os códigos e as normas nacionais e internacionais, regulamentos e leis aplicáveis. Como produto auxiliar a empresa produz documentos de orientação, que podem ser utilizados para ajudar a garantir a conformidade, de forma eficiente e coerente com as normas estabelecidas.

Um dos objetivos do elemento de normas é garantir que um mecanismo permaneça em conformidade com as normas, com os códigos, com os regulamentos e com as leis aplicáveis. Os seguintes princípios devem ser abordados durante o desenvolvimento, a avaliação e melhoria de qualquer sistema para o elemento de normas:

- Manter uma prática segura: as características a serem seguidas para atingir este princípio seriam garantir uma aplicação coerente do sistema de normas, identificar quando a

conformidade com as normas é necessária, envolver pessoal competente e garantir que a conformidade das normas permaneça eficaz;

- Realizar atividades de trabalho de conformidade: para atingir este princípio a empresa deve fornecer os insumos adequados para as atividades de padronização, prosseguir com a garantia das atividades de conformidade, determinar periodicamente o estado da conformidade, de acordo com o necessário, fornecendo um relatório de gestão, e rever a aplicabilidade das normas, as novas informações ou as alterações que surgem; e
- Prosseguir com as ações, com as decisões e aplicar os resultados da conformidade: para atingir este princípio a empresa deve atualizar os documentos de conformidade e os relatórios que forem necessários, comunicar a conformidade ou submeter os registros de garantia da observância para a entidade externa apropriada, e manter registros de trabalho dos elementos do RBPS.

3.7.3.3 Competência da Segurança de Processo

Para desenvolver e manter a competência em segurança de processo deve-se desenvolver três ações: melhorar continuamente o conhecimento e a competência; assegurar que seja disponibilizada informação apropriada para quem precise dela; e aplicar de forma coerente o que foi aprendido.

A competência em segurança de processo, elemento que gera novas informações, está intimamente relacionada com os elementos de conhecimento (fornece os meios de armazenar as informações) e de treinamento (que transmite as informações) do sistema de RBPS.

A competência da segurança de processo concentra-se principalmente no aprendizado organizacional, o qual envolve aumentar o corpo de conhecimento e quando aplicável, levar o conhecimento para as partes apropriadas. Este elemento promove a aplicação do conhecimento a situações que ajudam a gerenciar riscos e a melhorar o desempenho da fábrica, mantendo a competitividade da organização.

O principal resultado do elemento competência é o melhor entendimento e interpretação do conhecimento, o que ajuda a organização a tomar decisões melhores, e aumenta a probabilidade dos trabalhadores tomarem a decisão adequada em situações anormais. Os seguintes princípios devem ser abordados para o elemento de competência:

- Manter uma prática segura: para atingir este princípio a organização deve estabelecer objetivos, nomear um líder, identificar benefícios corolários, desenvolver um plano de aprendizagem, e promover uma organização que aprende.

- Executar atividades que ajudem a manter e aperfeiçoar a competência em segurança de processo: neste princípio a empresa deve nomear responsáveis tecnológicos, para manter o conhecimento coletivo sobre cada processo, conhecer os documentos produzidos, garantir que a informação esteja disponível, fornecer um catálogo estruturado com as informações de fácil utilização, impulsionar o conhecimento para o pessoal adequado, aplicar o conhecimento corretamente, atualizar sempre as informações, promover o contato pessoa a pessoa, para que ocorra interação com especialistas nos assuntos, planejar transições de pessoal, e solicitar conhecimento de fontes externas.
- Avaliar e compartilhar os resultados: para este princípio ser alcançado a empresa deve avaliar a utilidade das iniciativas existentes, e solicitar necessidades de unidades operacionais.
- Ajustar os planos: periodicamente a organização deve rever a condição das iniciativas para promover a competência em segurança de processo e alinhar as atividades com as necessidades detectadas.

3.7.3.4 Envolvimento da Força de Trabalho

Todos os trabalhadores de uma organização devem ter funções e responsabilidades para melhorar e garantir a segurança das operações. A participação da força de trabalho envolve também o desenvolvimento de um plano de ação no que se refere à participação do trabalhador. Para o desenvolvimento deste plano de ação deve-se consultar os trabalhadores no desenvolvimento de cada elemento do sistema de gestão de RBPS, e também proporcionar aos trabalhadores e seus representantes o acesso a toda informação criada.

Por estarem diretamente envolvidos na operação e manutenção do processo e portanto, diretamente expostos aos riscos do processo, a participação dos trabalhadores para o desenvolvimento do sistema de gestão é considerada muito importante.

A implantação deste elemento envolve: a identificação das funções mais comuns que os trabalhadores podem e devem desempenhar na implantação do sistema de gestão e o estabelecimento de mecanismos para facilitar esta participação. À medida que o programa de participação dos funcionários evolui, pode-se identificar e formalizar oportunidades adicionais para a participação deles. O ambiente de trabalho resultante deve ser suficientemente flexível, de forma a permitir que se tire proveito das oportunidades inesperadas que possam surgir de participação dos trabalhadores.

Os trabalhadores devem comentar e dar sugestões relacionadas com todas as etapas do sistema de gestão do RBPS. A empresa deve portanto, estabelecer meios para solicitar e apresentar sugestões, bem como protocolos para avaliar essas sugestões e fornecer a resposta da gestão. Os empregadores têm o direito de exigir que os trabalhadores assinem acordos de confidencialidade para pedir acesso a informações sigilosas dos negócios.

3.7.3.5 Sensibilização das Partes interessadas

A sensibilização das partes interessadas é um processo no qual se devem identificar indivíduos ou organizações que possam ser, ou acreditam que possam ser afetados pelas operações de uma instalação, e fazer com que participem de um diálogo sobre a segurança de processo. Deve-se estabelecer também um relacionamento com organizações da comunidade, outras empresas e grupos profissionais e autoridades federais, de forma a fornecer informações precisas sobre os produtos da empresa e sobre processos, planos, perigos, e riscos da instalação, promovendo o envolvimento da instalação com estas organizações.

Este elemento encoraja também o compartilhamento de informações e lições aprendidas com instalações similares dentro da empresa e com outras empresas do grupo industrial. Compartilhar informações com os companheiros da indústria promoverá a melhor segurança de processo para todos.

Ao compartilhar informações com partes interessadas da comunidade e governamentais a empresa constrói confiança e comprometimento. O compartilhamento de informações e construção de relacionamento com a comunidade local é construído durante as atividades comunitárias dos trabalhadores, como por exemplo visitas à planta, limpeza da comunidade, atividades escolares, e encontros com a comunidade.

Um sistema de comunicação de sucesso com as partes interessadas relevantes pode ser um recurso de valor inestimável quando eventos adversos e conflitos ocorrerem. Participar em atividades da comissão local de planejamento de emergência pode ajudar a fornecer recursos para a melhoria contínua do plano de respostas às emergências da instalação.

As empresas treinam funcionários-chave para interagir com os grupos de partes interessadas e comunicações para momentos de crise, e treinamento de abrangência são resolvidos por funcionários da alta gestão.

A comunicação com a comunidade deve ser feita a partir de meios adequados, utilizando ferramentas de comunicação adequadas, mídia mais adequada a utilizar e identificar a melhor mensagem a ser transmitida, para que as informações adequadas sejam fornecidas

corretamente. A empresa deve também receber *feedback* da comunidade e documentar todos os encontros com as partes interessadas para manter a memória institucional.

3.7.3.6 Conhecimento da Gestão do Processo

O elemento conhecimento trata principalmente de informações que podem facilmente ser registradas em documentos, tais como: especificações e documentos técnicos escritos; projetos de engenharia e cálculos; especificações de projeto, fabricação e instalação de equipamentos de processo; e outros documentos escritos, tais como Ficha de dados de segurança do material (MSDS).

Este elemento envolve atividades de trabalho associadas à compilação, catalogação e disponibilização de um conjunto específico de dados que são normalmente registrados em papel ou em formato eletrônico, de uma maneira que facilite a recuperação e acesso aos funcionários que precisem destas para realizar suas tarefas. Além disso, o objetivo principal é manter as informações precisas, completas e compreensíveis que possam ser acessadas em grande quantidade.

A compreensão do risco depende do conhecimento exato do processo. Portanto, a metodologia RBPS não pode ser aplicada com eficácia sem a compreensão adequada do risco. O desenvolvimento do conhecimento do processo ocorre durante todo o ciclo de vida do processo. Para o sistema RBPS o conhecimento inclui: documentos e especificações técnicas escritas; base do projeto do processo e de equipamentos; desenhos de engenharia e cálculos; diretrizes de engenharia ou padrões; especificações para projeto, fabricação e instalação de equipamentos de processo; e outros documentos, tais como: informações de riscos de produtos químicos, MSDS, etc.

A organização deve definir o escopo do conhecimento em cada instalação; deve documentar minuciosamente a reatividade química e os riscos de incompatibilidade dos produtos a serem utilizados no processo; atribuir responsabilidades somente ao pessoal competente; armazenar cálculos, dados de projeto e outras informações semelhantes em arquivos centrais; documentar as informações de uma maneira de fácil utilização para o usuário; controlar ou limitar o acesso a documentos desatualizados; garantir precisão nos dados e nas informações; proteger-se contra a remoção física (ou eletrônica) ou arquivamento incorreto; apoiar os esforços para gerenciar adequadamente a mudança; certificar-se do conhecimento; e certificar-se que o conhecimento do processo permanece útil.

3.7.3.7 Identificação dos Perigos e Análise dos Riscos

A Identificação de Perigo e Análise de Risco (IPAR) é um elemento do sistema de gestão que inclui todas as atividades envolvidas na identificação de perigos e na análise de risco em instalações para certificar que os riscos aos funcionários, ao público, ou ao ambiente estejam adequadamente controlados dentro da tolerância de risco da organização.

Estes estudos geralmente lidam com três questões: Perigo – “O que pode dar errado?”; Consequências – “O quão grave pode ser?”; e Probabilidade – “Com que frequência pode ocorrer?”.

Deve-se utilizar um conjunto de ferramentas, para responder tais questões, de modo a acomodar diversos tipos de análises:

- Ferramentas para simples identificação de perigo ou análise de risco qualitativo: HAZOP, análise de planilha de verificação *what-if* e FMEA;
- Ferramentas para simples análise de risco: análise de modo de falha, efeitos e criticidade (FMECA), e análise de camada de proteção (LOPA); e
- Ferramentas para detalhada análise quantitativa de risco: árvores de falhas e árvores das causas.

Para gerenciar riscos e perigos, estes devem ser identificados, e então os riscos devem ser avaliados e determinados como toleráveis ou não. O quanto antes esta análise for realizada no ciclo de vida, mais eficaz será a próxima operação do processo. O conhecimento do risco, desenvolvido a partir destes estudos, forma a base para o estabelecimento da maioria das outras atividades de gestão de segurança de processo assumida pela instalação.

As análises devem ser realizadas em qualquer momento do ciclo de vida do projeto, e são realizados por uma equipe de especialistas qualificados. Quando o estudo é finalizado a gestão decidirá se implantará as medidas de redução de risco recomendadas para alcançar as metas de risco. Os resultados do processo de análise devem ser documentados em um formulário de registro, que varia no detalhe, dependendo do estágio do projeto e do método de avaliação utilizado.

3.7.3.8 Procedimentos Operacionais

Os procedimentos operacionais são instruções por escrito que determinam quais são as etapas para uma determinada tarefa e descrevem de que maneira estas etapas devem ser cumpridas. Procedimentos eficazes também descrevem o processo, perigos, ferramentas, equipamentos de proteção, instruções para soluções de problemas quando o sistema não responder de maneira esperada e controles, de forma que os operadores tenham conhecimento

suficiente para compreenderem os perigos, possam verificar os controles e sejam capazes de confirmar se o processo está respondendo da maneira esperada.

Os procedimentos que são desenvolvidos em uma instalação antes de uma operação ser realizada, devem ser atualizados quando ocorrer uma mudança que afete os métodos operacionais ou outras informações contidas nos procedimentos, e deverão ser analisados periodicamente para assegurar que permaneçam válidos.

Os procedimentos devem ser desenvolvidos em conjunto pelos operadores e engenheiros de processo que possuem um alto grau de envolvimento e conhecimento das operações de processo e também devem envolver o grupo de manutenção, caso os procedimentos operacionais venham a afetá-los. Os procedimentos devem ser escritos com detalhes suficientes para que um trabalhador qualificado possa realizar a tarefa de modo consistente e com sucesso.

Para desenvolver um conjunto de procedimentos operacionais eficaz deve-se começar identificando as tarefas que serão realizadas, determinar o nível de competência esperado para os funcionários, e assim, estruturar cada procedimento adequadamente e decidir o formato mais adequado para este. Além de ajudar a assegurar a segurança de processo, os procedimentos ajudam a assegurar um desempenho humano confiável, o que beneficiará toda a empresa.

3.7.3.9 Práticas Seguras de Trabalho

As práticas de trabalho seguro ajudam a controlar os perigos e a gerenciar o risco. Os procedimentos de trabalho seguro normalmente controlam o trabalho a quente, energia armazenada, abrir linhas de pressão, entrada em espaços confinados e afetam outras operações nas instalações.

Os procedimentos e permissões que especificam como o trabalho deve ser realizado são normalmente desenvolvidos pelas instalações, sendo o desenvolvimento destes procedimentos e práticas atribuído à equipe de segurança de cada instalação. As permissões de trabalho são emitidas/autorizadas por operadores treinados, supervisores ou especialistas em segurança.

O principal resultado das práticas seguras de trabalho é um sistema integrado de procedimentos e permissões que ajudam a proteger os trabalhadores dos perigos e previne a liberação repentina de materiais ou energia nos processos. As permissões descrevem perigos específicos da atividade a ser desenvolvida e especificam as salvaguardas que devem ser utilizadas.

3.7.3.10 Integridade de Ativos e Confiabilidade

Este elemento consiste na implantação sistemática das atividades, tais como as inspeções e os testes necessários para garantir que os equipamentos estejam adequados ao uso para o qual são destinados. Proteger equipamentos e conter materiais perigosos de forma a garantir que os sistemas de segurança funcionem de acordo com o esperado constituem duas das necessidades básicas de qualquer instalação.

As atividades de integridade dos ativos podem ser desde as reuniões técnicas, que envolvem especialistas que buscam avançar no projeto, na inspeção, nos testes e na confiabilidade dos equipamentos, ao operador da instalação que, nas rondas de rotina, detecta vazamentos, barulhos e odores atípicos, ou outras condições anormais.

As atividades de integridade dos ativos ocorrem em diversos níveis organizacionais. As empresas muitas vezes estabelecem padrões corporativos, promovendo esforços para a melhoria contínua da segurança e da confiabilidade dos equipamentos. Nas instalações o elemento integridade dos ativos é parte integrante das operações diárias que envolvem todos os funcionários envolvidos na projeção, na especificação, na instalação, na operação e na manutenção dos equipamentos utilizados no processo.

Um programa efetivo de integridade dos ativos depende que a gestão garanta que os equipamentos e os sistemas são projetados, fabricados e instalados adequadamente; a unidade opere dentro dos limites do equipamento; as tarefas de inspeção, testes e manutenção preventiva sejam conduzidas por indivíduos treinados e qualificados; o trabalho seja reparado de acordo com os códigos do projeto, com as normas de engenharia e com as recomendações do fabricante; e sejam tomadas as medidas apropriadas para abordar as deficiências, independentemente da forma como tenham sido descobertas.

As condições necessárias para uma operação segura são: manter os equipamentos seguros e ter desempenho humano confiável. A análise de gestão para este elemento deve examinar os detalhes e fazer perguntas difíceis para ter a compreensão verdadeira do elemento integridade de ativos.

3.7.3.11 Gestão do Empreiteiro

A gestão do empreiteiro é um sistema de controles para assegurar que os serviços contratados apoiem as operações de instalações seguras e de segurança de processo da empresa, e metas de desempenho de segurança do pessoal.

Este elemento trata da seleção, aquisição, uso e monitoramento de tais serviços contratados. O uso de contratadas pode colocar o pessoal que não está familiarizado com os

riscos do estabelecimento em situações perigosas e a empresa contratada pode também expor o pessoal da instalação a novos perigos. Além disso, deve tomar cuidado pois as suas atividades locais podem sem querer, anular ou ignorar os controles de segurança das instalações. Assim, as organizações devem reconhecer e selecionar cuidadosamente as empresas a serem contratadas, aplicando controles prudentes para gerenciar seus serviços. As escolhas das empresas deve se basear não somente em suas capacidades técnicas, mas também em seus programas de segurança e registros de segurança.

A orientação e treinamento do pessoal contratado devem ser realizados antes de começarem o trabalho e os limites de autoridade e responsabilidades devem ser claramente definidos para qualquer contratada que trabalhar na instalação. O acompanhamento periódico do desempenho de segurança da contratada e auditorias de sistemas de gestão destas são necessários.

Os produtos deste elemento incluem a criação de uma lista de empresas candidatas pré-qualificadas a serem contratadas; a seleção das contratadas específicas com fortes programas de segurança e registros de boa segurança; a preparação dos empregadores contratados e seus funcionários para prestar seus serviços com segurança; a entrega, em segurança, dos serviços contratados, com melhor qualidade e produtividade; e a documentação apropriada de triagem da contratada e processo de seleção, o desempenho de segurança da contratada durante a execução dos seus serviços; e quaisquer outras questões relevantes para a avaliação da contratada para a seleção potencial de serviços futuros.

Um programa bem delineado de gestão do empreiteiro, executado de uma forma apropriada, ajudará a garantir que os trabalhadores contratados sejam integrados nas atividades de controle de risco da instalação de maneira adequada e eficiente.

3.7.3.12 Garantia do Treinamento e do Desempenho

O treinamento refere-se a instruções práticas de trabalho e tem como objetivo possibilitar que os trabalhadores sigam alguns dos padrões mínimos de desempenho inicial, para manter a sua competência, ou qualificá-los para promoção a um cargo de maior responsabilidade.

A garantia do desempenho é o meio pelo qual os trabalhadores demonstram que compreenderam o treinamento e podem aplicá-lo em situações práticas, sendo este um processo contínuo visando a assegurar que os trabalhadores sigam os padrões estabelecidos de desempenho e identificar quando um treinamento complementar é necessário.

Um nível elevado de desempenho humano é um aspecto importante de qualquer programa de segurança de processo. O treinamento deve ser realizado ou no local de trabalho ou em salas de aulas, e deve ser concluído antes que o trabalhador seja autorizado a trabalhar independente em algum cargo específico. Os cursos de reciclagem devem acontecer de modo contínuo, conforme for necessário. O treinamento é conduzido por um especialista no assunto e os profissionais qualificados, instrutores ou gestores poderão analisar a garantia de desempenho.

O sistema de garantia de desempenho avalia inicialmente os trabalhadores treinados e periodicamente avalia se possuem as competências e habilidades necessárias para continuarem a desenvolver suas tarefas.

Um registro de treinamento deverá ser fornecido a cada trabalhador, apresentando neste as necessidades de treinamento individual, as datas de treinamento introdutório e cursos de reciclagem, e um cronograma de treinamentos futuros. A gestão pode verificar o desempenho utilizando questionários escritos, observações de campo, auditorias de qualidade, e outros tipos de ferramentas.

Um treinamento atual e de relevância para o trabalho ajuda a assegurar um desempenho seguro por parte do profissional, prevenindo incidentes de segurança de processo e aperfeiçoando a resposta àqueles incidentes que de fato ocorrem. Testes periódicos e cursos de reciclagem podem ajudar a garantir que os trabalhadores estejam preservando as competências e habilidades necessárias.

3.7.3.13 Gestão de Mudanças

Este elemento ajuda a garantir que as mudanças em um processo não introduzam, de maneira inesperada, novos perigos, ou aumentem o risco de perigos existentes involuntariamente. A gestão de mudanças utiliza um processo de análise e por fim autorização, para avaliar as mudanças propostas no projeto das atividades antes da implementação, certificando-se de que nenhum perigo novo inesperado seja introduzido.

As revisões de gestão de mudanças são feitas ao longo do ciclo de vida do processo dentro das organizações. Uma equipe qualificada é envolvida na realização de mudança, notificação ou treinamento dos funcionários potencialmente atingidos, e atualização dos documentos afetados por esta mudança.

O principal produto deste elemento é uma solicitação de mudança devidamente revisada e autorizada, que identifica e assegura a implementação de controles de risco adequados para a alteração proposta.

3.7.3.14 Aptidão Operacional

Este elemento trata das reinicializações relativas a todas as condições de desligamento, e considera a quantidade de tempo em que o processo esteve desativado. Além da duração do desligamento, esse elemento considera o tipo de trabalho que pode ter motivado o processo durante o período de desligamento, o que ajuda a focar a revisão da aptidão operacional antes da inicialização.

As análises de aptidão operacional são conduzidas antes da inicialização em processos novos, e em processo preexistente que foram desligados por qualquer motivo. Para todas as inicializações as análises de aptidão operacional asseguram que o processo está seguro para voltar às operações por meio da análise de questões como: o alinhamento dos equipamentos; ausência de vazamento; isolamento adequado de outros sistemas que não estejam prontos para inicialização; e limpeza.

A quantidade de pessoal envolvido nas inicializações vai depender da complexidade da instalação. Os processos de aptidão operacional e a autorização de inicialização são documentados em um formulário, criando um caminho de auditoria para assegurar que todas as ações necessárias foram de fato completadas. Um processo de revisão gerencial eficaz educa toda a equipe de liderança em relação à importância da aptidão operacional e do papel que ela desempenha em ajudar a identificar os perigos, gerenciar os riscos e sustentar os negócios.

3.7.3.15 Realização das Operações

A realização das operações consiste na execução das tarefas operacionais e de gestão de forma objetiva e estruturada, buscando pela excelência no desempenho de cada uma delas. A realização das operações se aplica a todos os ambientes em que os trabalhadores executam suas tarefas e a cada vez que o trabalhador executa sua tarefa durante toda a existência de uma instalação ou organização, baseando-se no compromisso assumido com as operações confiáveis. O resultado final é a execução das tarefas de cada trabalhador de forma disciplinada e consistente, garantindo a seguridade dos bens e serviços necessários para o cumprimento dos objetivos da empresa.

Uma empresa deve analisar sua gestão de maneira honesta, analisando seus objetivos e a tolerância ao risco permitida dentro da empresa para desenvolver um programa eficaz de operações. A partir disso, a organização pode então formular uma política de operações juntamente aos procedimentos de implantação, treinando seus funcionários nestas políticas e procedimentos, para que possam compreender de maneira adequada suas responsabilidades e as metas e expectativas da organização.

3.7.3.16 Gestão de Emergência

A gestão de emergências inclui o planejamento de eventuais emergências; oferecimento dos recursos para executar o plano; prática e melhoramento contínuo do plano; treinamento ou informação a funcionários, fornecedores, vizinhos e autoridades locais sobre o que fazer, como eles serão notificados, como relatar uma situação de emergência; e a comunicação efetiva com as partes interessadas no caso de ocorrer um incidente.

Com um planejamento de emergência e resposta eficaz às consequências de qualquer incidente podem ser significativamente reduzidas, salvando vidas, protegendo propriedades e o meio ambiente, e ajudando a tranquilizar as partes interessadas, pois, apesar do incidente, a instalação é bem gerida e deve ser autorizada a continuar a operar.

As atividades de gestão de emergências ocorrem na instalação e na comunidade ao redor, entre as atividades pode-se citar: planejamento e treinamento; treinos e exercícios; e as respostas reais, que devem ocorrer raramente se outros elementos RBPS forem efetivamente implantados. Entre as atividades também incluem a coordenação com as autoridades locais.

O planejamento de emergência é realizado por uma equipe de especialistas e os planos de resposta para situações de emergência devem ser desenvolvidos em conjunto com grupos de trabalho potencialmente envolvidos ou afetados, e devem ser revisados frequentemente por todos os afetados. Ao desenvolver planos para situações de emergência, devem-se fazer três perguntas: “O que pode dar errado?”; “Quão ruim poderia ser?”; e “Com que frequência poderia acontecer?”.

As atividades na gestão de emergências incluem: o planejamento completo; treinamento eficiente; exercícios realistas; comunicação eficaz de duas vias com as partes interessadas; e estabelecimento da cultura e da disciplina operacional necessárias para garantir que o pessoal efetue os planos e procedimentos de emergência.

3.7.3.17 Investigação de Incidentes

A investigação de incidentes é um processo para a comunicação, controle e investigação de incidentes, que inclui: um processo formal para investigar os incidentes e a tendência de incidentes, e os dados da investigação de incidentes para identificar incidentes recorrentes. O elemento investigação de incidentes não é um processo para atribuir culpa, mas sim um processo para desenvolver recomendações eficazes para enfrentar as causas de incidentes implícitos.

A investigação de incidentes é uma forma de aprender com os incidentes que ocorrem ao longo da vida de uma instalação, e de comunicar as lições aprendidas para o os trabalhadores

locais e as partes interessadas. Dependendo da profundidade da análise, esse aprendizado pode ser aplicado ao incidente específico sob investigação ou a um grupo de incidentes que compartilham causas semelhantes em uma ou mais instalações.

Ao identificar e tratar as causas-raiz de falhas de equipamentos e erros de pessoal, soluções podem ser desenvolvidas reduzindo a frequência e/ou consequências de categorias inteiras de incidentes.

A equipe de investigação, formada por especialistas em análise de incidentes, normalmente fica perto da cena do incidente, permitindo que a coleta de dados através de entrevistas e coleta de evidências físicas seja mais eficiente. A análise das causas dos incidentes pode ocorrer em qualquer lugar, mas estar próximo das pessoas envolvidas na gestão da instalação é o ideal, pois ajuda a promover discussões com o pessoal das instalações.

A investigação de acidentes irá depender das escolhas da empresa, a qual selecionará uma abordagem de investigação de incidentes e documentará esta abordagem em seus procedimentos de investigação. Os principais resultados de um sistema de investigação de incidentes são: os dados básicos para todos os incidentes registrados; os relatórios de análise para análise de causa aparente e análise de causa-raiz; a identificação das causas dos incidentes que são investigados; e as recomendações executadas que reduzirão o risco de incidentes semelhantes.

Os resultados do processo de investigação deverão ser documentados em um formulário de incidente-padrão, e utilizados para melhorar o desempenho de outros elementos do RBPS.

3.7.3.18 Medida e Métricas

Este elemento estabelece indicadores de desempenho e eficiência para monitorar a eficácia, quase em tempo real, do sistema de gerenciamento do RBPS. O elemento aborda quais indicadores devem ser considerados, a frequência para coletar dados, e o que fazer com as informações, para ajudar a garantir que a operação do sistema de gerenciamento seja eficaz e atenda às necessidades da organização.

As instalações devem monitorar o desempenho em tempo real das atividades do sistema de gerenciamento, o que permitirá a empresa que os problemas sejam identificados, e as medidas corretivas sejam tomadas antes da ocorrência de um grave incidente.

Os indicadores podem resolver problemas de desempenho e/ou problemas de eficiência em todas as fases operacionais. A frequência para atualização dos indicadores vai

dependem da natureza dinâmica dos indicadores, dos custos previstos para a coleta de dados, e das necessidades locais da instalação.

As instalações cujas operações são muito dinâmicas podem resultar em indicadores que mudam com muita frequência, resultando em uma necessidade de coletar e divulgar dados das medições com mais periodicidade.

Enquanto as instalações com culturas de segurança de processo adequadas normalmente podem depender de leituras rápidas tiradas de indicadores em intervalos menos frequentes, e usando menos medições para avaliar a eficácia das atividades do sistema. Instalações com uma cultura em evolução podem exigir medições mais numerosas e com mais características para garantir um bom desempenho.

Os dados das medições são coletados pelo pessoal envolvido na operação das atividades de trabalho. O resultado desta atividade é um conjunto de indicadores capazes de ajudar o gerenciamento da instalação e monitorar o desempenho e a eficiência dos sistemas de gerenciamento da RBPS, permitindo que a empresa possa identificar a evolução dos pontos fracos do sistema de gerenciamento e fazer ajustes nas atividades que necessitem disso.

3.7.3.19 Auditoria

O elemento auditoria tem como objetivo avaliar o funcionamento dos sistemas de gestão verificando se estão adequados ou não. Este elemento envolve atividades de planejamento, alocação de pessoal, realização eficaz, e documentação de avaliações periódicas de todos os elementos de RBPS, elaborando laudos e apresentando ações corretivas.

A auditoria avalia os sistemas de gestão para certificar-se de que sejam adequados e estejam funcionando de maneira que os funcionários, clientes, instalações, o ambiente, e bens físicos estejam protegidos dos riscos de segurança de processo. As auditorias são mecanismos de controle importantes e podem oferecer outros benefícios, tais como a identificação das oportunidades para operabilidade melhorada, maior consciência a respeito da segurança, e uma confiança ainda maior em relação à conformidade com as exigências de normas.

As auditorias são realizadas durante todo o desenvolvimento e implantação do sistema de gestão de RBPS. Estas podem ser conduzidas por funcionários selecionados a partir de uma variedade de fontes, dependendo do espaço, das necessidades, e de outros aspectos da situação em questão.

As auditorias normalmente são conduzidas por equipes, e os membros desta podem ser selecionados de funcionários na instalação, de outras localidades da empresa, ou de empresas externas. A auditoria envolve uma avaliação metódica do estado de implantação de

um ou mais elementos de RBPS com base em exigências definidas. Esta se desenvolve através da coleta de dados através da análise de registros da documentação e implantação do programa, de observações do desenvolvimento das atividades, e de entrevistas com o pessoal envolvido no processo.

O resultado de curto prazo da auditoria refere-se à análise da implantação de um ou mais elementos do RBPS com base nos padrões identificados, gerando relatórios de vigilância, laudos, e recomendações para todas as melhorias necessárias. Enquanto os resultados de longo prazo vão desde a implantação das atividades corretivas necessárias para abordar os laudos da auditoria, e conseqüentemente melhoria na eficácia do sistema de gestão, até os aperfeiçoamentos resultantes no desempenho da segurança de processo.

3.7.3.20 Análise da Gestão e Melhoria Contínua

A análise de gestão é uma avaliação desenvolvida pela empresa para tomar conhecimento se os sistemas de gerenciamento estão com o desempenho esperado, para identificar e corrigir deficiências antes que elas sejam reveladas em uma auditoria ou na ocorrência de um incidente. Cada nível de gestão deve realizar análises de gestão periódicas, sendo a profundidade e frequência da análise definidas a partir de em que estágio do ciclo de vida da instalação se encontra o processo, a maturidade do sistema de gerenciamento, a experiência passada, e a visão da gestão do risco.

O resultado de uma análise de gestão é um memorando interno que resume a análise, as deficiências ou ineficiências observadas, e recomendações para melhorias ou medidas corretivas. Devem ser atribuídos prazos para que as recomendações sejam implementadas e também os responsáveis por tais implementações.

As análises de gestão são mais focadas e mais frequentes que as auditorias, e são realizadas de uma forma menos formal. Esta análise verifica o status de implementação de um ou mais elementos de RBPS em relação aos requisitos estabelecidos. Os resultados devem ser monitorados ao longo do tempo e as revisões devem ser programadas se forem identificados problemas persistentes.

Os elementos de RBPS devem ser avaliados pelas empresas, que podem escolher implantar alguns aspectos dessas práticas, com base em uma consideração abrangente dos sistemas de gestão de segurança de processo em vigor. As circunstâncias locais e específicas farão com que cada empresa adote o RBPS de uma forma, isso será feito baseado na percepção das necessidades da empresa, recursos existentes, e a cultura de segurança presente nela.

3.8 ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS DE GESTÃO DE SEGURANÇA DE PROCESSOS

A seguir é realizada a comparação entre os três sistemas de gestão de segurança (SGS) de processo apresentados: Diretiva SEVESO III, Norma OSHA 3132 - Process Safety Management e do *Guidelines for Risk Based Process Safety* (RBPS).

A Diretiva SEVESO III aborda 17 elementos, a norma OSHA 3132 aborda 15 elementos e o RBPS apresenta 20 elementos agrupados em 4 pilares.

O Quadro 3 apresenta a análise comparativa entre os elementos do primeiro pilar do RBPS, SEVESO III e OSHA 3132. O primeiro pilar do RBPS, Compromisso com a Segurança de Processos, aborda toda a estratégia de implementação do modelo de gestão de segurança de processo visando mudar a cultura organizacional. Este pilar ressalta a importância do envolvimento e compromisso da gerência e a implantação da cultura de segurança de processo em toda a empresa. Os seus elementos apresentam o comprometimento com a conformidade com as normas, o que não é apresentado na norma OSHA 3132 e na Diretiva SEVESO III. Isto pode ser explicado pelo fato de os sistemas não precisarem apresentar as normas, pois estas são obrigatórias e sendo assim o seu não cumprimento levaria a sanções imediatamente.

Outra questão apresentada neste primeiro pilar é a participação dos funcionários, que são os responsáveis diretos pelo desenvolvimento e implementação do sistema de gestão de segurança de processos e que é mencionada apenas pela norma OSHA 3132. Nota-se então, neste primeiro pilar, que o RBPS foca no compromisso com a cultura de gestão de segurança de processos envolvendo todos os trabalhadores e partes interessadas enquanto os outros dois sistemas não enfatizam este aspecto.

Quadro 3: Análise comparativa para o Pilar 1 “Compromisso com a segurança de processo” entre os sistemas de gestão de segurança de processos .

RBPS/CCPS	Diretiva SEVESO III	Norma OSHA 3132 - Process Safety Management
Pilar 1: Compromisso com a Segurança de Processo		
1. Cultura da Segurança de Processo		
2. Conformidade com as Normas		
3. Competência da Segurança de Processo		
4. Envolvimento da Força de Trabalho		6. Participação dos funcionários
5. Sensibilização das Partes interessadas	9. Informação ao Público	
	10. Consulta pública e participação no processo de decisão	

Fonte: Elaboração própria (2018).

Na comparação dos elementos relacionados ao segundo pilar do RBPS (Quadro 4), Entendimento dos Riscos e Perigos, podemos observar um alinhamento de pensamento entre os três sistemas. Pode-se notar que todos seguem o processo sistemático de gerenciamento de riscos, planejar, identificar, analisar e controlar os riscos. Seja através do conhecimento de gestão de processos, ou através de uma política de prevenção de acidentes até a identificação e análise dos riscos.

Nota-se também que o sistema RBPS e norma OSHA 3132 apresentam ferramentas que podem ser utilizadas conjuntamente ou separadas para identificação dos perigos como HAZOP, análise de planilha de verificação *what-if* e FMEA, e ferramentas de análise de risco como FMECA, LOPA e árvores de falhas e de causas. Destaca-se que a norma OSHA 3132 afirma que deve ser realizada uma análise inicial de risco do processo em todos os processos, e que a metodologia de análise escolhida deve ser compatível com a complexidade do processo estudado.

Quadro 4: Análise comparativa para o Pilar 2 “Entendimento dos Riscos e Perigos” entre os sistemas de gestão de segurança de processos .

RBPS/CCPS	Diretiva SEVESO III	Norma OSHA 3132 - Process Safety Management
Pilar 2: Entendimento dos Riscos e Perigos		
6. Conhecimento da Gestão do Processo	3. Política de prevenção de acidentes graves	3. Informação de Segurança do Processo
7. Identificação dos Perigos e Análise dos Riscos	4. Efeito Dominó	4. Análise de Riscos do Processo
	5. Relatório de Segurança	
	6. Alteração de uma instalação, de um estabelecimento ou de um local de armazenagem	

Fonte: Elaboração própria (2018).

No terceiro pilar do sistema RBPS (Quadro 5), Gestão de Risco, podemos notar muitas semelhanças entre a norma OSHA 3132 e o RBPS, pois os dois sistemas apresentam em sua maioria os mesmos elementos correspondentes em cada um de seus sistemas, apresentando como diferenças em suas abordagens os elementos Aptidão Operacional e Realização de operações, presente somente no RBPS. A diretiva SEVESO III foge bastante do padrão deste pilar, apresentando dois elementos correspondente com o sistemas RBPS relacionados aos elementos Integridade de Ativos e Confiabilidade e Gestão de Emergência.

O primeiro elemento deste pilar, trata dos Procedimentos operacionais; elemento que deve ser tratado com muita atenção por todos as gerências, sendo o acontecimento de um erro neste elemento uma ação de grande risco para a operação de qualquer processo. Desta forma o conhecimento e elaboração dos procedimentos do processo não devem faltar em nenhum sistema. Este elemento esta presente na norma OSHA 3132.

O próximo elemento Práticas seguras de trabalho é enfatizado pela norma OSHA 3132 e pelo sistema RBPS e não é abordado pela Diretiva SEVESO III. As práticas de trabalho sendo efetuadas de maneira corretas e seguras diminuem o risco de incidentes com relação à gestão de processos e portanto devem estar presentes em todos os sistemas de gestão de processos. O elemento Integridade de Ativos e confiabilidade é apresentado na norma OSHA como integridade mecânica e é um importante elemento juntamente com o elementos procedimentos operacionais para a confiabilidade e operação do processo. Máquinas ou processos que estejam operando de maneira imprópria ou apresentam alguma falha devem ser imediatamente proibidos de funcionar, e deve-se assim prosseguir com uma investigação para a implantação de medidas corretivas. Na Diretiva SEVESO III este elemento apresenta-se como o elemento Proibição de funcionamento, onde ao apresentar qualquer falha no sistema ou mudança não

prevista na operacionalidade do sistema o mesmo deve ser proibido de funcionar até que tudo seja normalizado e investigado devidamente.

O elemento Gestão do empreiteiro no sistema RBPS é apresentado na norma OSHA 3132 e é um importante elemento para o sistema de segurança da empresa. As prestadoras de serviço devem estar envolvidas na cultura de saúde e segurança das organizações, de modo a não introduzirem novos riscos as operações e áreas de trabalho. Sendo este um requisito para a contratação dos empreiteiros.

Os elementos Garantia de treinamento e desempenho, Gestão de mudanças, Aptidão operacional e Realização das operações são apresentados também nos sistemas RBPS e na norma OSHA 3132, e não são mencionados na Diretiva SEVESO III. Todos estes elementos são de grande importância para o sucesso da gestão de segurança de processo, sendo a aptidão operacional responsável pelas verificações de segurança aferindo a integridade mecânica e garantindo a qualidade de execução do processo de forma a mitigar os riscos.

A Gestão de mudanças é importante para a garantia da melhoria contínua das instalações, assegurando que o projeto corresponda ao que foi instalado na planta, evitando incidentes e acidentes. O treinamento e desempenho são de extrema importância para a correta execução de qualquer processo e devem ser exigidos em qualquer sistema de gestão de segurança de processos. O inadequado treinamento ou a falta deste pode gerar a ocorrência de falhas humanas e operacionais, as quais são os grandes causadores de acidentes graves. A realização das operações deve ser garantida de forma rigorosa em todas as etapas do processo de forma a minimizar os riscos e gerar uma cultura de responsabilidade e compromisso com o sistema de segurança de processos.

O último elemento Gestão de emergência é apresentado nos três sistemas e não deve faltar em nenhum sistema de gestão de segurança de processos, de forma a evitar-se danos às pessoas, ao meio ambiente e as propriedades ao redor do local. Um plano de emergência para todos os processos deve ser elaborado antes da planta entrar em operação e deve ser sempre atualizado caso ocorra alguma mudança no processo e nas instalações. A gerência de saúde e segurança deve ser o principal apoio as outras gerências da empresa de forma a ajudar na elaboração e treinamento do plano de emergência.

Quadro 5: Análise comparativa para o Pilar 3 “Gestão de Risco” entre os sistemas de gestão de segurança de processos .

RBPS/CCPS	Diretiva SEVESO III	Norma OSHA 3132 - Process Safety Management
Pilar 3: Gestão de Risco		
8. Procedimentos Operacionais		5. Procedimentos operacionais
9. Práticas Seguras de Trabalho		9. Implementação da Gestão da Segurança do Processo
10. Integridade de Ativos e Confiabilidade	14. Proibição de funcionamento	10. Integridade Mecânica
11. Gestão do Empreiteiro		8. Prestadores de Serviços
12. Garantia do Treinamento e do Desempenho		7. Treinamento de funcionários
13. Gestão de Mudanças		12. Gestão de Modificações
14. Aptidão Operacional		
15. Realização das Operações		
16. Gestão de Emergência	7. Planos de Emergência	14. Plano de Emergência

Fonte: Elaboração própria (2018).

No quarto e último pilar (Quadro 6), Aprendizado a partir da experiência, são apresentados os elementos de análise de incidentes, auditorias, e análise de gestão e melhoria contínua. Esses três elementos são abordados nos três sistemas em análise e são importantes em qualquer sistema para que a gerência aprenda com os erros cometidos ao longo dos anos e as lições apresentadas, e também que as autoridades locais estabeleçam diretrizes para ações em caso de novos perigos. A norma OSHA 3132 e o RBPS estabelecem prazos para análise dos incidentes e a entrega de relatórios finais.

No sistema RBPS o elemento Medidas e métricas, o qual não foi encontrado nos outros dois sistemas um elemento correspondente, visa o estabelecimento de indicadores de desempenho e eficiência para monitorar a eficácia do sistema de gerenciamento, com o intuito de garantir que as operações do sistema de gerenciamento tenham sucesso evitando assim, a ocorrência de um incidente grave. Sendo portanto, de grande importância para o monitoramento da evolução da produção e mudanças em seu desempenho, que podem ocorrer devido a falhas humanas ou falhas operacionais do sistema.

Quadro 6: Análise comparativa para o Pilar 4 “Aprendizado a partir da experiência” entre os sistemas de gestão de segurança de processos .

RBPS/CCPS	Diretiva SEVESO III	Norma OSHA 3132 - Process Safety Management
Pilar 4: Aprendizado a partir da experiência		
17. Investigação de Incidentes	16. Intercâmbio e sistema de informações	13. Análise de Incidentes
18. Medida e Métricas		
19. Auditoria	15. Inspeções	15. Auditorias de Conformidade
20. Análise da Gestão e melhoria contínua	17. Acesso a informação e confidencialidade	16. Confidencialidade

Fonte: Elaboração própria (2018).

A partir da análise dos três sistemas, podemos inferir que, os sistemas de gerenciamento se assemelham em muitos aspectos. A norma OSHA coincide em 13 elementos dos seus 15 elementos com os 20 elementos do sistema RBPS e a Diretiva SEVESO em 11 elementos dentre os seus 17 elementos. O padrão apresentado pelo RBPS é uma referência para o desenvolvimento de qualquer sistema de gerenciamento de segurança de processo. A norma OSHA 3132 apresenta muitos dos elementos abordados pelo sistema RBPS, porém apresenta-se falha com relação a cultura de segurança de processo. A Diretiva SEVESO III mostra-se falha, pois muitos dos elementos do sistema RBPS não são encontrados dentro de sua abordagem. Observa-se que o aprofundamento de muitos dos elementos do SEVESO III são voltados para o cumprimento de normas locais ou interrelação entre os Estados-Membros.

A aplicação de um sistema de segurança de processo é fundamental para evitar acidentes, fortalecendo a empresa e evitando impactos financeiros e pessoais para a empresa e no entorno afetado pela planta. A implementação de segurança de processos fornece quatro benefícios essenciais para qualquer negócio de acordo com o trabalho “The Business Case for Process Safety” (CCPS, 2006). Dois objetivos são qualitativos, responsabilidade corporativa e flexibilidade de negócio, que resultam na boa aceitação do público às ações da empresa, como a recepção da comunidade local e engajamento dos funcionários, valorizando a imagem da companhia e atraindo mais investidores. Esses benefícios são difíceis de serem mensurados, pois possuem relação indireta com o crescimento econômico das empresas.

Os outros dois benefícios são quantitativos, o primeiro relacionado à redução de riscos e acidentes, os quais são ligados a um bom programa de gerenciamento de segurança de processos. O segundo é o Valor Sustentado e se baseia na confiabilidade das operações após a implementação da cultura de segurança de processos. O valor agregado ao se implantar ferramentas de segurança de processos sustentam trabalhos preventivos e preditivos de

manutenção, trazendo maior estabilidade para a planta, reduzindo incidentes. A introdução destas tecnologias traz outros benefícios além da redução de acidentes, como o aumento da produtividade e da produção. Utilizando um sistema baseado no RBPS as empresas aproveitarão dos quatro benefícios combinados que suportam a rentabilidade, aumentam o desempenho em segurança, aumentam a qualidade da produção e suportam a responsabilidade ambiental.

4 ESTADO DA ARTE – PILARES DO CCPS RELACIONADOS ÀS PLATAFORMAS DE PETRÓLEO OFFSHORE

4.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

O levantamento bibliográfico teve por finalidade identificar as referências encontradas sobre o tema proposto, pautado em artigos científicos, publicados por instituições nacionais e internacionais. A pesquisa foi realizada entre Dezembro de 2017 e Janeiro de 2018. Considera-se este levantamento um apanhado específico sobre os principais trabalhos realizados envolvendo os 20 elementos do RBPS e a indústria de petróleo offshore. Os artigos encontrados foram representativos por serem capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados com o tema.

A base de dados científica de escolha foi o periódico CAPES, por se tratar de uma plataforma organizada e que envolve outras bases de dados importantes para o assunto. Para cada elemento do RBPS foi utilizado um conjunto de termos específicos para a realização da pesquisa e em alguns casos foram utilizados mais de um conjunto de termos para a realização da busca de artigos.

Sendo um assunto específico, porém de grande importância mundial, gestão de segurança de processos na indústria do petróleo offshore, a busca deu ênfase a artigos científicos publicados nos últimos anos. Estabeleceu-se a busca para os últimos cinco anos, 2013 a 2018.

A estrutura do desenvolvimento da pesquisa está ilustrada na Figura 9.

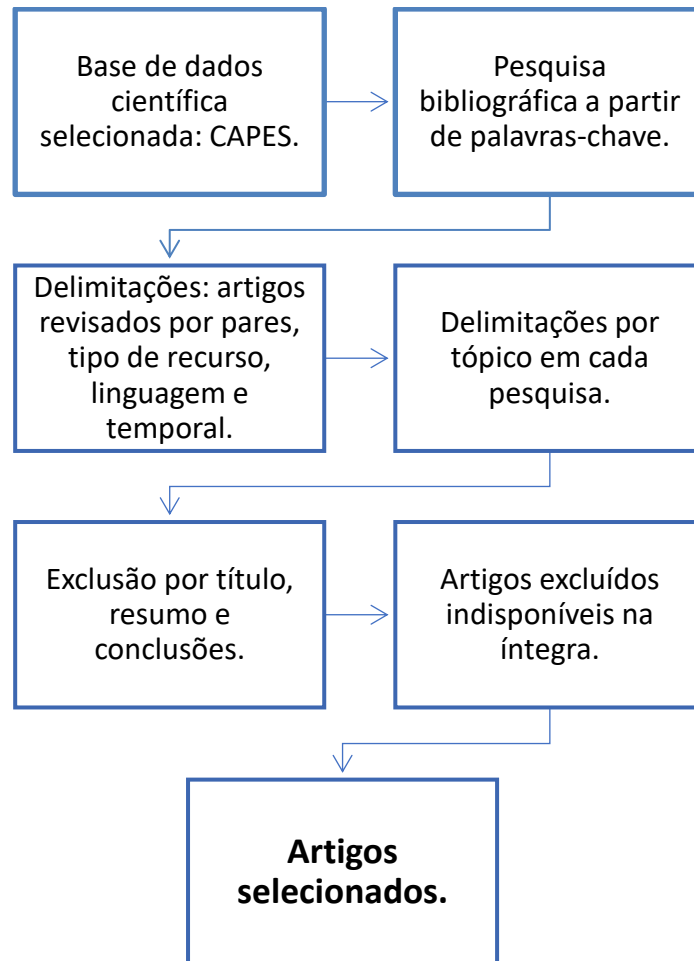


Figura 9: Estrutura do desenvolvimento da pesquisa.
Fonte: Elaboração própria (2018).

Os descritores utilizados e tópicos escolhidos para o refinamento foram:

- **Compromisso com a segurança de processo:**

- 1. Cultura de segurança de processo**

Descritor: “*process safety culture*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*Risk assessment*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 76 artigos.

- 2. Conformidade com as normas**

Descritor: “*compliance with standards*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*Petroleum industry*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 106 artigos.

- 3. Competência da segurança de processo**

Descritor: “*process safety competency*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*Petroleum industry*”, “*safety*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 23 artigos.

4. Envolvimento da força de trabalho

Descritor: “*workforce involvement*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*Management*”, “*Petroleum industry*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 33 artigos.

5. Sensibilização das partes interessadas

Descritor: “*stakeholder Outreach*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*Engineering*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 12 artigos.

Segunda pesquisa:

Descritor: “*stakeholder communication*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*Risk Management*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 33 artigos.

- **Entendimento dos perigos e riscos:**

1. Conhecimento da gestão de processo

Descritor: “*process Knowledge*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*petroleum industry*”, “*knowledge management*”, “*knowledge sharing*”, “*oil and gas*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 38 artigos.

2. Identificação dos perigos e análise dos riscos

Descritor: “*hazard identification and risk analysis*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*Risk assessment*”, “*Risk management*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 32 artigos.

Segunda pesquisa:

Descritor: “*hazard identification and risk analysis*” and “*offshore*”

Tópico: “*risk analysis*”, “*Risk assessment*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 25 artigos.

Terceira pesquisa:

Descritor: “*risk Analysis*” and “*offshore*”.

Tópico: “*offshore*”, “*risk assessment*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 36 artigos.

- **Gestão de risco:**

1. Procedimentos Operacionais

Descritor: “*operating procedures*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*petroleum industry*”, “*oil and gas industry*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 17 artigos.

Segunda pesquisa:

Descritor: “*Operating procedures*” and “*offshore*”.

Tópico: “*offshore*”, “*safety*”.

Nesta pesquisa foram encontradas 11 artigos.

2. Práticas seguras de trabalho

Descritor: “*safety work practices*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*petroleum*”, “*safety*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 9 artigos.

Segunda pesquisa:

Descritor: “*safety work practices*” and “*offshore*”.

Tópico: “*prisk management*”, “*safety*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 11 artigos.

3. Integridade de ativos e confiabilidade

Descritor: “*asset integrity and reliability*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*offshore*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 7 artigos.

4. Gestão do empreiteiro

Descritor: “*contractor management*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*petroleum industry*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 30 artigos.

5. Garantia de treinamento e do desempenho

Descritor: “*training and performance assurance*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*petroleum industry*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 16 artigos.

6. Gestão de mudanças

Descritor: “*management of change*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*petroleum industry*”, “*engineering*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 73 artigos.

7. Aptidão Operacional

Descritor: “*operational readiness*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*engineering*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 46 artigos.

Segunda pesquisa:

Descritor: “*stops and departure*” and “*offshore*”.

Tópico: “*engineering*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 12 artigos.

8. Realização das operações

Descritor: “*conduct of operations*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*petroleum*”, “*risk assessment*”, “*petroleum industry*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 32 artigos.

Segunda pesquisa:

Descritor: “*conduct of operations*” and “*oil*”.

Tópico: “*petroleum industry*”, “*engineering*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 18 artigos.

9. Gestão de emergência

Descritor: “*emergency management*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*petroleum industry*”, “*risk management*”, “*oil and gas*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 13 artigos.

Segunda pesquisa:

Descritor: “*emergency management*” and “*offshore*”.

Tópico: “*risk management*” and “*safety*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 13 artigos.

- **Aprender a partir da experiência:**

1. Investigação de incidentes

Descritor: “*incident investigation*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*petroleum*”, “*engineering*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 21 artigos.

Segunda pesquisa:

Descritor: “*incident investigation*” and “*offshore*”.

Tópico: “*accidents*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 15 artigos.

2. Medida e métricas

Descritor: “*measurement and metrics*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*risk assessment*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 64 artigos.

Segunda pesquisa:

Descritor: “*metrics*” and “*offshore*”.

Tópico: “*engineering*”, “*decision making*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 15 artigos.

3. Auditoria

Descritor: “*audit*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*petroleum industry*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 44 artigos.

Segunda pesquisa:

Descritor: “*audit*” and “*oil*”.

Tópico: “*petroleum industry*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 60 artigos.

4. Análise da gestão e melhoria contínua

Descritor: “*management review and continuous improvement*” and “*petroleum*”.

Tópico: “*decision making*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 69 artigos.

Segunda pesquisa:

Descritor: “*continuous improvement*” and “*offshore*”.

Tópico: “*offshore*”, “*oil and gas*”,

Nesta pesquisa foram encontrados 5 artigos.

Segunda pesquisa:

Descritor: “*continuous improvement*” and “*offshore*”.

Tópico: “*engineering*”.

Nesta pesquisa foram encontrados 28 artigos.

A pesquisa como um todo encontrou 1105 artigos dentro da delimitação temporal. Os critérios de exclusão nesta etapa foram leitura do título, resumo e conclusão, encontrando um total de 71 artigos correspondentes ao tema do trabalho.

Observou-se, dentre os artigos selecionados, que 14 foram publicados em 2013, 14 publicados em 2014, 13 artigos em 2015, 11 em 2016, e 19 artigos foram publicados em 2017 (Gráfico 2), mostrando o aumento da tendência de estudo deste tema.



Gráfico 2: Distribuição dos artigos publicados por ano.
Fonte: Elaboração própria (2018).

Os artigos científicos foram catalogados e separados de acordo com o país de autoria, podendo assim relacionar uma catalogação por distribuição percentual e geográfica (Gráfico 3 e Gráfico 4). A América do Sul publicou somente 3% de pesquisas, a Oceania da mesma forma publicou 3%, a África publicou 4%, a Ásia 20%, a América do Norte 25% e a Europa com a maioria das publicações 45%.

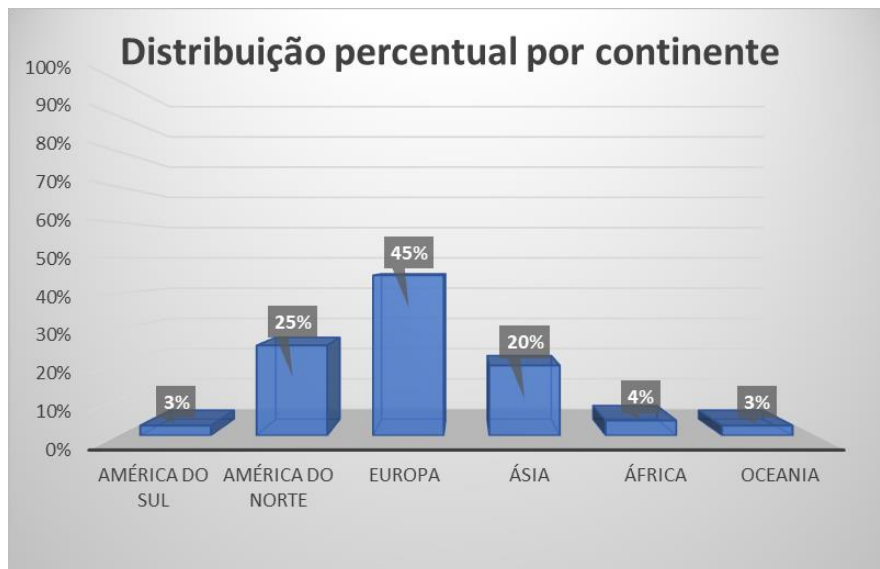


Gráfico 3: Distribuição percentual dos artigos publicados por continente.
Fonte: Elaboração própria (2018).

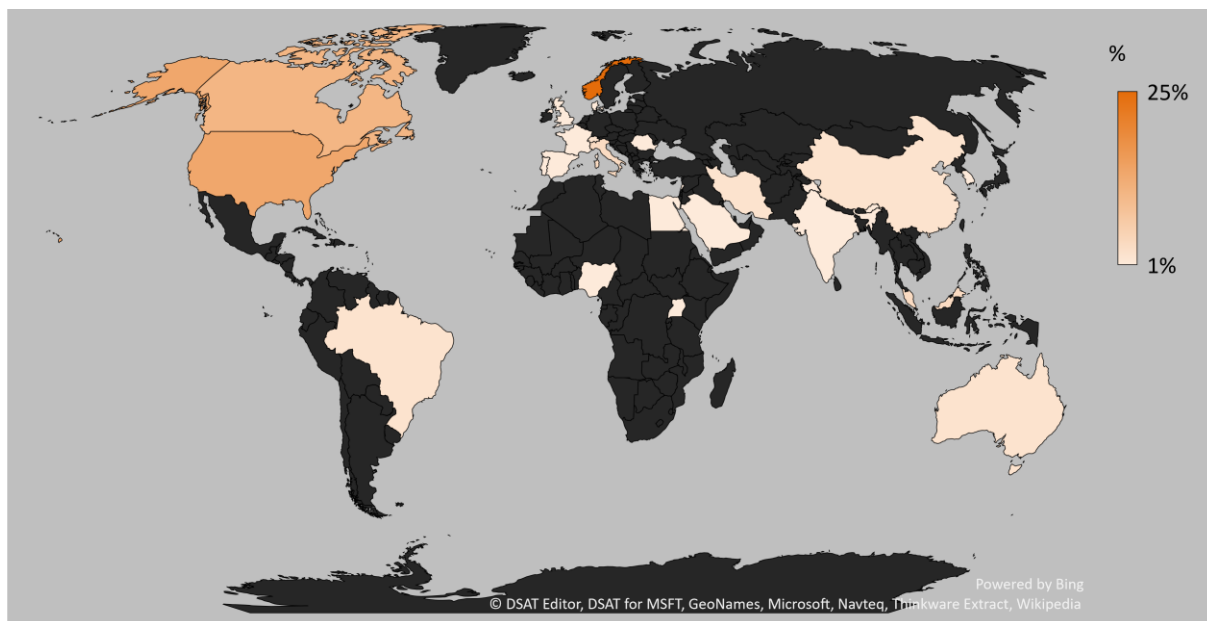


Gráfico 4: Distribuição geográfica e percentual dos artigos publicados.
Fonte: Elaboração própria (2018).

A primazia europeia é explicada pela quantidade de países que formam o continente e por representar mundialmente um grande centro de estudos de gestão de processos. A Noruega destacou-se com a maior produção de artigos (Gráfico 5) dentre a seleção, este fato pode ser explicado pela preocupação do país com a questão de produção de petróleo *offshore*, problemas ambientais relacionados ao petróleo e gestão de segurança de processos.



Gráfico 5: Número de artigos por país.
Fonte: Elaboração própria (2018).

Após a elaboração da estratificação geográfica por país de autoria foi realizada uma estratificação por locais de estudo dos artigos de modo a comparar com a produção de petróleo e quantidades de acidentes ocorridos nos locais de estudo dos artigos ou local de estudo teórico sobre plataformas offshore. O Gráfico 6 e Gráfico 7 apresentam a distribuição por local de estudo e a quantidade de estudos por local, respectivamente.

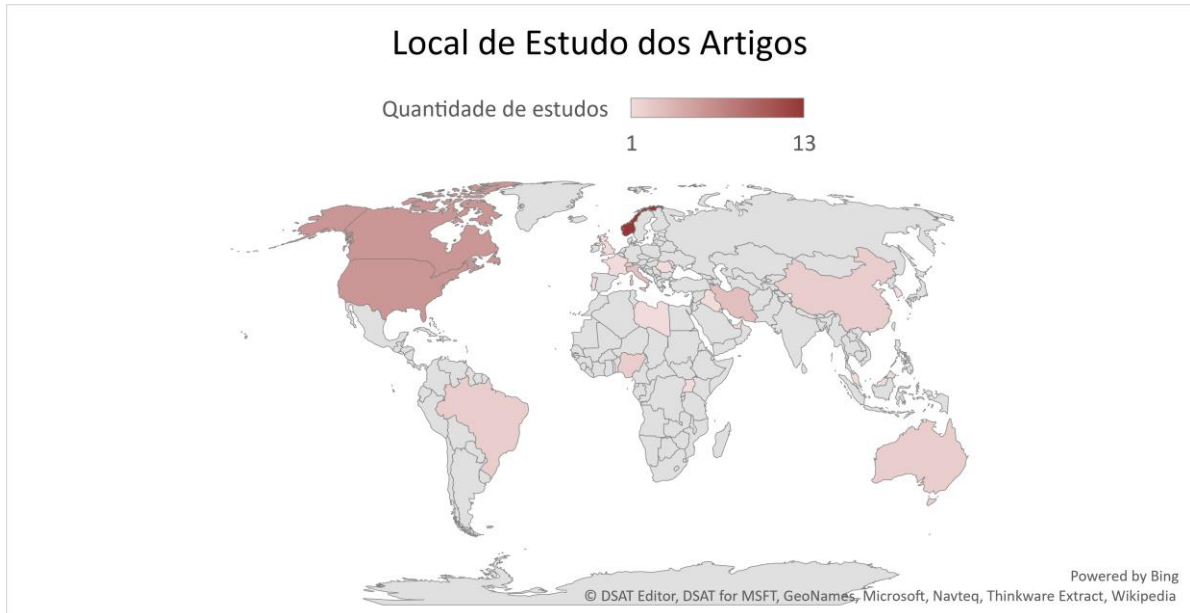


Gráfico 6: Estratificação geográfica dos locais de estudo dos artigos.
Fonte: Elaboração própria (2018).



Gráfico 7: Quantidade de estudos por local.
Fonte: Elaboração própria (2018).

De acordo com o *Energy Information Administration* (EIA) (2017) os países com maior produção de petróleo, em ordem de produção, são:

- Estados Unidos

- Arábia Saudita
- Rússia
- Canadá
- China
- Irã
- Iraque
- Emirados Árabes Unidos
- Brasil
- Kuwait
- México
- Venezuela
- Catar
- Nigéria
- Noruega

O Gráfico 8 apresenta a distribuição geográfica dos países com maior produção de petróleo mundial, onde os países com maior produção mundial são representados com a cor mais forte de azul e os países com cores mais fracas de azul com menor produção, de acordo com a ordem de produção apresentada anteriormente.

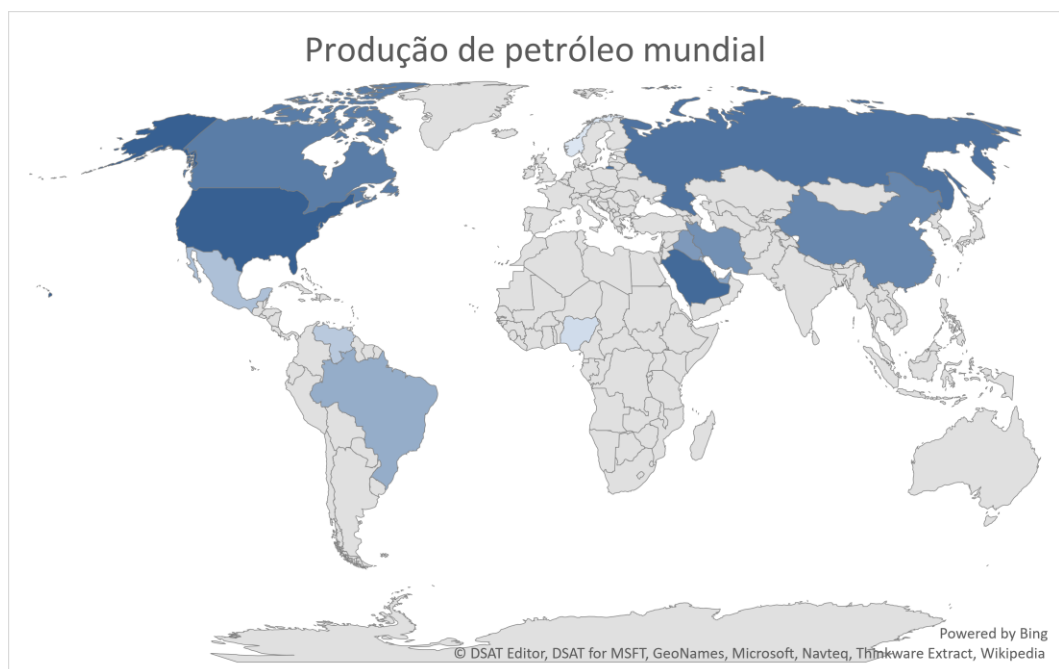


Gráfico 8: Produção de petróleo mundial.
Fonte: Adaptado de EIA- Energy Information Administration (2017).

Ao comparar os locais de estudo dos artigos analisados e a produção de petróleo mundial, podemos notar que os estudos se concentram nos países com maior produção. Apenas Rússia e Venezuela não foram encontrados nos países com estudos sobre produção de petróleo. Os países com maior produção e com maior número de estudos encontrados foram: Estados Unidos, Canadá, México e Noruega.

Em 2016 de acordo com o Ministério do Trabalho dos Estados Unidos (BLS, 2017) o número de incidentes na indústria do petróleo nos Estados Unidos foram 1500. No Canadá de acordo com o Governo do Canadá (GOVERN OF CANADA, 2018) ocorreram 127 incidentes. No México de acordo com *Bureau of Safety and Environmental Enforcement* (BSEE) (2014) o total de incidentes ocorridos no Golfo do México no ano de 2014 foram 666. Na Noruega no ano de 2017 ocorreram no total 170 incidentes de acordo com a Autoridade de Segurança de Petróleo da Noruega (PETROLEUM SAFETY AUTHORITY NORWAY, 2017). Ao analisar estes números podemos ver a importância dos estudos sobre segurança de processos em plataformas de petróleo *offshore*, de forma a melhorar a qualidade do ambiente de trabalho e ampliar a divulgação da cultura de segurança por toda a empresa.

Durante a análise de todos os artigos foram encontrados, para cada elemento e para cada pilar do sistema do RBPS, um número determinado de artigos. No Gráfico 9 encontramos o número de artigos por elemento do RBPS.

Número de artigos por elemento do RBPS

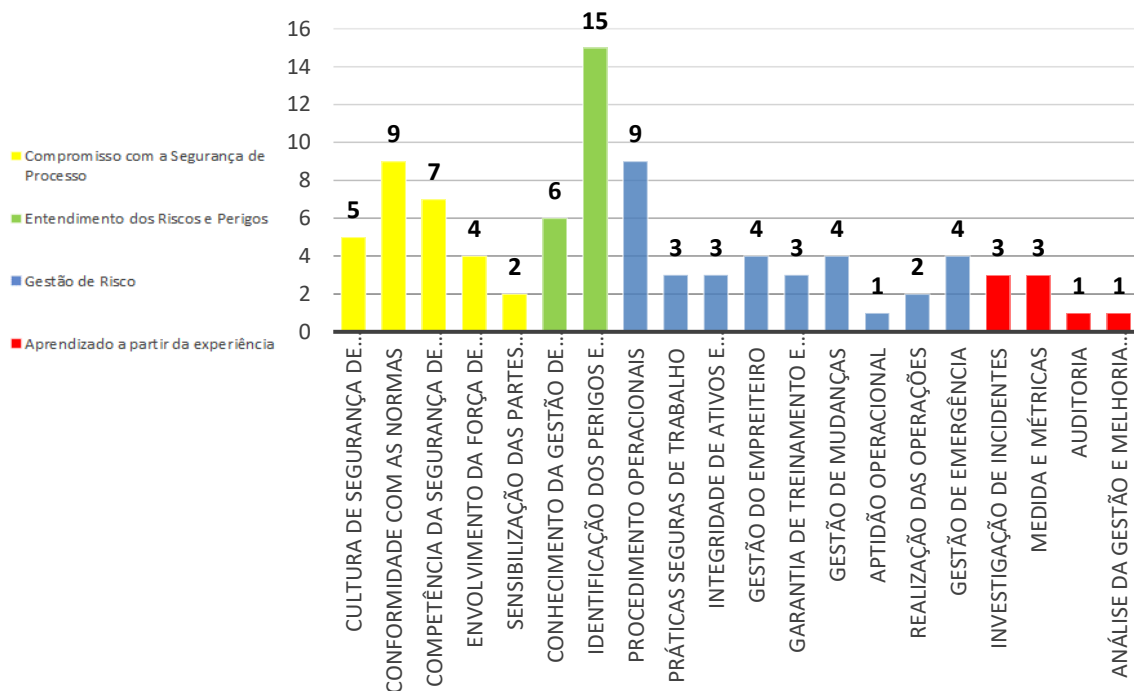


Gráfico 9: Número de artigos por elemento.

Fonte: Elaboração própria (2018).

Notou-se uma repetição de artigos distribuídos em diferentes pilares do sistema de gestão. Um total de 14 diferentes artigos foram repetidos, sendo estes referenciados para 2 ou 3 pilares diferentes.

Pode-se notar a partir do Gráfico 9, dentre os quatro pilares, a “Gestão de risco” foi o pilar com o maior número de estudos encontrados. Isto é devido à preocupação das empresas em operar e manter seus processos em operação a longo prazo. A gestão de risco proporciona o conhecimento necessário para as empresas se prepararem para possíveis acidentes e como responder e gerencia-los. As empresas que sabem tirar vantagem do conhecimento que possuem acerca dos riscos serão capazes de lidar, com mais eficiência, com os riscos resultantes após o processo de introdução de medidas de controle.

Entre os vinte elementos do RBPS, a “Identificação dos perigos e a análise de risco”, no componente "Entendimento dos perigos e riscos", teve o maior número de estudos, 15 no total (Gráfico 9), comprovando a importância dos estudos sobre esse assunto. O principal objetivo deste pilar é gerenciar os riscos e perigos a serem avaliados e determinados como toleráveis ou não. Vários métodos podem ser utilizados para a realização da análise de riscos. Com a identificação dos perigos e análise de riscos definida, outras atividades de gerenciamento de segurança do processo na instalação serão preparadas adequadamente e com a utilização dos recursos adequados.

Após a leitura completa dos textos dos 71 artigos 32 foram selecionados. O critério de exclusão foi a proximidade dos conteúdo dos artigos aos objetivos dos elementos do sistema de gestão de segurança de processos do RBPS e ano de produção do artigo. Sendo assim, 8 artigos relacionados a cada um dos 4 pilares foram selecionados para serem analisados e comparados dentro de cada pilar. Os 32 artigos selecionados encontram-se no Quadro 7 e foram organizados por ano.

Quadro 7: Base de dados dos artigos baseados nos pilares do CCPS relacionados à indústria de petróleo.

Título do artigo	Pilar do RBPS	Revista	País	Citações	Autores	Ano
Security Risk Assessment Methodology for the petroleum and petrochemical industries	Aprendizado a partir da experiência.	Journal of Loss Prevention in the Process Industries, November 2013, Vol.26(6), pp.1685-1689	Estados Unidos	11	Moore, David A.	2013
A framework for human error analysis of offshore evacuations	Compromisso com a segurança de processo.	Safety Science, January 2013, Vol.51(1), pp.319-327	Hong Kong	24	Deacon, T.; Amyotte, P.R.; Khan, F.I.; Mackinnon, S.	2013
Convergence theory in quality management: evidence from the petroleum industry	Compromisso com a segurança de processo.	International Journal of Quality & Reliability Management, 18 January 2013, Vol.30(2), pp.177-196	Estados Unidos	6	Mellat-Parast, Mahour	2013
Effects of Shift and Night Work in the Offshore Petroleum Industry: A Systematic Review	Gestão de risco.	Industrial Health, 2013, Vol.51(5), p.530-544	Noruega	20	Fossum, Ingrid Nesdal; Bjorvatn, Bjørn; Waage, Siri; Pallesen, Ståle	2013
Modeling optimal oil production paths under risk service contracts	Gestão de risco.	Petroleum Science, 2013, Vol.10(4), pp.596-602	China	0	Luo, Dongkun; Zhao, Xu	2013
Risk based integrity modeling of offshore process components suffering stochastic degradation	Gestão de risco.	Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 19 Issue: 2, pp.157-180,	Canadá	12	Thodi, Premkumar; Khan, Faisal; Haddara, Mahmoud	2013

Título do artigo	Pilar do RBPS	Revista	País	Citações	Autores	Ano
Synchronizing crisis responses after a transgression: An analysis of BP's enacted crisis response to the Deepwater Horizon Crisis in 2010	Compromisso com a segurança de processo.	Journal of Communication Management, 26 July 2013, Vol.17(3), pp.252-269	Estados Unidos	21	Diers, Audra R; Donohue, Jennie	2013
Vulnerability of the oil and gas sector to climate change and extreme weather events	Gestão de risco.	Climatic Change, Nov 2013, Vol.121(1), pp.41-53	Itália	9	Cruz, Ana; Krausmann, Elisabeth	2013
Challenges of knowledge sharing in the petrochemical industry	Entendimento dos riscos e perigos.	Knowledge Management & E-Learning, 2014, Vol.6(2), p.171	Malasia	16	Wei Chong, Chin; Besharati, Jamshid	2014
Combustion products toxicity risk assessment in an offshore installation	Entendimento dos riscos e perigos.	Process Safety and Environmental Protection, November 2014, Vol.92(6), pp.616-624	Reino Unido	5	Dadashzadeh, Mohammad; Khan, Faisal; Abbassi, Rouzbeh; Hawboldt, Kelly	2014
Fleet routing position-based model for inventory pickup under production shutdown	Gestão de risco.	European Journal of Operational Research, 16 July 2014, Vol.236(2), pp.736-747	Estados Unidos	1	Edirisinghe, N.C.P.; James, R.J.W.	2014
Identification of the Human Factors Contributing to Maintenance Failures in a Petroleum Operation	Aprendizado a partir da experiência.	Human Factors: The Journal of Human Factors and Ergonomics Society, 2014, Vol.56(2), pp.306-321	Austrália	20	Antonovsky, Ari; Pollock, Clare; Straker, Leon	2014

Título do artigo	Pilar do RBPS	Revista	País	Citações	Autores	Ano
Organizational climate in large-scale projects in the oil and gas industry: A competing values perspective	Compromisso com a segurança de processo.	International Journal of Project Management, May 2014, Vol.32(4), pp.687-697	Noruega	3	Hannevik, Martine B.; Lone, Jon Anders; Bjørklund, Roald; Bjørkli, Cato Alexander; Hoff, Thomas	2014
Probabilistic risk assessment of major accidents: application to offshore blowouts in the Gulf of Mexico	Entendimento dos riscos e perigos.	Natural Hazards, 2014, Vol.74(3), pp.1759-1771	Canadá	13	Khakzad, Nima; Khakzad, Sina; Khan, Faisal	2014
The barriers of knowledge generation, storage, distribution and application that impede learning in gas and petroleum companies	Entendimento dos riscos e perigos.	Journal of Knowledge Management, 06 May 2014, Vol.18(3), pp.494-522	Irão	20	Ranjbarfard, Mina ; Aghdasi, Mohammad; López-Sáez, Pedro; Emilio Navas López, José	2014
The influence of perceived organizational support on dimensions of learning organization	Entendimento dos riscos e perigos.	The Learning Organization, 2014, Vol.21(3), pp.206-219	Irão	10	Salehzadeh, Reza; Asadi, Ali; Khazaei Pool, Javad; Reza Ansari, Mohammad; Haroni, Alireza	2014
Accident sequence precursors in risk management for offshore industry	Compromisso com a segurança de processo.	Scientific Bulletin "Mircea cel Batran" Naval Academy, 2015, Vol.18(1), pp.219-222	Romênia	0	Dragos, Neagu	2015

Título do artigo	Pilar do RBPS	Revista	País	Citações	Autores	Ano
Classification of Static Mechanical Equipment using a Fuzzy Inference System: A Case Study from an Offshore Installation	Aprendizado a partir da experiência.	International Journal of Performability Engineering, Jan 2015, Vol.11(1), p.53	Noruega	1	Seneviratne, Amndb; Ratnayake, RM	2015
Modelling of fire risks in an offshore facility	Aprendizado a partir da experiência.	Fire Safety Journal, January 2015, Vol.71, pp.79-85	Canadá	7	Rajendram, Arunnvinthan; Khan, Faisal; Garaniya, Vikram	2015
Quantitative risk analysis of offshore fire and explosion based on the analysis of human and organizational factors	Entendimento dos riscos e perigos.	Mathematical Problems in Engineering, 2015	China	3	Wang, Yan Fu; Li, Yu Lian; Zhang, Biao; Yan, Pei Na; Zhang, Li	2015
Authentic leadership, work engagement and organizational citizenship behaviors in petroleum company	Compromisso com a segurança de processo.	International Journal of Productivity and Performance Management, 11 July 2016, Vol.65(6), pp.811-830	Arábia Saudita	5	Al Sahi AL Zaabi, Mohamed Saeed; Ahmad, Kamarul Zaman; Hossan, Chowdhury	2016
Common cause failures in safety-instrumented systems: Using field experience from the petroleum industry	Gestão de risco.	Reliability Engineering and System Safety, July 2016, Vol.151, pp.34-45	Noruega	5	Hauge, S.; Hokstad, P.; Håbrekke, S.; Lundteigen, M.A.	2016
Dynamic occupational risk model for offshore operations in harsh environments	Aprendizado a partir da experiência.	Reliability Engineering and System Safety, June 2016, Vol.150, pp.58-64	Canadá	3	Song, Guozheng; Khan, Faisal; Wang, Hangzhou; Leighton, Shelly; Yuan, Zhi; Liu, Hanwen	2016

Título do artigo	Pilar do RBPS	Revista	País	Citações	Autores	Ano
Safety compliance and safety climate: A repeated cross-sectional study in the oil and gas industry	Compromisso com a segurança de processo.	Journal of Safety Research, December 2016, Vol.59, pp.33-41	Noruega	3	Kvalheim, Sverre A.; Dahl, Øyvind	2016
Static and dynamic resource allocation models for recovery of interdependent systems: application to the Deepwater Horizon oil spill	Gestão de risco.	Annals of Operations Research, 2016, Vol.236(1), p.103(27)	Estados Unidos	8	Mackenzie, Cameron A.; Baroud, Hiba; Barker, Kash	2016
The information environment and information behaviour of the Offshore Installation Manager (OIM) in the context of safety and emergency response: An exploratory study	Gestão de risco.	Journal of Information Science, 2016, Vol.42(4), pp.551-567	Escócia	0	Marcella, Rita; Lockerbie, Hayley	2016
Development of strategic asset management planning in the petroleum industry	Aprendizado a partir da experiência.	Journal of Quality in Maintenance Engineering, 08 May 2017, Vol.23(2), pp.165-179	Noruega	0	Kusumawardhani, Mayang;Tore, Markeset; Kumar, Rajesh	2017
A framework for developing leading indicators for offshore drillwell blowout incidents	Aprendizado a partir da experiência.	Process Safety and Environmental Protection, February 2017, Vol.106, pp.256-262	Estados Unidos	2	Tamim, Nafiz; Laboureur, Delphine M.; Mentzer, Ray A.; Hasan, A. Rashid; Mannan, M. Sam	2017
Allision risk analysis of offshore petroleum installations on the Norwegian Continental Shelf—an empirical study of vessel traffic patterns	Entendimento dos riscos e perigos.	WMU Journal of Maritime Affairs, 2017, Vol.16(2), pp.175-195	Noruega	0	Hassel, Martin; Vinnem, Jan	2017

Título do artigo	Pilar do RBPS	Revista	País	Citações	Autores	Ano
Interrelationship between big data and knowledge management: an exploratory study in the oil and gas sector	Entendimento dos riscos e perigos.	Journal of Knowledge Management, 2017, Vol.21(1), pp.180-196	Hong kong	5	Sumbal, Muhammad Saleem; Tsui, Eric; See-to, Eric W.K.	2017
Regulating the intangible. Searching for safety culture in the Norwegian petroleum industry	Compromisso com a segurança de processo.	Safety Science, February 2017, Vol.92, pp.232-240	Noruega	0	Antonsen, Stian; Nilsen, Marie; Almklov, Petter G.	2017
Risk assessment of oil spills along the Mediterranean coast: A sensitivity analysis of the choice of hazard quantification	Aprendizado a partir da experiência.	Science of the Total Environment, 1 January 2017, Vol.574, pp.234-245	Líbano	5	Al Shami, A.; Harik, G.; Alameddine, I.; Bruschi, D.; Garcia, D. Astiaso; El-Fadel, M.	2017

Fonte: Elaboração própria (2018).

4.2 ANÁLISE COMPARATIVA

Foi desenvolvida uma planilha comparativa para análise e comparação dos artigos com relação aos 4 pilares da segurança de processo, baseada em risco.

Como parâmetros de comparação foram adotados os 20 elementos do RBPS. Foram avaliados em cada artigo a presença de algum fator que envolva e promova cada um dos elementos. Desta forma foi realizada uma avaliação qualitativa onde a presença dos parâmetros determinou se um artigo era melhor que outro.

Dentro dos 32 artigos encontrados para o sistema RBPS, 8 artigos de cada um dos 4 pilares foram analisados e comparados uns aos outros dentro de seu respectivo pilar em relação à presença e profundidade do conteúdo dos 20 elementos (parâmetros) do RBPS.

4.2.1 Artigos relacionados ao pilar “Compromisso com a segurança de processos”

A seguir encontra-se um breve sumário dos 8 artigos relacionados ao pilar “Compromisso com a segurança de processos”.

O artigo de Deacon et al. (2013) trata da análise de métodos de pesquisa para a criação de um *Framework* de avaliação de riscos. Utilizou-se das melhores práticas da indústria e melhores métodos científicos disponíveis para avaliar o risco de erro humano. O trabalho conclui que a cultura de segurança, incluindo o treinamento e barreiras de controle são necessárias em todas as etapas de um processo. O trabalho indica a necessidade de calibragem do método de análise do risco de erro humano, pois os questionários utilizados para análise de recursos necessários em cada etapa de emergência em plataformas *offshore* obtiveram grandes discrepâncias.

Dragos (2015) trata do desenvolvimento de uma ferramenta de gerenciamento de riscos, que foi desenvolvida em conjunto com diretrizes baseadas em histórico de avaliação de risco de operações marítimas e análise de lições aprendidas de acidentes passados em desastres *offshore*. Os dados para a ferramenta de risco serão retirados de inspeções, auditorias, avaliações de segurança e avaliações específicas de risco de projeto/operação. Utilizou de especialistas para analisar os incidentes, seguiu normas e procedimentos, e com todo esses conhecimentos dos perigos e riscos pretendia melhorar a cultura de segurança da instalação.

Antonsen et al. (2017) apresenta um estudo qualitativo dos efeitos percebidos da exigência dos regulamentos noruegueses do petróleo para se ter a presença de uma cultura de saúde, segurança e ambiente. Foram utilizadas entrevistas com funcionários sobre acidentes

passados. O estudo comprova que a introdução do conceito da cultura de segurança pode ter efeitos positivos dentro das empresas e que a introdução desta cultura aumenta a capacidade tanto das empresas como de órgãos reguladores de abordar aspectos informais e sistêmicos da segurança.

O artigo de Kvalheim e Dahl (2016) tinha o intuito de realizar múltiplos testes da relação causal entre conformidade com a segurança e o clima de segurança. Foram realizados repetidos testes de questionários com 150 perguntas sobre saúde, segurança e condições de trabalho, o qual foi mantido constante durante um período de tempo prolongado. Uma análise de regressão múltipla hierárquica foi realizada para cada período de medição para testar a relação de hipótese entre clima de segurança e conformidade de segurança. O modelo utilizado explicou aproximadamente 27% da variação na conformidade de segurança. O estudo conclui que ao projetar medidas para melhorar a conformidade, treinamento e sólido equilíbrio entre segurança e produção são meios eficazes de serem utilizados.

Hannevik et al. (2014) tiveram como objetivo identificar dimensões centrais e desenvolver um modelo de clima organizacional em organizações de projetos de grande escala no setor de petróleo e gás. Foram desenvolvidas entrevistas com 18 funcionários em uma organização de projeto na indústria norueguesa de petróleo e gás. As entrevistas foram analisadas por conteúdo em dois modelos: o instrumento global, a Medida Organizacional do Clima (OCM) com base no Quadro de Valores Competentes e o instrumento específico do domínio, Levantamento de Pessoal do Projeto (PPS). Foi realizada a proposição de um novo modelo denominado Medida de Clima Organizacional para Organizações de Projetos de Grande Escala na Indústria de Petróleo e Gás (OCMP).

Al Sahi et al. (2016) exploraram a relação entre liderança autêntica (AL), envolvimento no trabalho (WE) e comportamentos de cidadania organizacional (OCB), através do empoderamento psicológico, entre 189 trabalhadores do Emirados Árabes que trabalham no setor de petróleo. Utilizou-se um método quantitativo envolvendo questionários. O estudo concluiu que o engajamento dos gerentes e funcionários melhoraram o comportamentos dos funcionários e assim a produtividade da empresa.

Mellat-Parast (2013) teve o objetivo de investigar o efeito do apoio da alta administração para a qualidade e práticas de gerenciamento de recursos humanos em resultados de qualidade na indústria do petróleo. Foi utilizada uma pesquisa para coletar dados de gerentes e uma modelagem da equação estrutural foi utilizada para examinar as hipóteses. Os resultados fornecem suporte para a importância do compromisso da alta gerência com a qualidade em

ênfatisar outras práticas de qualidade. O relacionamento entre os funcionários e a alta gerência também se mostrou significativa. Concluiu-se que o suporte da alta gerência para a qualidade está significativamente relacionado com os resultados de qualidade externa e que ela desempenha um importante papel na promoção da gerência de qualidade e sua implementação bem-sucedida.

Diers e Donohue (2013) tiveram como objetivo estudar o valor estratégico de institucionalizar o uso das mídias sociais como uma parte rotineira do envolvimento das partes interessadas, pois desta forma podem alcançar um público mais amplo. Tem o objetivo ainda de estudar a resposta de crise e a sincronicidade de mídia em conjunto no contexto da comunicação de crise. O uso da mídia social permitirá que as organizações se envolvam em um diálogo com as partes interessadas que irão moldar e formar seus relacionamentos com eles. Para testar as hipóteses e responder às questões de pesquisa, utilizaram-se três técnicas analíticas: Análise de variância (ANOVA), Análise de Fator Exploratório com Rotação Varimax e Normalização Kaiser e correlações. O estudo destaca a influência da escolha da mensagem e do uso da plataforma para envio sobre a natureza mutável das relações públicas, particularmente durante uma grande crise.

Um quadro comparativo com os 20 elementos foi elaborado de modo a comparar os artigos. Foram analisados se os artigos contemplavam cada um dos parâmetros e o artigo que apresentou a maior quantidade de parâmetros presentes foi considerado o mais completo comparado com os outros. O Quadro 8 apresenta a comparação dos 8 artigos.

Um outro quadro foi criado no intuito de comparar os dados de entrada, tipo de modelo utilizado, a qual componente do sistema RBPS o artigo se encontrava classificado e as limitações dos modelos encontradas.

Quadro 8: Comparação dos artigos do pilar “Compromisso com a segurança de processos” quanto aos 20 elementos do RBPS.

Compromisso com a Segurança de Processo						Entendimento dos Riscos e Perigos			Gestão de Risco										Aprendizado a partir da experiência						
Sistemas dos artigos /Parâmetros	Cultura de Segurança de Processo	Conformidade com as Normas	Competência da Segurança de Processo	Envolvimento da Força de Trabalho	Sensibilização das Partes interessadas	Contador	Conhecimento da Gestão de Processo	Identificação dos Perigos e Análise dos Riscos	Contador	Procedimento Operacionais	Práticas Seguras de Trabalho	Integridade de Ativos e Confiabilidade	Gestão do Empreiteiro	Garantia de Treinamento e do Desempenho	Gestão de mudanças	Aptidão Operacional	Realização das Operações	Gestão de Emergência	Contador	Investigação de Incidentes	Medida e Métricas	Auditoria	Análise da Gestão e Melhoria Contínua	Contador	TOTAL
	Deacon et al. (2013)	X			X		2		X	1	X							X	X	3		X			1
Dragos (2015)	X	X			X	3		X	1		X								1	X		X	X	3	8
Antonsen et al. (2017)	X	X			X	3			0		X								1	X				1	5
Kvalheim e Dahl (2016)	X		X			2			0	X	X			X			X		4					0	6
Hannevik et al. (2014)	X		X	X	X	4	X		1	X				X			X		3					0	8
Al Sahi et al. (2016)	X			X		2	X		1					X					1				X	1	5
Mellat - Parast (2013)				X	X	2	X		1	X							X		2				X	1	6
Diers e Donohue (2013)				X	X	2			0		X							X	2	X			X	2	6

Quadro 9: Quadro de comparação entre os artigos, relacionados ao pilar “Compromisso com a segurança de processos”, selecionados.

Artigo	Elemento do RBPS	Dados de entrada	Método utilizado	Limitações
Deacon et al. (2013)	Cultura de segurança do processo	Questionários	Análise de métodos de pesquisa para a criação de um <i>Framework</i> de avaliação de riscos.	Necessário a calibragem do método de análise do risco de erro humano, pois os questionários utilizados para análise de recursos necessários em cada etapa de emergência em plataformas <i>offshore</i> obtiveram grandes discrepâncias.
Dragos (2015)	Cultura de segurança do processo	Auditoria, inspeções, avaliações de segurança e de projetos, e entrevistas com especialistas.	Desenvolvimento de uma ferramenta de gerenciamento de riscos, que foi desenvolvida em conjunto com diretrizes baseadas em histórico de avaliação de risco de operações marítimas e análise de lições aprendidas de acidentes passados em desastres <i>offshore</i> .	O banco de dados não é exclusivo, mas meramente uma aplicação de um método existente para um ambiente diferente, ou seja, construção em ambiente <i>offshore</i> .
Antonsen et al. (2017)	Conformidade com as normas	Questionários	Estudo qualitativo dos efeitos percebidos da exigência dos regulamentos noruegueses do petróleo para se ter a presença de uma cultura de saúde, segurança e ambiente.	Ambiguidade da definição de cultura de segurança, introdução do conceito vago em normas.
Kvalheim e Dahl (2016)	Conformidade com as normas	Questionários	Intuito de realizar múltiplos testes da relação causal entre conformidade com a segurança e o clima de segurança.	Os dados consistem em medidas de auto-relato, com algumas limitações como respostas sociais desejáveis e respostas modais. Além disso, as variáveis dependentes e independentes são desenhadas a partir da mesma fonte, tornando a análise propensa ao viés de método comum.
Hannevik et al. (2014)	Competência da segurança de processo	Entrevistas Qualitativas	Proposição de um novo modelo para análise de clima organizacional chamado Medida de Clima Organizacional para Organizações de Projetos de Grande Escala na Indústria de Petróleo e Gás (OCMP).	Generalização dos resultados; confiabilidade das entrevistas, transcrição, unificação e codificação; e a suposição de que temas frequentemente mencionados estão relacionados ao sucesso do projeto.

Artigo	Elemento do RBPS	Dados de entrada	Método utilizado	Limitações
Al Sahi et al. (2016)	Envolvimento da força de trabalho	Questionários	Utilizou-se um método quantitativo envolvendo questionários com o objetivo de explorar a relação entre liderança autêntica (AL), envolvimento no trabalho (WE) e comportamentos de cidadania organizacional (OCB), através do empoderamento psicológico.	Amostra homogênea, abordando apenas uma empresa, portando a generalização dos resultados pode ser limitada.
Mellat-Parast (2013)	Envolvimento da força de trabalho	Questionários	Foi utilizada uma pesquisa para coletar dados de gerentes e uma modelagem da equação estrutural foi utilizada para examinar as hipóteses.	É necessária uma amostra maior para validar os achados deste estudo.
Diers e Donohue (2013)	Sensibilização das partes interessadas	Análise de mensagens enviadas no Facebook, Twitter e Comunicados de imprensa.	Estuda o valor estratégico de se utilizar dos três meios de comunicação para aumentar o envolvimento das partes interessadas. Testa as hipóteses e responde às questões de pesquisa utilizando três técnicas analíticas: ANOVA, Análise de Fator Exploratório com Rotação Varimax e Normalização Kaiser e correlações.	Ele precisa ser testado e precisa se desenvolver substancialmente para que possa prever com confiança os relacionamentos entre mensagens e comunicação de plataformas.

Fonte: Elaboração própria (2018).

No quadro comparativo podem-se notar algumas características mais relevantes apresentadas pelos modelos, tornando alguns mais ou menos aplicáveis que outros.

Comparando os modelos entre si, podemos notar algumas limitações que dificultam a utilização plena dos modelos. Com relação à metodologia utilizada para coleta de dados podemos destacar que os artigos de Mellat-Parast (2013), Al Sahi et al. (2016), Kvalheim e Dahl (2016), Antonsen et al. (2017), e Deacon et al. (2013) utilizam como dados de entrada questionários realizados com especialistas da indústria de petróleo. Existe uma limitação de número de respostas recebidas e também a questão das respostas serem tendenciosas, o que não reflete a indústria e prejudica a análise final dos dados. Diers e Donohue (2013) utilizam de dados de mídia social como Facebook, Twitter e comunicados de imprensa para testar suas técnicas analíticas, esses dados são muito subjetivos e tendenciosos o que pode prejudicar a análise de segurança. Dragos (2015) e de Hannevik et al. (2014) utilizam entrevistas qualitativas com especialistas da área, mas Dragos (2015) aprofunda-se mais na coleta de dados e utiliza dados de auditorias, inspeções, avaliações de segurança e de projetos. Pode-se assim concluir que Dragos utiliza uma metodologia mais confiável e abrangente para a coleta de dados, tornando o seu modelo mais confiável e representando melhor o que acontece realmente na indústria.

Com relação aos modelos utilizados Deacon et al. (2013), Antonsen et al. (2017), Kvalheim e Dahl (2016), Mellat-Parast (2013) utilizam métodos de análise direta dos dados coletados, o que torna os modelos tendenciosos devido à resposta de quem irá analisar os dados recebidos, e como são coletados poucos dados, o método não se torna vantajoso para a indústria, pois não irá apresentar o que realmente ocorre e as práticas adotadas pelos trabalhadores. Diers e Donohue (2013) utilizam três técnicas analíticas para testar as hipóteses e dados coletados, porém apresentou como limitação quanto a prever com confiança os resultados e por não ter sido testado ainda. Al Sahi et al. (2016) utilizou um método quantitativo para prever a relação entre os fatores determinados na sua hipótese, porém seu teste foi realizado em uma única empresa, onde a cultura de segurança pode ser muito diferente da média da indústria, portanto seus resultados não podem ser generalizados. Deveria portanto utilizar uma amostra maior de dados para realmente prever o que acontece na indústria de petróleo *offshore*.

Hannevik et al. (2014) propôs um novo método para análise de clima organizacional, porém em seu método ocorre uma suposição de que temas frequentemente mencionados estão relacionados ao sucesso do projeto, isso ocorre devido ao método de coleta de dados que é tendencioso e não confiável, pois as entrevistas são gravadas e após isso os avaliadores fazem a transcrição, unificação e codificação das respostas. Por fim Dragos (2015) desenvolveu uma

ferramenta de gerenciamento de risco, na qual foram utilizadas diretrizes baseadas em históricos de avaliação de risco de operações marítimas e análise de lições aprendidas de acidentes passadas em desastres offshore. O método de Dragos (2015) portanto, é mais confiável que os outros e reflete melhor o que acontece na indústria, pois utiliza uma gama enorme de dados e avaliações de históricos de acidentes passados, tornando o método mais adequado e mais útil de ser utilizado.

Os artigos de Dragos (2015) e de Hannevik et al. (2014) obtiveram as maiores pontuações dentre os artigos do primeiro pilar do sistema RBPS, pontuação de 8 de um total de 20 parâmetros. Dentro do pilar “Compromisso com a segurança de processo” o segundo obteve um total de 4 em 5 parâmetros e o primeiro artigo obteve um total de 3 em 5 parâmetros.

Dragos (2014) afirma que é essencial para qualquer empresa a compreensão da cultura de segurança e o gerenciamento de risco adequado. Como os acidentes catastróficos são raros, as empresas perdem o foco e concentram a atenção para a prevenção de riscos ocupacionais. Dragos (2014) ainda afirma que a utilização de dados de auditorias e aprendizados de acidentes passados salva tempo e recursos das empresas, que evitam de criarem análises duplicadas e revisões de análises da indústria.

4.2.2 Artigos relacionados ao pilar “Entendimento dos riscos e perigos”

A seguir encontra-se um breve sumário dos 8 artigos relacionados ao pilar “Entendimento dos riscos e perigos”.

O artigo de Wei e Besharati (2014) tem o objetivo de descobrir barreiras de compartilhamento de conhecimento nas empresas petroquímicas em um país do Oriente Médio, através da análise de barreiras individuais, barreiras organizacionais e de barreiras tecnológicas para o compartilhamento de conhecimento. O artigo explica que o compartilhamento de conhecimento é considerado como um dos desafios comumente enfrentados na implementação de sistemas efetivos de gerenciamento de conhecimento. Os dados foram coletados usando um método de levantamento de amostragem de conveniência e questionários, e um método de regressão múltipla foi utilizado para a análise dos dados coletados. Concluiu-se que no estudos que todas as barreiras propostas possuem influência no compartilhamento de conhecimento e a recompensa tem o menor impacto no compartilhamento de conhecimento.

Sumbal et al. (2017) teve o objetivo de explorar a relação entre *Big Data* e o gerenciamento do conhecimento (KM). O estudo adotou uma metodologia de pesquisa qualitativa. Elaborou-se uma abordagem de estudo de caso, onde ocorreu a realização de nove entrevistas semi-estruturadas e após isto foi realizada uma análise crítica dos resultados.

Concluiu-se com o estudo que o *Big Data* é de grande preocupação no setor de petróleo e gás, e tecnologias e ferramentas mais avançadas estão sendo usadas nos dias de hoje para gerar e armazenar *Big Data*.

Ranjbarfard et al. (2014) tiveram como objetivo encontrar e classificar as barreiras dos quatro processos de gerenciamento de conhecimento (KM), incluindo geração, armazenamento, distribuição e aplicação no setor de gás e petróleo. Utilizou-se de questionários para a coleta de dados. Estes foram distribuídos para 26 companhias de gás e petróleo no Irã e os dados foram analisados através de testes estatísticos como T, Friedman, Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. O estudo fornece como resultado uma lista de verificação como uma ferramenta de avaliação para avaliar processos de KM considerando barreiras e sua importância, ajudando os gerentes a melhorar suas atividades de KM.

Salehzadeh et al. (2014) objetivaram explorar a influência do apoio organizacional percebido nas dimensões de uma organização de aprendizado, entre funcionários de pequenas e médias empresas. O trabalho utilizou uma pesquisa empírica pelo método de pesquisa de questionário para testar as hipóteses de pesquisa e utilizou uma modelagem da equação estrutural (SEM) para analisar os dados e testar as hipóteses da pesquisa. Os resultados desta pesquisa mostraram que o apoio organizacional percebido pode ser considerado como um preditor de uma organização de aprendizagem. Uma organização deve se concentrar em comunicações, compartilhamento de conhecimento e compromisso de seus funcionários para se tornar uma organização de aprendizagem.

O artigo de Hassel et al. (2017) possui como objetivo investigar mudanças no padrão de tráfego de navios mercantes que passam por instalações de petróleo e gás *offshore*. O artigo apresenta um estudo empírico de uma das variáveis mais importantes utilizadas para calcular o risco de colisão de embarcações passantes, a distância de passagem para a instalação *offshore*. Os dados foram coletados de dois portais: *Christian Michelsen Portal* online de pesquisa (CMR), que fornece acesso aos dados do AIS (*Automatic Identification System*) da *Norwegian Coastal Administration* (NCA) e dados Vissim2 arquivados, fornecidos pela *Safetec Nordic* e depois foram filtrados e processados. Os resultados do estudo mostram que os navios mercantes alteram o percurso para alcançar uma distância de passagem segura para as novas instalações petrolíferas *offshore* de superfície, o que significa que o uso atual de dados do AIS em avaliações de risco de escala é excessivamente conservador.

Dadashzadeh et al. (2014) possui o foco de desenvolver uma metodologia para aplicar um escudo CFD (Dinâmica de fluidos computacionais) para avaliar a dispersão de produtos de combustão de um incidente de incêndio sobre uma plataforma em espaços confinados ou semi-

confinados com uma abordagem baseada em risco para desenvolver o perfil de risco. Foi modelado um incêndio em uma plataforma com a liberação das substâncias tóxicas. O quociente do perigo (risco) para os contaminantes foram estimados. Concluiu-se com o estudo que a abordagem baseada em risco é mais útil que a abordagem baseada na concentração da substância tóxica.

Thodi et al. (2013) possuíam o objetivo de desenvolver um modelo de integridade baseado em risco para a substituição adequada dos componentes, com base na probabilidade e consequência da falha decorrente de mecanismos de degradação dependentes do tempo. Este modelo leva em consideração os efeitos das taxas, a incerteza e a variabilidade no processo de degradação e os parâmetros de consequência usando as simulações bayesianas de Monte Carlo. Conclui-se que os modelos desenvolvidos irão ajudar os engenheiros e gestores de integridade dos ativos na estimativa de intervalos de substituição ideais para os componentes do processo *offshore*, reduzindo os custos operacionais e os recursos necessários para tarefas de inspeção e manutenção.

Por fim o artigo de Wang et al. (2015) teve como objetivo simular o efeito dinâmico do erro humano e organizacional (HOE) em risco de fogo/explosão *offshore*. Foi elaborado um método de aplicação de uma rede bayesiana em análises de risco integrado a árvore de falhas e incorporando fatores humanos e organizacionais na análise quantitativa de risco, e foi testado em um estudo de caso. Conclui-se que a estrutura híbrida integra dados deterministas e técnicas de modificação probabilística, que podem ser usadas para analisar os efeitos dinâmicos de HOE sobre o risco de sistema social-técnico complexo e as medidas de prevenção efetivas para reduzir o risco de fogo/explosão *offshore* podem ser projetados a partir da raiz do HOE, proporcionando orientação para a gestão de risco da plataforma *offshore*.

O Quadro 10 apresenta a comparação dos 8 artigos entre os 20 parâmetros e o Quadro 11 contém a comparação entre os dados de entrada, tipo de modelo utilizado, a qual componente do sistema RBPS pertence o artigo e as limitações dos modelos encontradas.

Quadro 10: Comparação dos artigos do pilar “Entendimento dos riscos e perigos” quanto aos 20 elementos do RBPS.

Sistemas dos artigos /Parâmetros	Compromisso com a Segurança de Processo					Entendimento dos Riscos e Perigos		Gestão de Risco										Aprendizado a partir da experiência						
	Cultura de Segurança de Processo	Conformidade com as Normas	Competência da Segurança de Processo	Envolvimento da Força de Trabalho	Sensibilização das Partes interessadas	Contador	Conhecimento da Gestão de Processo	Identificação dos Perigos e Análise dos Riscos	Contador	Procedimento Operacionais	Práticas Seguras de Trabalho	Integridade de Ativos e Confiabilidade	Gestão do Empreiteiro	Garantia de Treinamento e do Desempenho	Gestão de mudanças	Aptidão Operacional	Realização das Operações	Gestão de Emergência	Contador	Investigação de Incidentes	Medida e Métricas	Auditoria	Análise da Gestão e Melhoria Contínua	Contador
Wei e Besharati (2014)	X			X		2	X	1	X	X			X			X		4				X	1	8
Sumbal et al. (2017)		X	X			2	X	1	X		X							2		X			1	6
Ranjbarfard et al. (2014)	X	X				2	X	1	X				X			X		3		X		X	2	8
Salehzadeh et al. (2014)			X	X		2	X	1	X	X			X			X		4				X	1	8
Hassel et al. (2017)						0		X	1	X				X		X		3					0	4
Dadashzadeh et al. (2014)	X	X	X			3		X	1	X	X		X			X	X	5	X				1	10
Thodi et al. (2013)			X	X		2	X	1			X					X		2		X			1	6
Wang et al. (2015)	X			X		2		X	1	X	X					X	X	4	X		X		2	9

Fonte: Elaboração própria (2018).

Quadro 11: Quadro de comparação entre os artigos, relacionados ao pilar “Entendimento dos riscos e perigos”, selecionados.

Artigo	Elemento do RBPS	Dados de entrada	Método utilizado	Limitações
Wei e Besharati (2014)	Conhecimento da gestão de processo	Questionários	Coleta de dados usando um método de levantamento de amostragem de conveniência, questionários, e um método de regressão múltipla foi utilizado para a análise dos dados.	Tamanho da amostra; regionalização; e confiabilidade dos questionários.
Sumbal et al. (2017)	Conhecimento da gestão de processo	Entrevistas semi estruturadas.	Utilizou-se de um método qualitativo, onde foram realizadas entrevistas semi estruturadas com grandes empresas do setor, e ocorreu uma análise crítica dos resultados alcançados.	Tamanho da amostra; confiabilidade das entrevistas.
Ranjbarfard et al. (2014)	Conhecimento da gestão de processo	Questionários	Os dados foram coletados através de questionários enviados para 45 companhias do setor e os dados foram analisados através de testes estatísticos como T, Friedman, Kruskal-Wallis e Mann-Whitney.	Limita os processos de gerenciamento de conhecimento a intra-organizacionais.
Salehzadeh et al. (2014)	Conhecimento da gestão de processo	Questionários	O trabalho utilizou uma pesquisa empírica pelo método de pesquisa de questionário para testar as hipóteses de pesquisa e utilizou uma modelagem da equação estrutural (SEM) para analisar os dados.	Tamanho da amostra; escassez de recursos relacionados ao assunto desta pesquisa, e muito mais precisaria ser feito para justificar empiricamente a relação entre as variáveis da pesquisa.
Hassel et al. (2017)	Identificação dos perigos e análise dos riscos	Dados coletados de dois portais: <i>Christian Michelsen Portal</i> online de pesquisa (CMR), que fornece acesso aos dados do AIS da <i>Norwegian Coastal Administration</i> (NCA) e os conjuntos de dados mais antigos foram coletados de dados Vissim2 arquivados, fornecidos pela <i>Safetec Nordic</i> .	Dados foram coletados, filtrados e processados no modelo de risco COLLIDE resultando em uma visão geral de todos os locais e distâncias antes e depois das instalações serem introduzidas no local.	Acesso aos dados. A normalização dos dados em alguns casos pode não refletir com precisão o comportamento de navegação se alguém estiver comparando instalações de baixa densidade de tráfego com instalações de alta densidade de tráfego.

Artigo	Elemento do RBPS	Dados de entrada	Método utilizado	Limitações
Dadashzadeh et al. (2014)	Identificação dos perigos e análise dos riscos	Estudo, inspeções, identificação, e análise dos perigos.	Desenvolver uma metodologia para aplicar um escudo CFD (Dinâmica de fluidos computacionais) para avaliar a dispersão de produtos de combustão de um incidente de incêndio sobre uma plataforma em espaços confinados ou semi-confinados com uma abordagem baseada em risco para desenvolver o perfil de risco. Foi modelado um incêndio em uma plataforma com a liberação das substâncias tóxicas.	Estudo de caso em um só local.
Thodi et al. (2013)	Integridade de ativos e confiabilidade	Dados da literatura.	Uma modelagem de integridade baseada em risco (RBIM) junto com uma modelagem de degradação estocástica são utilizadas para determinar um intervalo ótimo para a substituição de componentes. Simulações bayesianas de Monte Carlo.	O modelo é desenvolvido com base no pressuposto de que os processos de degradação de componentes são independentes, porém na realidade, os processos de degradação podem não ser independentes.
Wang et al. (2015)	Identificação dos perigos e análise dos riscos	Os dados de probabilidade de eventos básicos foram coletados do Manual de Dados de Confiabilidade <i>Offshore</i> , Bancos de Dados de Acidentes <i>Offshore</i> mundiais e relatórios de HSE.	Objetivo elaborar um método de aplicação de uma rede bayesiana em análises de risco integrado a árvore de falhas e incorporando fatores humanos e organizacionais na análise quantitativa de risco, e testa-lo num caso de estudo.	Estudo de caso específico e necessita-se pesquisar métodos de análise de risco que incorporem o erro humano e organizacional.

Fonte: Elaboração própria (2018).

Ao fazer a comparação entre esses 8 artigos, podemos notar novamente algumas limitações nos métodos de coleta de dados ou nos modelos propostos que dificultam a ampla utilização deles na indústria de petróleo. A metodologia utilizada para a coleta de dados de Wei e Besharati (2014), Ranjbarfard et al. (2014), Salehzadeh et al. (2014) e Sumbal et al. (2017) foi o desenvolvimento de entrevistas ou questionários para especialistas na área do estudo. Esta metodologia apresenta uma limitação no tamanho das amostras analisadas, regionalização, a questão das respostas serem tendenciosas e não confiáveis, prejudicando a análise dos dados. Hassel et al. (2017) e Wang et al. (2015) utilizaram banco de dados da indústria sobre rotas e sobre acidentes. Enquanto Hassel et al. (2017) utiliza um banco de dados onde o acesso aos dados é restrito, prejudicando a utilização do método na indústria, Wang et al. (2015) utiliza dados mundiais públicos, tornando seu modelo muito mais acessível. Thodi et al. (2013) utiliza dados da literatura que podem não ser tão confiáveis, pois podem ter sido coletados através de entrevistas ou questionários, e Dadashzadeh et al. (2014) utiliza de uma ótima fonte de dados, confiável e acessível para a empresa, que são dados provindos de inspeções, estudos, identificações e análises de perigo. Nesta análise comparativa Wang et al. (2015) e Dadashzadeh et al. (2014) são bons exemplos, que as empresas podem utilizar como referência, de métodos a serem utilizados para coletas de dados, pois utilizam dados de acidentes e de relatórios de inspeção e análise de riscos fornecidos pelas indústrias, referentes ao estudo do compromisso com a segurança do processo.

Em relação ao método de análise Sumbal et al. (2017) utilizou um método qualitativo para análise dos dados, que pode ser utilizado quando a coleta de dados se faz através de entrevistas e questionários, porém fica a ressalva em relação à confiabilidade dos dados e as respostas tendenciosas que podem ocorrer. Wei e Besharati (2014) utilizam um método de regressão múltipla para análise dos dados, o qual é um ótimo método para ser utilizado quando se pretende determinar relações entre várias variáveis. Ranjbarfard et al. (2014) utiliza um método estatístico para testar hipóteses. Porém o método utilizado para a coleta de seus dados irá determinar se a análise foi válida ou não e neste caso a coleta de dados não foi a mais apropriada. Portanto, deve-se tomar cuidado na escolha de testes estatísticos, sempre levando em conta como a amostra de dados foi extraída e a natureza dela. Salehzadeh et al. (2014) utilizou uma modelagem de equação estrutural para analisar os dados, a qual não foi suficiente para justificar a relação entre as variáveis da pesquisa, não sendo um bom método para se utilizar na análise de dados de questionários. Hassel et al. (2017) filtrou e processou os dados no modelo de análise de risco COLLIDE, porém a normalização dos dados em alguns casos

podem não refletir com precisão o comportamento da navegação se comparar com instalações *offshore* de baixa densidade com instalações de alta densidade de tráfego, portando deve-se tomar cuidado ao utilizar esse modelo.

Dadashzadeh et al. (2014) desenvolveu um método para aplicar um escudo de dinâmica de fluidos computacionais e avaliar a dispersão de produtos de combustão de um incidente de incêndio. O método pode ser bastante útil para a indústria na determinação do risco e no desenvolvimento de planos de emergência, porém deve ser testado em mais locais para a confirmação de seu funcionamento. Thodi et al. (2013) utilizou uma modelagem de integridade baseada em risco (RBIM) junto com uma modelagem de degradação estocástica, porém o modelo foi desenvolvido com base no pressuposto de que os processos de degradação de componente são independentes, mas na realidade da indústria, os processos de degradação podem não ser independentes. Assim, deve se ter isso em mente se for optar por utilizar este método. Wang et al. (2015) utiliza um método de aplicação de uma rede bayesiana em análise de risco integrada a uma árvore de falhas e incorporando fatores humanos e organizacionais sendo um bom método para analisar riscos que incorporem o erro humano e organizacional, porém necessita-se pesquisar mais métodos de análise de risco que incorporem esses fatores e compará-los com esse método e testa-lo em outros estudos de caso, para validar seus resultados. O método de Dadashzadeh et al. (2014) é um ótimo exemplo de método para ser usado na indústria do petróleo na identificação de perigos e análise de riscos, pois simula um evento na plataforma, onde a equipe de segurança consegue determinar com seus resultados, os riscos associados aos perigos envolvidos e planejar adequadamente um plano de emergência adequado e eficiente.

O artigo de Wang et al. (2015) obteve uma pontuação de 9 de um total de 20 parâmetros e Dadashzadeh et al. (2014) obteve uma pontuação total de 10 em 20, sendo estas as maiores pontuações dentro do segundo pilar do sistema RBPS.

Dentro do componente “Entendimento dos riscos e perigos” os dois estudos obtiveram um total de 1 ponto em 2 parâmetros, sendo os dois relacionados ao elemento “Identificação de dos perigos e análise dos riscos”.

O artigo de Dadashzadeh et al. (2014) desenvolve uma abordagem que ajuda a organização a desenvolver melhor medidas de segurança para minimizar o impacto e melhorar os planos de fuga de emergência. Os autores explicam que ao identificar os perigos, a equipe de segurança consegue quantificar os limites de exposição para a maioria das substâncias e com isso consegue associar os efeitos no corpo humano e no meio ambiente associados a estas

substâncias. Dadashzadeh et al. (2014) afirma que considerando o tempo de exposição e as características das substâncias, uma abordagem baseada em risco é mais útil, pois você saberá a concentração da substância tóxica e o seu comportamento na instalação, facilitando no projeto de medidas de segurança e nos planos de fuga.

4.2.3 Artigos relacionados ao pilar “Gestão de risco”

A seguir encontra-se um breve sumário dos 8 artigos relacionados ao pilar “Gestão de risco”.

O artigo de Cruz e Krausmann (2013) avalia a vulnerabilidade do setor de petróleo e gás às mudanças climáticas e discute as opções disponíveis para mitigação e adaptação, bem como os principais fatores que limitam a capacidade do setor de tomar medidas apropriadas de mitigação e adaptação. Os quadros de avaliação analítica são apresentados e suas limitações são discutidas. Conclui que dada a natureza complexa e interligada da indústria de petróleo e gás, é necessário um quadro mais abrangente de avaliação e análise de riscos para capturar adequadamente toda a gama de futuros cenários potencialmente perturbadores.

Hauge et al. (2016) tinham o objetivo de analisar notificações de falha na indústria de petróleo, e incluir a representação e a distribuição de valores genéricos de fatores típicos para componentes técnicos na indústria de petróleo, e a demonstração de como os dados de falha podem ser utilizados para contruir listas de verificação para atualizar o valor dos fatores típicos em operações. Para determinar o valor dos fatores típicos foram utilizados alguns modelos de estimativa baseados em experiências operacionais. O trabalho revelou que os novos valores para os fatores típicos são mais elevados do que vistos em fontes alternativas.

Khakzad et al. (2015) tiveram como objetivo ilustrar a aplicação de análise de risco baseada em precursores para estimativa de probabilidade e previsão de acidentes graves na indústria de petróleo e gás, em particular, *Blowouts* (explosões de perfuração no mar). Neste estudo, uma explosão é decomposta em fatores contribuintes, como a ocorrência de choque, a falha do preventor e as falhas na operação de matar e no invólucro. Foi utilizada uma análise hierárquica bayesiana codificada em uma ferramenta de software Markov Chain Monte Carlo, OpenBUGS para análise dos dados. O estudo demonstrou que a análise hierárquica bayesiana é uma ferramenta eficaz para capturar a relação complexa e interligada entre esses acidentes próximos e a explosão.

Luo e Zhao (2013) tinham o objetivo de descrever os efeitos dos riscos dos termos dos contratos de serviço em parâmetros de saída e entrada e quantificar o relacionamento entre

produção e tempo de produção, renovações, investimento e custos. Um estudo de caso foi realizado e desenvolveu-se um modelo dinâmico de programação não-linear para calcular a máxima produção ótima. O estudo concluiu que o preço do petróleo possui um grande impacto na produção ótima, o que é negativamente relatado com o preço do petróleo e positivamente relatado para as taxas de serviço por barril e custos de operação. A análise mostrou que a relação entre termos de contrato e produção ajudam muito para as empresas negociarem termos mais flexíveis para seus contratos.

Mackenzie et al. (2016) fornecem uma construção teórica que pode potencialmente ajudar os decisores de políticas a alocar recursos após uma interrupção da operação do processo. Desenvolveram-se dois modelos: um modelo estático de impactos diretos e indiretos a partir de uma interrupção e um modelo dinâmico de tempo discreto onde os recursos são alocados ao longo do tempo. Os dois modelos são aplicados em um estudo de caso de vazamento de óleo da Deepwater Horizon, e são analisadas a sensibilidade dos resultados dos modelos para parâmetros chaves. O artigo demonstra a importância da alocação de recursos suficientes para parar vazamentos de óleo e limpar o óleo, reduzindo a perda de economia das indústrias.

O artigo de Edirisinghe e James (2014) tinha como objetivo abordar o problema da coleta de inventário de produção em várias plantas com capacidade de armazenamento, cuja violação forçava paradas das instalações. A motivação para este artigo é o agendamento de embarcações para retirada de petróleo de plataformas *offshore* com capacidade de retenção limitada, onde os desligamentos são proibitivamente caros. Foi desenvolvido um novo modelo baseado na atribuição de uma posição única a cada visita de veículo em um nó em uma sequência cronológica de visitas veículo-nodal e aplicado em um estudo de caso real. O modelo proposto produz flexibilidade na modelagem onde as visitas nodais por veículos não precisam ser artificialmente forçadas para gerenciar o tamanho do modelo e contornam o desempenho objetivo sub-ótimo resultante de outros modelos.

Fossum et al. (2013) tinham o objetivo de desenvolver uma revisão sistemática de todos os estudos que examinaram os efeitos de trabalhos em turnos e a noite na indústria de petróleo, de forma a sintetizar o conhecimento de como os turnos de trabalho *offshore* afetam os trabalhadores. Foram identificados 29 estudos sobre o assunto nos bancos de dados selecionados. O trabalho concluiu que os estudos foram geralmente consistentes ao mostrar que a adaptação ao trabalho noturno foi realizada dentro de uma a duas semanas de trabalho, enquanto a re-adaptação a uma programação diurna foi mais lenta e que os trabalhadores de

turnos noturnos reportaram maiores problemas para dormir do que os trabalhadores em turnos de dia.

Por fim o artigo de Marcella e Lockerbie (2016) apresentou os resultados de uma pesquisa exploratória a partir de um estudo baseado em entrevistas com OIM (Gerente de instalação Offshore), no qual os OIMs foram convidados a descrever os tipos de informação que eles exigiam para seu papel em termos de saúde, segurança e resposta de emergência, e como eles compartilhavam essas informações, para permitir que a equipe de pesquisa obtivesse informações iniciais sobre o ambiente e o comportamento da informação do OIM . Os dados gerados nas entrevistas foram analisados de forma direta. Foram identificados dois modos de comportamento de informação OIM: necessidade de informação diária e necessidade de informações de emergência. Conclui-se no artigo que o gerente é um usuário de informações e uma fonte de informação para outros e, como tal, deve ser confiável e seguro.

O Quadro 12 apresenta a comparação dos 8 artigos entre os 20 parâmetros e o Quadro 13 contém a comparação entre os dados de entrada, tipo de modelo utilizado, a qual componente do sistema RBPS pertence o artigo e as limitações dos modelos encontradas.

Quadro 12: Comparação dos artigos do pilar “Gestão de risco” quanto aos 20 elementos do RBPS.

Compromisso com a Segurança de Processo						Entendimento dos Riscos e Perigos			Gestão de Risco								Aprendizado a partir da experiência								
Sistemas dos artigos /Parâmetros	Cultura de Segurança de Processo	Conformidade com as Normas	Competência da Segurança de Processo	Envolvimento da Força de Trabalho	Sensibilização das Partes interessadas	Contador	Conhecimento da Gestão de Processo	Identificação dos Perigos e Análise dos Riscos	Contador	Procedimento Operacionais	Práticas Seguras de Trabalho	Integridade de Ativos e Confiabilidade	Gestão do Empreiteiro	Garantia de Treinamento e do Desempenho	Gestão de mudanças	Aptidão Operacional	Realização das Operações	Gestão de Emergência	Contador	Investigação de Incidentes	Medida e Métricas	Auditoria	Análise da Gestão e Melhoria Contínua	Contador	TOTAL
Cruz e Krausmann (2013)	X				X	2	X		1	X	X			X				X	4					0	7
Hauge et al. (2016)	X					1			0	X	X	X					X		4		X			1	6
Khakzad et al. (2015)	X				X	2		X	1	X			X				X	X	4	X				1	8
Luo e Zhao (2013)		X			X	2	X		1	X		X	X				X		4				X	1	8
Mackenzie et al. (2016)		X			X	2			0	X		X			X		X	X	5				X	1	8
Edirisinghe e James (2014)			X			1	X		1	X						X	X		3					0	5
Fossum et al. (2013)	X			X		2			0								X		1					0	3
Marcella e Lockerbie (2016)	X	X		X		3			0	X							X	X	3	X				1	7

Fonte: Elaboração própria (2018).

Quadro 13: Quadro de comparação entre os artigos, relacionados ao pilar “Gestão de risco”, selecionados.

Artigo	Elemento do RBPS	Dados de entrada	Método utilizado	Limitações
Cruz e Krausmann (2013)	Procedimentos operacionais	Dados da literatura e acidentes passados.	Avaliação analítica de cenários e suas limitações.	Não é um método, requer o desenvolvimento de metodologias e ferramentas dedicadas, bem como orientações para operadores e autoridades sobre como considerar os riscos hidrometeorológicos nas avaliações de risco industrial.
Hauge et al. (2016)	Práticas seguras de trabalho	Base dados com 12.000 principais notificações de diferentes instalações de infraestrutura.	Analisar notificações de falha na indústria de petróleo e utilizando alguns modelos de estimativa baseados em experiências operacionais determinar o valor dos fatores típicos.	Incerteza dos dados, mais pesquisas devem ser realizadas para verificar se os fatores mais importantes foram incorporados nas listas de verificação.
Khakzad et al. (2015)	Identificação dos perigos e análise dos riscos	Dados de <i>Blowouts</i> que aconteceram no Golfo do México.	Utilização uma análise hierárquica bayesiana codificada em uma ferramenta de software Markov Chain Monte Carlo, OpenBUGS para análise dos dados.	Utilização de dados específicos; causas profundas e falhas de barreiras de segurança não foram levadas em conta, banco de dados disponível não possui as informações detalhadas dos acidentes.
Luo e Zhao (2013)	Gestão do empreiteiro	Dados de um projeto de 20 anos de duração no Iraque.	Um estudo de caso foi realizado e desenvolveu-se um modelo dinâmico de programação não-linear para calcular a máxima produção ótima.	Estudo de caso em um único local.
Mackenzie et al. (2016)	Gestão de mudança	Dados do acidente da <i>Deepwater Horizon</i> provindos de artigos, relatórios e dados governamentais.	Desenvolveu-se dois modelos: um modelo estático de impactos diretos e indiretos a partir de uma interrupção e um modelo dinâmico de tempo discreto onde os recursos são alocados ao longo do tempo. Os dois modelos são aplicados em um estudo de caso de vazamento de óleo da <i>Deepwater Horizon</i> , e é analisada a sensibilidade dos resultados dos modelos para parâmetros chaves.	Estimativa de parâmetros, estudo para um caso específico.
Edirisinghe e James (2014)	Aptidão Operacional	Dados reais do estudo de caso.	Foi desenvolvido um novo modelo baseado na atribuição de uma posição única a cada visita de veículo em um nó em uma seqüência cronológica de visitas veículo-nodal e aplicado em um estudo de caso real.	Limitado a um número de nós.

Artigo	Elemento do RBPS	Dados de entrada	Método utilizado	Limitações
Fossum et al. (2013)	Realização das operações	Estudos publicados.	Comparações diretas entre os estudos.	Dados insuficientes para chegar a uma conclusão geral, tendência dos estudos, incerteza da qualidade dos relatórios.
Marcella e Lockerbie (2016)	Gestão de Emergência	Entrevistas com gerentes.	Análise direta dos dados gerados a partir das entrevistas.	Amostra pequena.

Fonte: Elaboração própria (2018).

Os 8 artigos do pilar “Gestão de risco” também apresentaram algumas limitações nos métodos de coleta de dados ou nos modelos propostos. Marcella e Lockerbie (2016) utilizaram entrevistas com especialistas para sua coleta de dados, apresentando uma amostra muito pequena e não confiável de dados, pois pode apresentar dados tendenciosos. Cruz e Krausmann (2013) e Fossum et al. (2013) utilizaram como dados de entrada, dados provindos de estudos publicados na literatura, porém Cruz e Krausmann (2013) utilizaram dados de acidentes passados. Como já foi mencionado nos pilares anteriores dados da literatura podem não ser muito confiáveis dependendo de sua procedência. Dados de acidentes passados são ótimas fontes de dados, pois refletem o que acontece na indústria. Hauge et al. (2016) utilizou 12000 notificações de diferentes instalações, porém os dados apresentaram incertezas durante a análise.

Luo e Zhao (2013) utilizaram dados de um único projeto com duração de 20 anos e Edirisinghe e James (2014) utilizaram dados reais de um estudo de caso, porém ao utilizar esses tipos de dados, este tipo de análise reflete a cultura de segurança de uma única empresa. Khakzad et al. (2015) utilizou dados de acidentes que aconteceram no Golfo do México, sendo uma boa fonte de dados, porém tornando sua fonte de dados regionalizada, e Mackenzie et al. (2016) utilizou dados de acidentes da *Deepwater Horizon* provindos de artigos, relatórios e dados governamentais, apesar de seu estudo ser um caso específico, utilizou ótimas fontes de dados para realizar sua análise, se expandir sua procura de dados para outros acidentes se torna um bom exemplo de metodologia a ser seguida para a indústria de petróleo *offshore*.

Marcella e Lockerbie (2016) utilizaram um método direto para analisar os dados, o que pode tornar a análise tendenciosa como já foi mencionado nos outros dois pilares do RBPS estudados. Fossum et al. (2013) utiliza uma comparação direta entre os estudos, porém como apresentou dados insuficientes e possui a incerteza da qualidade dos relatórios, seu método se torna pouco confiável em ser utilizado pela indústria de petróleo. Edirisinghe e James (2014) desenvolveram um modelo baseado em nós para simulação em um caso real, porém apresentou um número limitado de nós no modelo, o que não irá refletir o que acontece na realidade com a dinâmica entre os veículos e as plataformas *offshore*. Cruz e Krausmann (2013) realizaram uma avaliação analítica de cenários, porém como limitação apresentou a necessidade do desenvolvimento de metodologias e ferramentas para a validação da análise dos dados. Hauge et al. (2015) apresentaram alguns modelos de estimativa baseados em experiências operacionais para analisar os dados, entretanto devido à incerteza dos dados é necessário verificar se os fatores alcançados nos resultados incorporam os fatores típicos para as operações. No artigo de Khakzad et al. (2015) foi utilizada uma análise hierárquica bayesiana codificada em uma

ferramenta de software para análise dos dados, porém na realização da análise causas profundas e falhas de barreiras de segurança não foram levada em conta e os dados disponíveis não apresentavam informações detalhadas dos acidentes. Portanto o modelo de Khakzad et al. (2015) precisa ser testado com uma fonte de dados mais apropriada para validar seus resultados. Luo e Zhao (2013) desenvolveu um modelo dinâmico de programação não-linear para calcular a máxima produção ótima, apesar de ser um bom modelo, este deve ser testado em outros locais para sua validação ser concretizada. Mackenzie et al. (2016) desenvolveu dois modelos para análise dos dados, um modelo estático de impactos diretos e indiretos e um modelo dinâmico de tempo discreto. Apesar de ter sido realizado em um único estudo de caso, este modelo utilizou de fonte de dados confiáveis de artigos, relatórios e dados governamentais, se expandir o modelo e analisar para mais casos de acidentes, pode-se dizer que este modelo é um bom exemplo do que deve ser utilizado pela indústria para ajudar os gestores na decisão de alocar recursos, ajudando na gestão de risco das empresas.

Os artigos de Luo e Zhao (2013) e de Mackenzie et al. (2016) obtiveram uma pontuação de 8 pontos de um total de 20 parâmetros, sendo estas as maiores pontuações dentro do terceiro pilar do sistema RBPS. Dentro do pilar “Gestão de risco” o primeiro artigo obteve 4 de 9 pontos e o segundo artigo obteve 5 de 9 pontos.

Os resultados do estudo de Mackenzie et al. (2016) demonstram a importância de alocar recursos suficientes para parar o derramamento de óleo e limpar o petróleo, reduzindo a perda econômica para as indústrias. Mudanças podem ocorrer quando paradas inesperadas acontecem nas plataformas, sendo assim a alocação correta de recursos ajudará no gerenciamento dos processos neste momento crítico da operação da plataforma.

4.2.4 Artigos relacionados ao pilar “Aprendizado a partir da experiência”

Os 8 artigos encontrados para o pilar “Aprendizado a partir da experiência” foram selecionados para serem analisados e comparados. A seguir encontra-se um breve sumário de cada um dos artigos selecionados.

O artigo de Song et al. (2016) tinha o objetivo de desenvolver um modelo de análise de risco dinâmico envolvendo modelo *Bow-Tie* e rede bayesiana. Para coleta de dados foi utilizado um método de avaliação qualitativa, realizado por especialistas da área, para descobrir a probabilidade dos eventos ocorrerem. Os resultados encontrados indicam a racionalidade e vantagem das redes bayesianas para quantificar os riscos ocupacionais. Este estudo pode guiar a alocação de recursos e beneficiar o gerenciamento de segurança de operações *offshore*.

A pesquisa de Antonovsky et al. (2014) teve como objetivo identificar os fatores humanos frequentes que contribuíam para a ocorrência de falhas relacionadas à manutenção dentro de uma organização da indústria do petróleo. Entrevistas estruturadas foram desenvolvidas para a coleta de dados baseadas na ferramenta de investigação de fatores humanos (HFIT). HFIT provou ser um instrumento útil para identificar o padrão de fatores humanos que ocorreram mais frequentemente em falhas relacionadas à manutenção.

O objetivo de Rajendram et al. (2015) era comparar os métodos comuns de determinar o risco de incêndio, como o método de chama sólida, com o Modelo de Dinâmica de Fluidos Computacionais (CFD) em diferentes cenários. Depois uma avaliação dos riscos foi conduzida para determinar o risco de incêndio, sendo o impacto humano escolhido para ser avaliado e analisado. O estudo mostrou que o modelo CFD apresentou resultados razoáveis e portanto é um modelo recomendado para modelagem de risco de incêndio em locais *offshore*.

No artigo de Tamim et al. (2017) o objetivo era estudar o escopo e a metodologia do desenvolvimento de conjuntos de indicadores líderes para atividades de perfuração *offshore* e atividades focadas em acidentes de *blowout*. Foi proposto um diagrama de seta relativo aos principais indicadores de atraso e avanço nas operações de perfuração, seguido de uma categorização detalhada dos principais indicadores de avanço. O estudo propôs a incorporação de indicadores em tempo real ou processos observáveis com fatores operacionais e organizacionais no programa de indicadores líderes. Por fim um estudo de caso foi apresentado. Este trabalho mostrou a necessidade crítica de mudar o foco para os principais indicadores de avanço para prever e prevenir com sucesso incidentes catastróficos.

Shami et al. (2017) utilizaram o MEDSLIK-II, um modelo de derramamento de óleo financiado pela União Europeia para avaliar possíveis cenários de derrames de petróleo em quatro áreas piloto localizadas ao longo do litoral do norte, leste e sul do Mediterrâneo. A avaliação do risco de derrames de óleo nas quatro áreas piloto foi quantificada em função de três medidas de poluição do petróleo. Um índice de perigo integrativo que engloba as três medidas foi proposto. Os resultados mostraram que, enquanto as três medidas de poluição tendem a concordar em sua caracterização de perigo quando a morfologia local é simples, consideráveis diferenças na quantificação do risco são apresentadas sob morfologias costeiras complexas. Essas diferenças provaram alterar muito a avaliação dos riscos ambientais.

Moore (2013) avaliou a utilização da metodologia de Avaliação de Risco de Segurança (SRA) do Instituto Americano de Padrões Nacionais (ANSI) / *American Petroleum Institute* (API) para avaliações de risco de segurança em instalações petroquímicas e petroquímicas. O estudo examinou os elementos-chave do processo SRA ANSI/API e discutiu como as

organizações que procuram avançar podem usar métricas de desempenho baseadas no risco para analisar sistematicamente as posturas de segurança das instalações e identificar contramedidas para ameaças atuais. Concluiu-se que o método SRA ANSI/API é uma ferramenta para ajudar a administração a tomar decisões estruturadas sobre a necessidade de contramedidas baseadas em ameaças vinculado às medidas de desempenho baseadas em risco, proporcionando confiança de que os objetivos planejados serão alcançados de forma econômica com um grau aceitável de risco residual.

Seneviratne e Ratnayake (2015) tiveram o objetivo de sugerir um sistema de inferência difusa (FIS) para revisar ainda mais e afinar uma classificação de equipamentos mecânicos estáticos existente. Um estudo de caso foi realizado utilizando dados de monitoramento de condição e dados históricos de inspeção em serviço obtidos do banco de dados de inspeção de tubulações (PIDB) pertencente a um P & PF localizado no NCS. O método proposto ajuda a priorizar o equipamento no processo de inspeção em serviço, reduzindo o tempo gasto na identificação de equipamentos críticos.

Kusumawardhani et al. (2017) produziu uma análise para encontrar as principais variáveis nas práticas de gerenciamento de integridade de ativos para planejamento estratégico das organizações. Foram realizadas entrevistas com profissionais da indústria e questionários para a coleta de dados. Realizou-se assim uma análise direta e discussão dos dados coletados. Concluiu-se que a revisão de desempenho alimenta o ciclo de melhorias contínuas no processo de planejamento estratégico e atua como um catalisador para gerenciamento de mudanças.

O Quadro 14 apresenta a comparação dos 8 artigos entre os 20 parâmetros e o Quadro 15 contém a comparação entre os dados de entrada, tipo de modelo utilizado, a qual componente do sistema RBPS pertence o artigo e as limitações dos modelos encontradas.

Quadro 14: Comparação dos artigos do pilar “Aprendizado a partir da experiência” quanto aos 20 elementos do RBPS.

Compromisso com a Segurança de Processo						Entendimento dos Riscos e Perigos			Gestão de Risco								Aprendizado a partir da experiência								
Sistemas dos artigos /Parâmetros	Cultura de Segurança de Processo	Conformidade com as Normas	Competência da Segurança de Processo	Envolvimento da Força de Trabalho	Sensibilização das Partes interessadas	Contador	Conhecimento da Gestão de Processo	Identificação dos Perigos e Análise dos Riscos	Contador	Procedimento Operacionais	Práticas Seguras de Trabalho	Integridade de Ativos e Confiabilidade	Gestão do Empreiteiro	Garantia de Treinamento e do Desempenho	Gestão de mudanças	Aptidão Operacional	Realização das Operações	Gestão de Emergência	Contador	Investigação de Incidentes	Medida e Métricas	Auditoria	Análise da Gestão e Melhoria Contínua	Contador	TOTAL
Song et al. (2016)	X					1		X	1	X	X						X		3	X				1	6
Antonovsky et al. (2014)	X					1		X	1		X			X			X		3	X				1	6
Rajendram et al. (2015)	X					1		X	1		X	X		X			X		4	X				1	7
Tamim et al. (2017)	X	X		X		3			0			X					X	X	2		X	X		2	8
Shami et al. (2017)	X	X			X	3		X	1								X	X	2		X			1	7
Moore (2013)	X		X			2	X	X	2			X					X		2		X			1	7
Seneviratne e Ratnayake (2015)	X					1			0	X		X					X		3			X		1	5
Kusumawardhani et al. (2017)	X	X				2	X		1		X	X			X		X		4				X	1	8

Fonte: Elaboração própria (2018).

Quadro 15: Quadro de comparação entre os artigos, relacionados ao pilar “Aprendizado a partir da experiência”, selecionados.

Artigo	Elemento do RBPS	Dados de entrada	Método utilizado	Limitações
Song et al. (2016)	Investigação de incidentes	Avaliação qualitativa da probabilidade de eventos básicos feita por especialistas da área.	Aplicação de um modelo dinâmico ocupacional de risco utilizando modelo <i>Bow-tie</i> e rede bayesiana.	O modelo não expressa a real lógica de relacionamento entre os acidentes ocupacionais.
Antonovsky et al. (2014)	Investigação de incidentes	Entrevistas estruturadas com técnicos de manutenção, e dados históricos de acidentes.	Utilização da ferramenta de investigação de fatores humanos (HFIT) para análise dos dados.	Dificuldade de acessar uma porção mais representativa da força de trabalho, falta de representação feminina; tendência nas entrevistas na escolha dos acidentes; uma única organização foi estudada.
Rajendram et al. (2015)	Investigação de incidentes	Dados da literatura.	Dois abordagens de avaliação de risco de incêndio foram utilizadas: método de chama sólida e o Modelo de Dinâmica de Fluidos Computacionais (CFD).	O modelo CFD precisa ser melhor testado e validado.
Tamim et al. (2017)	Medida e métricas	Dados da literatura, melhores práticas da indústria e guias, <i>framework</i> sobre os principais indicadores para <i>blowouts</i> .	Desenvolvimento de um diagrama de setas e estudo de caso para incorporação dos indicadores propostos em tempo real e um algoritmo é apresentado para estudo de indicadores de <i>kick</i> (é um fenômeno que ocorre caso o volume de fluido do poço que retorna seja maior do que o volume de fluido injetado, verificando-se que a formação está expulsando fluido do poço).	Aplicação em um único caso de estudo.
Shami et al. (2017)	Medida e métricas	Banco de dados global.	Simulação de eventos usando o modelo numérico determinista MEDSLIK-II, adotado pelo Centro Regional de Resposta a Emergências da Poluição Marinha para o Mediterrâneo (REMPEC).	Diferenças na morfologia afetam a determinação do risco, afetando muito a quantificação de risco, destacando a necessidade de examinar os perigos multifacetados da poluição por petróleo.

Artigo	Elemento do RBPS	Dados de entrada	Método utilizado	Limitações
Moore (2013)	Medida e métricas	Guia da metodologia de avaliação de risco de segurança (SRA) do ANSI/API.	Utilização da metodologia de Avaliação de Risco de Segurança (SRA) do Instituto Americano de Padrões Nacionais (ANSI) / <i>American Petroleum Institute</i> (API).	A aplicação efetiva das métricas baseadas no risco exige testes de desempenho para fornecer garantia de que os elementos de proteção estão funcionando de acordo com os níveis de proteção desejados. Os resultados dos testes de desempenho devem ser usados para ajustar a etapa de avaliação de vulnerabilidade de cenários aplicáveis no SRA ANSI/API processo.
Seneviratne e Ratnayake (2015)	Auditoria	Utilizou dados de monitoramento de condição e dados históricos de inspeção em serviço obtidos do banco de dados de inspeção de tubulações (PIDB) pertencente a uma plataforma.	Sugeriu a utilização de um sistema de inferência difusa (FIS) para revisar e afinar uma classificação de equipamentos mecânicos estáticos existente.	Aplicação em um único caso de estudo.
Kusumawardhani et al. (2017)	Análise da gestão e melhoria contínua	Dados da literatura, questionários e entrevistas.	Análise direta dos dados coletados.	Um dos principais motivos pelos quais a prática de gerenciamento de integridade de ativos não possui êxito não foi abordado no trabalho, mecanismo de integração e coordenação.

Fonte: Elaboração própria (2018).

Ao analisar os 8 artigos do pilar “Aprendizado a partir da experiência” foram identificadas limitações nos métodos de coleta de dados ou nos modelos propostos. Song et al. (2016) e Kusumawardhani et al. (2017) utilizaram entrevistas com especialistas para sua coleta de dados, porém Kusumawardhani et al. (2017) utilizou também dados da literatura e questionários com especialistas da área, o que resulta em dados não muito confiáveis e tendenciosos. Senevirante e Ratnayake (2015) utilizaram dados de monitoramento de condições e dados históricos de inspeções de um banco de dados da instalação, sendo assim os dados de um único local, o que pode não mostrar a realidade da indústria na análise final do modelo. Moore (2013) retirou seus dados de um guia de metodologia de avaliação de risco de segurança, sendo estes de uma única região, necessitando a ampliação de dados para mostrar a real cultura de segurança da indústria de petróleo.

Shami et al. (2017) utilizou dados de um banco global, sendo uma ótima fonte de dados para ser utilizada em um modelo. Tamim et al. (2017) retirou seus dados da literatura, melhores práticas da indústria, guias, *frameworks* sobre os principais indicadores do objetivo do estudo, tornando sua metodologia de coleta de dados bem completa e confiável, apesar de ter que tomar cuidado ao utilizar dados da literatura, pois podem não ser totalmente confiáveis. Rajendram et al. (2015) utilizou como metodologia a coleta de dados da literatura, o qual se acabou de mencionar de não ser confiável na maioria do tempo. Antonovsky et al. (2014) utilizou de entrevistas estruturadas e dados históricos de acidentes, como já mencionado anteriormente, entrevistas podem ser tendenciosas e não refletem a maioria da cultura da indústria, porém dados históricos de acidentes são ótimas fontes de dados quando não são retirados de uma só instalação.

Song et al. (2016) aplicaram um método dinâmico ocupacional de risco utilizando um modelo *Bow-tie* e uma rede bayesiana, porém o modelo não expressou a real lógica de relacionamento entre os acidentes ocupacionais. Antonovsky et al. (2014) utilizou uma ferramenta de investigação de fatores humanos (HFIT) para realizar a análise dos dados, mas apresentou uma dificuldade na coleta de seus dados, pois não acessou uma porção representativa da força de trabalho e faltava a representação feminina na base de dados. Sendo assim necessário uma melhor validação do método com novos dados. Rajendram et al. (2015) apresentou duas abordagens de avaliação de risco de incêndio, o método de chama sólida e o modelo de dinâmica de fluidos computacionais (CFD), porém o modelo CFD precisa ser mais bem testado e validado para tornar as abordagens válidas para a indústria. Shami et al. (2017) simulou eventos usando o modelo numérico determinista MEDSLIK – II. Este modelo no entanto apresentou limitações quando a diferenças na morfologia que acabaram afetando a

determinação do risco, assim existe a necessidade de examinar os perigos multifacetados da poluição por petróleo.

Moore (2013) utilizou da metodologia de avaliação de risco de segurança do Instituto Americano de Padrões Nacionais (ANSI) e do Instituto de Petróleo Americano (API), mas sua avaliação de risco necessita de mais testes de desempenho para fornecer uma melhor garantia que os elementos de proteção estão funcionando de acordo com os níveis de proteção desejados. Senevirante e Ratnayake (2015) sugeriram a utilização de um sistema de inferência difusa (FIS) para revisar e afinar a classificação de equipamentos mecânicos estáticos, porém sua aplicação se desenvolveu em um único estudo de caso, necessitando o teste em outros estudos para que se torne um método válido e confiável para a indústria. Ksumawardhani et al. (2017) utilizou a análise direta dos dados coletados, apresentando assim uma metodologia que pode ser tendenciosa afetando a confiabilidade dos resultados encontrados. Tamim et al. (2017) desenvolveu um diagrama de setas e estudo de caso para incorporação dos indicadores propostos em tempo real, e portanto necessita expandir seu estudo para outros estudos de casos, para tornar válido seu método de análise dos dados. Analisando a metodologia de coleta de dados, modelo utilizado e suas limitações pode-se concluir que o modelo de Tamin et al. (2017) é um bom exemplo de método a ser utilizado na indústria, apesar de necessitar de mais testes em outros estudos de casos, para demonstrar como a indústria pode aprender com as experiências passadas de acidentes e continuar melhorando seus sistemas de gestão de segurança de processos.

Os artigos de Tamim et al. (2017) e Kusumawardhani et al. (2017) obtiveram uma pontuação de 8 pontos de um total de 20 parâmetros, sendo estas as maiores pontuações dentro do quarto pilar do sistema RBPS. Dentro do pilar “Aprendizado a partir da experiência” o primeiro artigo obteve 2 de 4 pontos e o segundo artigo obteve 1 de 4 pontos.

Tamim et al. (2017) comenta sobre o sistema RBPS e como seu guia é muito útil para o desenvolvimento de programas de indicadores de segurança para a evolução dos processos nas instalações. Os autores afirmam que diferentes categorias de indicadores podem ser utilizados em diferentes níveis organizacionais. Portanto o uso de indicadores de tempo real são úteis em instalações *offshore*, pois promovem avisos rápidos e antecipados de riscos.

4.2.5 Avaliação comparativa entre os modelos analisados

Após analisar e comparar os 32 artigos podemos concluir que alguns modelos são bons exemplos de métodos a se seguir, para realizar as análises de risco ou para determinar

parâmetros e fatores necessários para melhorar elementos do sistema de gestão, enquanto outros necessitam de aprimoramentos ou novos testes em regiões diferentes do mundo.

Observando os modelos podemos destacar que o modelo de Dragos (2015) prevalece sobre os demais. Apesar de apresentar uma metodologia para coleta de dados parecida, utiliza entrevistas qualitativas com especialistas da área, dados de auditorias, inspeções, avaliações de segurança e de projetos, dos estudos de Dadashzadeh et al. (2014), Mackenzie et al. (2016) e Tamim et al. (2017), Dragos (2015) desenvolveu uma ferramenta de gerenciamento de risco mais útil e melhor aplicável para a indústria em estudo.

Na ferramenta desenvolvida por Dragos (2015) foram utilizadas diretrizes baseadas em históricos de avaliação de risco de operações marítimas e análise de lições aprendidas de acidentes passados em desastres *offshore*. O propósito e a forma com que o método de Dragos (2015) é aplicado é mais adequado para a indústria de petróleo *offshore*. Portanto, é mais confiável que os outros e reflete melhor o que acontece na indústria, pois utiliza uma gama enorme de dados e avaliações de históricos de acidentes passados.

Podemos concluir que métodos que utilizam dados provindos de auditorias, inspeções, lições aprendidas de outros estudos de acidentes; históricos de acidentes e banco de dados mundiais com informações detalhadas da análise de acidentes, providenciam dados que devem ser considerados fontes confiáveis para serem utilizados nas análises de riscos e nos sistemas de gerenciamento de segurança de instalações *offshore*.

Pode-se concluir também que os modelos devem ser sempre testados em mais de um local e em mais de um tipo de estudo de caso, pois assim se evitam regionalizações e principalmente determinam a validade do modelo para toda a indústria. Mostrando assim uma visão mais abrangente do ambiente e refletindo melhor a cultura de segurança existente.

5 PROPOSTA DE MANAGEMENT FRAMEWORK PARA SEGURANÇA DE PROCESSO BASEADA EM RISCOS PARA PLATAFORMAS DE PETRÓLEO OFFSHORE

5.1 DEFINIÇÃO

De acordo com a ISO 31000 (ABNT, 2009), um *framework* possui a finalidade de integrar o processo para gerenciar riscos na governança, estratégia e planejamento, gestão, processos de reportar dados e resultados, políticas, valores e cultura em toda a organização. O modelo proposto neste trabalho é um *framework* para gerenciamento de segurança de processo baseado em riscos, separado por temas e estes compostos por elementos, com o intuito de melhorar a gerência dos projetos e a distribuição de responsabilidades, aperfeiçoar a alocação de recursos e estabelecer uma cultura de segurança de processos adequada dentro da organização.

5.2 ELABORAÇÃO DO MANAGEMENT *FRAMEWORK* PARA SEGURANÇA DE PROCESSO BASEADA EM RISCOS

Em razão da importância e atualidade dos sistemas de gestão de segurança de processo, neste capítulo é apresentada uma proposta de modelo de *framework* que reúne os principais elementos relevantes ao processo de gestão de segurança de processos baseado nos três sistemas analisados no capítulo 3. O *framework* identifica e estrutura de modo a integrar as principais dimensões e categorias de controles que garantem a gestão da segurança de processo. O propósito de tal *framework* é fornecer uma visão abrangente para a escolha do método mais adequado para a gestão da segurança de processo na empresa.

O modelo proposto incorporou os itens que mais se relacionavam com a indústria em estudo e especificamente para a gestão de segurança de processos para plataformas de petróleo *offshore* apresentados pelos 3 sistemas de gerenciamento: Diretiva SEVESO III, norma OSHA 3132 e RBPS. O Quadro 16 apresenta todos os elementos do sistema proposto.

Quadro 16: Modelo de *framework* proposto de sistema de segurança de processo para plataformas de petróleo *offshore*.

Tema	Seção	Elemento
Organizacional	1	Notificação a partes interessadas
Estabelecimentos da cultura de segurança de processos	2	Compromisso com a Segurança de Processo
	3	Projetos e Engenharia de instalações
	4	Formação de pessoal e fatores humanos
Identificação dos riscos e perigos	5	Conhecimento da Gestão do Processo
	6	Identificação dos Perigos e Análise dos Riscos
Gestão de risco	7	Procedimento Operacionais
	8	Conformidade com as normas e garantia de desempenho
	9	Gestão das terceirizadas
	10	Inspeções e manutenções
	11	Alterações em processos ou nas instalações
	12	Planos de Emergência
Análise de incidentes e melhoria contínua	13	Investigação de Incidentes
	14	Auditorias
	15	Análise da Gestão e Melhoria Contínua

Fonte: Elaboração própria (2018).

Os temas propostos para a *framework* são:

- a) Organizacional: Este tema contempla aspectos relacionados à definição de responsabilidades de cada um dos envolvidos em processos industriais, de forma a garantir que a segurança seja responsabilidade de todos.
- b) Estabelecimento da cultura de segurança de processos: Este tema contempla aspectos relacionados à gestão de conhecimento, análise de projetos e engenharia de instalações, programas de aprendizagem contínua e conhecimento organizacional, de forma a criar uma cultura de segurança de processo.
- c) Identificação dos riscos e perigos: Este tema contempla aspectos relacionados à identificação dos riscos e perigos, investigação de quase-acidentes e proposições para controle e eliminação dos perigos, e com as informações coletadas alocar de maneira eficaz os recursos.
- d) Gestão de risco: Este tema contempla aspectos relacionados com o planejamento estratégico, desenvolvimento dos procedimentos a serem seguidos pelos funcionários, treinamentos e garantia de desempenho, estabelecimento de conformidade com as normas e práticas seguras de trabalho, disseminação da cultura de segurança para as empresas terceirizadas, elaboração de planos de emergência preparando a organização para possíveis acidentes, de forma a responder e gerenciar os acidentes que ocorrerem.

E contempla ainda aspectos relacionados com as inspeções das instalações, desenvolvendo métricas e medidas para acompanhar o progresso das atividades, e manutenção dos equipamentos.

- e) Análise de incidentes e melhoria contínua: Este tema contempla os aspectos relacionados às auditorias realizadas nas instalações e a investigação de acidentes, aprendendo com os erros e lições aprendidas, gerando dados para serem estudados e com isto desenvolver um processo de melhoria contínua.

A seguir é apresentado o conteúdo de cada um dos elementos do *framework*.

5.2.1 Notificação a partes interessadas

Deve-se estabelecer um diálogo com os órgãos regulamentadores e autoridades federais de forma a transmitir informações precisas sobre os produtos e processos utilizados na instalação. Deve-se ainda construir um relacionamento com indivíduos, organizações ou comunidades que possam ser afetados pelas operações da plataforma *offshore*. Deve-se transmitir às autoridades competentes e partes possivelmente afetadas informações sobre as substâncias perigosas e a categoria de substâncias presentes ou suscetíveis de estarem presentes; quantidade e forma física das substâncias perigosas; atividade realizadas nas instalações; e área circundante do estabelecimento e os fatores suscetíveis de causarem um acidente grave ou de agravarem as suas consequências.

A organização deve informar aos órgãos regulamentadores sobre o aumento ou diminuição na quantidade das substâncias perigosas presentes, ou alteração relevante dos processos ou produtos utilizados; modificação de instalações que possam representar perigos de acidentes graves; e a desativação ou encerramento de instalações.

O compartilhamento de informações constrói confiança e comprometimento entre as partes envolvidas. É importante o envolvimento da gerência da plataforma com as comunidades possivelmente afetadas, realizando atividades comunitárias com os trabalhadores, como por exemplo limpeza da comunidade, atividades escolares e encontros com a comunidade. Devem-se determinar funcionários para interagir com estes grupos e estabelecer comunicações para momentos de crise ou no caso de treinamento de emergência, documentando todos os encontros com as partes de forma a criar uma memória dos eventos.

Deve-se estabelecer diálogo com instituições relacionados com o meio ambiente para que ocorra a troca de conhecimento de maneira a reduzir danos para o meio ambiente no caso

de acidentes graves e para adequar os processos e ferramentas de maneira a não interferir ou interferir da menor maneira possível com o meio ambiente no entorno da plataforma.

5.2.2 Compromisso com a Segurança de Processo

Deve-se estabelecer dentro da instalação uma cultura de segurança de processo, combinando comportamentos e valores seguros de maneira a proporcionar benefícios para todos os envolvidos. A cultura de segurança ajuda a organização a gerenciar os riscos dos processos, garante uma comunicação entre os funcionários, estabelece um ambiente de aprendizado e promove a confiança mútua.

O compromisso com a segurança de processo deve ser afirmado por todos os funcionários e deve ser monitorado de maneira a evitar condições que possam prejudicar a segurança de processo da plataforma e causar incidentes. Os gerentes devem ser líderes e exemplos para todos os funcionários, estabelecendo altos padrões de desempenho a serem monitorados.

5.2.3 Projetos e Engenharia de instalações

As organizações devem analisar os projetos de engenharia das instalações e determinar os riscos envolvidos nestes processos de forma que quando ocorrer a construção da plataforma estes riscos possam ser eliminados ou reduzidos com a instalação de salvaguardas. Deve-se também, neste momento, desenvolver documentos sobre segurança de processos antes de iniciar qualquer atividade. Estes documentos ajudarão os envolvidos no funcionamento do processo a identificar e compreender os perigos que o processo possui envolvendo os produtos perigosos. Nestes documentos devem constar: informações sobre os produtos utilizados, os perigos dos produtos utilizados ou produzidos pelo processo, e informações sobre a tecnologia e os equipamentos utilizados no processo.

A plataforma deve possuir e arquivar documentos comprovando que os equipamentos instalados estão em conformidade com as boas práticas de engenharia reconhecidas e especificar que estes foram projetados, inspecionados, testados e operados de forma segura.

5.2.4 Formação de pessoal e fatores humanos

Todo os funcionários atualmente envolvidos na operação de um processo devem possuir suas funções e responsabilidades definidas para garantir e melhorar a segurança de processos. Todos os funcionários devem ser treinados sobre o processo em que irão estar envolvidos e em seus procedimentos operacionais. O treinamento deve abordar os riscos

específicos de segurança e saúde do processo, o que fazer em situações de emergência, a quem reportar anormalidades e outras práticas de trabalho seguras que possam ser aplicáveis.

Os funcionários devem opinar sobre os procedimentos envolvidos nos processos, para melhorar o plano de ação, estabelecendo assim a participação ativa dos funcionários envolvidos na operação e manutenção dos processos, participando na proteção do seu próprio bem-estar. Os trabalhadores devem ainda comentar e dar sugestões sobre as etapas do sistema de gestão de segurança de processo.

Os treinamentos e atualizações de treinamento devem ser fornecidos sempre que necessário para todos os funcionários envolvidos no processo. Os treinamentos devem ser registrados com o nome do empregado e data de realização do treinamento e ainda informar como foi realizada a verificação que o funcionário compreendeu o treinamento. Todos os funcionários que forem desenvolver atividades na plataforma devem estar com seus treinamentos atualizados, e com condições físicas e psicológicas para permanecer na embarcação pelo tempo determinado em seu contrato, de maneira a não gerarem riscos para si mesmos e para outros.

5.2.5 Conhecimento da Gestão do Processo

Este elemento aborda o entendimento e interpretação do conhecimento associadas à catalogação dos dados e disponibilidade de dados para os funcionários. Deve-se ainda determinar que as atividades só possam ser realizadas quando ocorrer a revisão de segurança antes do início da operação. Devem-se estabelecer líderes de equipes, seguir protocolos e procedimentos e produzir relatórios para todas as atividades desenvolvidas na plataforma, estabelecendo assim um padrão e um histórico de dados que possam ser analisados e interpretados posteriormente. Com estes dados, as necessidades podem ser detectadas e podem ser ajustadas de forma a promover a segurança de processo.

Ao executar as atividades é preciso garantir que a informação adequada esteja disponível e que o diálogo esteja aberto para a troca de conhecimento entre os funcionários e especialistas nos processos. A compreensão do risco depende do conhecimento exato do processo. Para este conhecimento a plataforma precisa ter entre seus documentos: especificações técnicas escritas, projeto do processo e equipamentos utilizados, desenhos de engenharia e cálculos, especificações de fabricação e instalação dos equipamentos envolvidos no processo, informações sobre os produtos químicos envolvidos, MSDS e outros documentos pertinentes.

A organização deve possuir documentos que indiquem a reatividade química e incompatibilidade dos produtos utilizados no processo, armazenar todos os relatórios e dados de projeto de maneira organizada e de fácil acesso para os responsáveis competentes e controlar o acesso a documentos desatualizados para que erros não sejam cometidos.

5.2.6 Identificação dos Perigos e Análise dos Riscos

Este elemento aborda a identificação dos perigos e análise dos riscos que envolvem todas as atividades desenvolvidas na plataforma offshore, para certificar-se que os riscos aos funcionários, a comunidade ao redor e ao meio ambiente estejam controlados. Deve ser realizada uma análise inicial de risco do processo em todas as atividades na plataforma, sendo a metodologia de análise escolhida para cada processo condizente com a complexidade da atividade. Exemplos de ferramentas que podem ser utilizadas ou combinadas para realizar as análises são: *What-if*; *checklist*; HAZOP; FMEA; análise da árvore de falhas e árvore das causas; FMECA; LOPA ou um outro método equivalente.

Ordens de prioridades devem ser criadas após a identificação e avaliação dos riscos. A priorização de riscos ajudará a empresa a alocar os recursos disponíveis de maneira mais inteligente e irá eliminar ou reduzir os riscos de processo com maior classificação de risco.

A análise do risco do processo deve abordar ainda os perigos do processo; histórico de incidentes; controles de engenharia e administrativos aplicáveis aos perigos; consequências da falha no controle de engenharia ou operacional; localização da instalação; fatores humanos; e possíveis efeitos de segurança e na saúde dos funcionários no local de trabalho, se houver um incidente.

A análise de risco deve ser realizada em qualquer momento do ciclo de vida da plataforma e por uma equipe experiente, sendo composta por pelo menos um especialista nos métodos de análise de risco que serão usados e um funcionário que tenha experiência e conhecimento do processo avaliado.

Ao final da análise a gestão da organização deve analisar as descobertas e recomendações da equipe e garantir que as recomendações sejam resolvidas em tempo hábil. Os resultados deste processo devem ser documentados e arquivados na plataforma.

5.2.7 Procedimento Operacionais

Os procedimentos operacionais devem ser fornecidos por escrito, fornecendo instruções claras para a realização segura das atividades envolvidas em cada processo. Os procedimentos devem ainda informar perigos, ferramentas, equipamentos de proteção, informações para soluções de problemas conhecidos quando o sistema não responder de

maneira adequada, e devem ser bem comunicados aos funcionários e estarem facilmente acessíveis. Os procedimentos devem abordar os passos para cada fase operacional, desligamento manual, operações de emergência e desligamentos de emergência, e limites operacionais como o controles de engenharia e administrativos, medidas de controle no caso de contato físico ou exposição ao ar, precauções necessárias para evitar exposição, considerações de segurança e saúde, entre outras.

Os procedimentos operacionais devem ser atualizados no caso de mudanças de operação e devem ser analisados periodicamente para assegurar sua validade. Os procedimentos devem ser desenvolvidos em conjunto com os especialistas e funcionários envolvidos nas operações do processo e na sua manutenção. Um procedimento operacional eficaz envolve a identificação de todas as tarefas relacionadas com a atividade e o nível de competência esperado para o funcionário que irá operá-lo, estruturando assim um procedimento adequado a ser seguido e assegurando a segurança de processo.

5.2.8 Conformidade com as normas e garantia de desempenho

A conformidade com as normas garante que a empresa opere a instalação, mantenha de forma segura em funcionamento, coloca em operação práticas seguras de trabalho e minimiza eventuais sanções legais. As empresas devem estar atentas para mudanças nas normas e garantir que suas atividades estejam em conformidade. No início do ciclo de vida da plataforma todas as atividades de padronização e normatização devem ser realizadas, desde o desenvolvimento dos projetos de engenharia até o fim do ciclo de vida da plataforma, garantindo que os projetos dos processos atendam as normas aplicáveis.

A partir das normas aplicáveis para a plataforma *offshore* são produzidos documentos de orientação que são utilizados para garantir a conformidade, de forma eficiente e coerente. Práticas seguras de trabalho são elaboradas a partir das normas e diretrizes aplicáveis as atividades, envolvendo pessoal competente. Permissões de trabalho devem ser emitidas para operações de trabalho a quente, energia armazenada, abertura de linhas de pressão, ou em espaços confinados, e a licença para esta atividade deve ser elaborada por pessoa autorizada e mantida arquivada até a conclusão do trabalho. As permissões descrevem os perigos envolvidos na atividade e as salvaguardas a serem utilizadas. O resultado para esta prática é ajudar a proteger os trabalhadores dos perigos e prevenir a liberação repentina de materiais ou energia nos processos, causando incidentes em cadeia na plataforma.

5.2.9 Gestão das terceirizadas

Este elemento trata da seleção, contrato, uso e monitoramento de serviços contratados. As terceirizadas são empresas que podem operar uma instalação ou fazer apenas um trabalho específico porque possuem conhecimentos ou habilidades especializadas, que podem ser empresas contratadas para realizar atividades de manutenção ou reparo, renovações ou trabalhos especializados diretamente ligados ao processo ou seus equipamentos.

O uso de terceirizadas deve ser feito com muito cuidado, pois normalmente as empresas contratadas não estão familiarizadas com os riscos do estabelecimento em situações perigosas e pode assim expor o pessoal na plataforma a novos perigos, e além disso suas atividades podem anular controles de segurança já existentes na plataforma.

Ao selecionar uma empresa terceirizada, a organização deve aplicar controles prudentes para gerenciar seus serviços como: avaliar as informações sobre o desempenho e os programas de segurança existente na empresa; deve informar a empresa sobre os riscos potenciais conhecidos relacionados ao trabalho; explicar as disposições aplicáveis do plano de ação de emergência; desenvolver e implementar práticas de trabalho seguras; e auditar periodicamente o desempenho dos empregadores contratados.

Antes de começarem seus trabalhos na plataforma a gerência deve: certificar-se que os funcionários foram treinados nas práticas de trabalho; certificar-se de que os funcionários foram instruídos sobre os potenciais perigos relacionados ao seu trabalho e ao processo, e nas disposições aplicáveis do plano de emergência; documentar que cada funcionário contratado recebeu e compreendeu o treinamento exigido; e certificar-se que os trabalhadores estão aptos psicologicamente e fisicamente para o trabalho a bordo da embarcação.

Um programa eficaz de seleção de terceirizadas garantirá que os trabalhadores contratados estejam alinhados com a cultura de segurança de processo da plataforma e assim as atividades desempenhadas por estes estarão sendo realizadas de maneira adequada não oferecendo riscos para a ocorrência de incidentes graves.

5.2.10 Inspeções e manutenções

Para garantir a qualidade e eficiência dos processos é necessária a realização de inspeções periódicas nos processos e manutenções nos equipamentos, de forma a garantir a integridade mecânica destes. Para que isto seja garantido é necessário que os equipamentos estejam instalados e funcionando corretamente. Os equipamentos que precisam ser verificados quanto a sua integridade mecânica são: os vasos de pressão e tanques de armazenamento;

tubulações; sistemas e dispositivos de alívio e ventilação; sistemas de paragem de emergência; controles; e bombas.

Os funcionários responsáveis pela manutenção dos equipamentos devem ser treinados e orientados para possuírem uma visão geral do processo e dos seus perigos. As inspeções e testes devem ser realizadas em conformidade com as recomendações dos fabricantes e normas aplicáveis, ou quando for necessário. Todas as manutenções, inspeções e testes devem ser documentados, informando a data de ocorrência, quem a realizou, número de identificação do equipamento utilizado para inspeção, como ocorreu a inspeção ou teste realizado e os resultados encontrados.

No caso de paradas de processos, todas as inicializações devem ser realizadas após a verificação que o processo está seguro para voltar às operações normais, verificando o alinhamento dos equipamentos, ausência de vazamentos, isolamento adequado de outros sistemas que não estejam prontos para inicialização e limpeza.

5.2.11 Alterações em processos ou nas instalações

Em caso de alterações na plataforma ou nos processos, estas devem ser estudadas detalhadamente para avaliar as mudanças nos procedimentos operacionais, seu impacto na segurança e saúde dos trabalhadores e certificar-se que nenhum perigo inesperado seja introduzido à instalação. Procedimentos escritos devem ser elaborados por uma equipe qualificada e esta deve treinar os funcionários potencialmente atingidos pela alteração.

A gerência deve rever a justificativa técnica para a mudança proposta, o impacto desta mudança para os trabalhadores e para os procedimentos operacionais, tempo necessário para realizar a mudança, alocação de recursos necessários e quais os requisitos de autorização para a alteração antes desta ser autorizada. Os funcionários afetados pela possível mudança devem ser informados antes da inicialização do processo de alteração.

5.2.12 Planos de Emergência

Planos de emergência interno e externo devem ser planejados para eventuais emergências, desenvolvendo medidas a serem aplicadas no interior do estabelecimento, treinamento de funcionários, e informar às autoridades competentes as informações necessárias, para que estas possam elaborar os planos de emergência externos adequadamente e como comunicar efetivamente as partes interessadas na ocorrência de um incidente.

Os planos de emergência devem objetivar o controle dos incidentes de modo a minimizar os seus efeitos imediatamente e a reduzir os danos ocasionados a médio e longo prazo; aplicar as medidas necessárias à proteção da saúde humana e do meio ambiente;

comunicar as informações necessárias ao público e aos serviços ou autoridades afetados; e estruturar medidas para a reabilitação do meio ambiente após a ocorrência do incidente.

Os planos de emergência internos e externos devem ser treinados e atualizados sempre que necessário, pelas autoridades responsáveis, levando em conta alterações ocorridas, novas tecnologias instaladas e no surgimento de novas medidas de controle a serem adotadas. Os planos de emergência devem ser elaborados por uma equipe de especialistas e devem envolver os grupos de trabalhos envolvidos ou afetados, e atualizados sempre que necessário.

5.2.13 Investigação de Incidentes

A investigação de incidentes é uma forma de aprender com os incidentes que ocorrem ao longo do ciclo de vida da plataforma, e de informar as lições aprendidas para todas as partes interessadas. Todo incidente ou quase-acidente deve ser investigado. Este elemento é importante para o desenvolvimento de recomendações capazes de diminuir ou eliminar causas de incidentes.

A investigação de incidentes deve ser realizada imediatamente ou o mais rapidamente possível após a ocorrência do incidente. A equipe de investigação deve ser composta por pelo menos uma pessoa conhecedora do processo envolvido e por pessoas especialistas em análise de incidentes. A coleta de dados deve ser realizada por meio de entrevistas e coleta de evidências físicas. A empresa adotará uma abordagem para a investigação de acidentes e documentará todos os passos da investigação. Ao identificar causas-raiz de falhas de equipamentos ou erros humanos podemos desenvolver soluções reduzindo ou eliminando a frequência e/ou as consequências dos incidentes relacionados a essas causas.

Ao final da investigação um relatório de investigação deve ser preparado com a descrição do incidente; fatores que contribuíram para o incidente; e recomendações resultantes da investigação que reduzirão o risco de incidentes semelhantes. Uma equipe deve ser designada para aplicar as resoluções e ações corretivas determinadas nas recomendações.

5.2.14 Auditorias

As auditorias têm como objetivo avaliar a performance de funcionamento dos sistemas de gestão. As auditorias de conformidade devem ser conduzidas por pelo menos uma pessoa conhecedora no processo e devem avaliar os sistemas de gestão para certificar-se que estejam adequados e que todas as partes envolvidas estejam protegidas. As auditorias servem como mecanismos de controle, descobrimento de oportunidades de melhoria e aumento da consciência sobre cultura de segurança.

As auditorias devem ser realizadas durante todo o ciclo de vida das plataformas e podem envolver funcionários internos ou externos da organização. As auditorias se desenvolvem através da coleta de dados por meio da análise de documentação, relatórios de atividades, entrevistas com funcionários envolvidos na atividade e de observações em campo. O produto da auditoria envolve a produção de um relatório com recomendações de melhorias necessárias e medidas corretivas a serem implementadas, e melhoria do sistema de gestão de segurança e cultura de segurança entre os funcionários.

5.2.15 Análise da Gestão e Melhoria Contínua

A análise de gestão visa a identificar se os sistemas de gerenciamento estão com o desempenho adequado ou não e para identificar e corrigir deficiências antes que elas sejam reveladas em uma auditoria ou quando na ocorrência de um incidente. As análises de gestão devem ser realizadas periodicamente e devem ser realizadas por cada departamento. O produto da análise de gestão é um relatório informando as deficiências observadas, recomendações para melhorias e medidas corretivas a serem aplicadas, com os responsáveis e prazos para serem implementadas.

A melhoria contínua visa o monitoramento a longo prazo do desempenho da gestão de segurança, criando uma base de dados com acidentes e quase-incidentes que ocorreram, a investigação que ocorreu para cada um deles, recomendações e medidas de corretivas e de controle apresentadas, de forma a criar um sistema de aprendizado. Juntamente com uma equipe competente e uma forte cultura de segurança, a organização criará um eficaz sistema de segurança de processos evitando incidentes críticos durante todo o ciclo de vida da plataforma *offshore*.

Este framework de gestão de riscos tem por objetivo principal minimizar os riscos de segurança de processos e conseqüentemente maximizar a segurança dentro das organizações e no entorno delas. O framework proposto ainda oferece uma fácil percepção dos temas e elementos a serem seguidos para o controle da segurança e a elaboração dos procedimentos a serem seguidos na resposta a um possível incidente de segurança de processos em plataformas de petróleo *offshore*.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preocupação das indústrias com relação à segurança é evidente em todas os setores. As empresas da indústria de petróleo devem implantar sistemas de gestão de segurança de processos que sejam eficientes, que ajudem na melhora da produção da empresa, na alocação de seus recursos e ao mesmo tempo implante uma cultura de segurança que controle a possibilidade de ocorrências de acidentes.

Os sistemas de gestão de processos ajudam as empresas interna e externamente, proporcionando conhecimento e procedimentos a serem seguidos por todos os funcionários da empresa, de modo a produzir resultados satisfatórios para a organização em todos os níveis.

O primeiro e segundo objetivo do trabalho foi desenvolver uma análise comparativa entre os artigos encontrados na pesquisa bibliográfica, e entender e identificar os melhores métodos que ajudam na construção e desenvolvimento dos sistemas de segurança de processo na indústria do petróleo offshore. A pesquisa encontrou como um todo 1105 artigos dentro da delimitação temporal, com os critérios de exclusão e leitura dos artigos 32 foram selecionados para serem estudados.

Ao comparar os locais de estudo dos artigos e a distribuição geográfica de produção de petróleo mundial, podemos notar que os estudos se concentram nos países com maior produção. Porém Rússia e Venezuela não foram encontrados nos países em estudo sobre produção de petróleo. Os países com maior produção e com maior número de estudos encontrados foram: Estados Unidos, Canadá, México e Noruega.

Após análise comparativa dos 32 artigos, comparando 8 deles em cada pilar, podemos concluir que alguns modelos são métodos mais eficazes a serem seguidos para realizar as análises de risco ou para determinar parâmetros e fatores necessários para melhorar algum elemento do sistema de gestão, enquanto outros necessitam de aprimoramentos ou novos testes em regiões diferentes do mundo ou em outros estudos de caso.

Métodos que utilizam dados provindos de auditorias, inspeções de segurança, históricos ou lições aprendidas de acidentes e banco de dados mundiais com informações detalhadas devem ser considerados fontes confiáveis. Portanto, utilizando estes dados, as análises de riscos serão mais ricas de informações e ajudarão no desenvolvimento e aprimoramento do sistemas de gerenciamento de segurança das instalações offshore.

Os modelos devem ser sempre testados em mais de um local e em mais de um tipo de estudo de caso, pois assim se evitam regionalizações e principalmente determinam a validade do

modelo para toda a indústria, apresentando uma visão mais abrangente do ambiente e refletindo melhor a cultura de segurança existente na indústria.

É essencial para qualquer empresa a compreensão da cultura de segurança e o gerenciamento de risco adequado. As empresas tendem a perder o foco em segurança de incidentes, pois os acidentes catastróficos são muito raros, e tendem a prestar atenção somente na prevenção de riscos ocupacionais. Deve-se fazer com que as empresas concentrem-se na gestão de riscos, e na compreensão e desenvolvimento da cultura de segurança.

As empresas devem melhorar sua gestão de mudanças, aprimorando seus procedimentos e treinamentos, e também entender a importância da alocação correta de recursos, para que em casos de eventos indesejados os recursos estejam alocados corretamente e ajudem na diminuição das consequências.

A identificação dos perigos ajuda a equipe de segurança da plataforma offshore a quantificar os limites de exposição dos perigos, e assim associar os efeitos destes para o corpo humano e ao meio ambiente. Com isso, a equipe de segurança e os gerentes dos projetos conseguem desenvolver projetos de medidas de segurança e planos de fuga para que caso ocorra algum evento indesejado já saibam quais ações tomar e o que pode acontecer com as pessoas e o meio ambiente exposto.

Com a identificação dos perigos e análise dos riscos definida, outras atividades de gerenciamento de segurança do processo na instalação serão preparadas adequadamente e com a utilização dos recursos adequados.

Esta pesquisa se propôs a analisar as principais práticas de gestão de segurança de processo na indústria de petróleo associadas especificamente a plataformas de petróleo offshore apresentadas por meio da revisão bibliográfica deste assunto. O referencial teórico obtido na revisão bibliográfica teve como objetivo identificar os melhores modelos de sistemas de gestão de segurança de processo com maior relevância na indústria de petróleo e portanto com maior efetividade para o gerenciamento de ações preventivas e corretivas de segurança de processo, e distribuir as responsabilidades da cadeia de trabalho de maneira mais eficaz. Este estudo contribui para as grandes organizações ligadas a indústria de petróleo offshore como fonte de informação para a adoção de práticas mais eficazes.

O presente trabalho teve como objetivo principal a proposição de um framework de gestão de segurança de processo para plataformas de petróleo offshore, direcionado pela

necessidade de garantir a proteção das unidades e dos trabalhadores perante os complexos incidentes que envolvem tais organizações.

O framework de gestão de segurança de processos baseada em riscos apresentados no Quadro 16 tem por base fundamentalmente três sistemas de gestão de processos: norma OSHA 3132, diretiva SEVESO III e o sistema RBPS. O framework proposto permite aos gestores definir protocolos para as diversas atividades envolvidas nas plataformas, monitoramento do desempenho das plantas, distribuição adequada de recursos e atribuição de responsabilidades ao longo da cadeia de comando de forma a implementar de maneira efetiva a cultura de segurança de processo. O modelo permite o planejamento estruturado e orienta a análise das ações a serem tomadas na possível ocorrência de um incidente de segurança.

Nesse sentido, os elementos de cada tema da framework devem ser analisados e as ferramentas corretas para cada elemento devem ser utilizadas dependendo do contexto apresentado. Além disso, cabe salientar que não necessariamente todas as etapas do framework devem ser aplicadas em conjunto. Em alguns cenários, a aplicação parcial do framework pode ser adequado e suficiente para a resolução do incidente ou problemas a serem resolvidos.

Neste estudo, não ocorreu a aplicação do modelo de gestão de segurança de processo para plataformas de petróleo offshore, ficando como sugestão para trabalhos futuros a sua validação através de um painel de especialistas e um Estudo de caso. O modelo proposto deve permitir a minimização dos riscos de gestão de segurança de processo em unidades de plataforma offshore. De forma a garantir a gestão eficiente da segurança de processo, a cultura de segurança deve ser o ponto fundamental da gestão e todos os colaboradores devem assumir sua responsabilidade perante a organização.

Os sistemas através de suas análises, procedimentos e guias determinam de que modo os riscos devem ser controlados e como as tarefas devem ser executadas, utilizando de maneira eficaz os recursos das organizações e evitando que acidentes indesejados ocorram. Espera-se que este trabalho sirva de consulta para projetos que envolvem a indústria de petróleo offshore e sistemas de gestão de processos.

REFERÊNCIAS

ABNT. Gestão de Riscos – Princípios e diretrizes. NBR ISO 31000. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2009

AICHE. O que é segurança de processo? **sache.org**, July 2008. Disponível em: <<http://sache.org/beacon/files/2008/07/pt/read/2008-07-Beacon-Portuguese-s.pdf>>. Acesso em: 12/12/2017.

Al Sahi AL Zaabi, Mohamed Saeed; Ahmad, Kamarul Zaman; Hossan, Chowdhury. Authentic leadership, work engagement and organizational citizenship behaviors in petroleum company. *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 65 Issue: 6, pp.811-830, 2016.

ANP. **Análise do acidente com a plataforma P-36 - Relatório da Comissão de Investigação ANP / DPC**. ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Rio de Janeiro. 2001.

ANP. **Relatório anual de segurança operacional das atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural**. Agência Nacional do Petróleo. [S.l.]. 2014.

ANP. **RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO DO INCIDENTE DE EXPLOÇÃO OCORRIDO EM 11/02/2015 NO FPSO CIDADE DE SÃO MATEUS**. ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Rio de Janeiro. 2015.

ANP. **Relatório Anual de Segurança Operacional das atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural**. Agência Nacional de Petróleo. [S.l.]. 2015.

Antonovsky, Ari; Pollock, Clare; Straker, Leon. Identification of the Human Factors Contributing to Maintenance Failures in a Petroleum Operation. *Human Factors: The Journal of Human Factors and Ergonomics Society*, Vol.56(2), pp.306-321, 2014.

BENITE, A. G. **Sistema de gestão de segurança e saúde no trabalho para empresas construtoras**. Universidade de São Paulo. São Paulo- SP, p. 221. 2004.

BOS, C. Deepwater Horizon: Disaster in the Gulf - LIFE and DEATH at the OIL RIG. **Awesome Stories**, 01 Maio 2010. Disponível em: <<https://www.awesomestories.com/asset/view/LIFE-and-DEATH-at-the-OIL-RIG-Deepwater-Horizon-Disaster-in-the-Gulf>>. Acesso em: 18/12/2017.

BSI. **OHSAS 18001 - Occupational Health and Safety Management Systems**. British Standards Institution -. [S.l.]. 2007.

BLS. Bureau of Labor Statistics. **United States Department of Labor**, 2017. Disponível em: <https://www.bls.gov/iif/oshsum.htm#16Summary_News_Release>. Acesso em: 22/07/2018.

BOS, C. Deepwater Horizon: Disaster in the Gulf - LIFE and DEATH at the OIL RIG. **Awesome Stories**, 01 Maio 2010. Disponível em: <<https://www.awesomestories.com/asset/view/LIFE-and-DEATH-at-the-OIL-RIG-Deepwater-Horizon-Disaster-in-the-Gulf>>. Acesso em: 18/12/2017.

BSEE. Bureau of Safety and Environmental Enforcement. **Bureau of Safety and Environmental Enforcement**, 2014. Disponível em: <<https://www.bsee.gov/stats-facts/offshore-incident-statistics/incident-stats-and-summaries>>. Acesso em: 21/07/2018.

CAMPOS, D. C.; DIAS, M. C. F. A cultura de segurança no trabalho: um estudo exploratório. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, Niterói, 7, 2012. 594-604.

CASTRO, C. B. D.; MARTINS, L. D. A.; FERREIRA, G. D. S. AS RELAÇÕES ENTRE OS ACIDENTES NA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO E O DESENVOLVIMENTO DAS NORMAS E MARCOS REGULATÓRIOS ASSOCIADOS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO. **I Congresso Nacional de Engenharia de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 2015.

CAZARIM, L. 5 Maiores Acidentes com Plataformas de Petróleo. **Jornal Pelicano**, 2014. Disponível em: <<http://www.jornalpelicano.com.br/2014/01/maiores-acidentes-com-plataformas-de-petroleo/>>. Acesso em: 15/12/2017.

CCPS. The Business Case for Process Safety 2. Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, 14 p., 2006.

CHAVES, L. A. D. O. **Fatores que afetam os planos de emergência aplicados às atividades petrolíferas offshore: estudo de caso**. Universidade Federal Fluminense. Niterói, RJ. 2004.

COELHO, T. B. **Auditoria de SMS em plataformas offshore: Aplicação de matriz de risco na priorização das não conformidades**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química. Rio de Janeiro. 2014.

Cruz, Ana; Krausmann, Elisabeth. Vulnerability of the oil and gas sector to climate change and extreme weather events. *Climatic Change*. 121, 2013.

DADASHZADEH, M. et al. Explosion modeling and analysis of BP Deepwater Horizon accident. **Safety Science**, St.John's, 57, 2013.

Dadashzadeh, Mohammad; Khan, Faisal; Abbassi, Rouzbeh; Hawboldt, Kelly. Combustion Products Toxicity Risk Assessment in an Offshore Installation. *Process Safety and Environmental Protection*. 92, 2014.

D'ARAÚJO, R. D. P. M. M. B. **DIRETIVA SEVESO - CRITÉRIO DE ACEITABILIDADE DE RISCO PARA**. Instituto Superior de Educação e Ciências. Portugal, p. 120. 2013.

Deacon, Travis; Amyotte, P.R. & Khan, Faisal & Mackinnon, Scott. A framework for human error analysis of offshore evacuations. *Safety Science*. 51. 319–327, 2013.

Diers, Audra R; Donohue, Jennie. Synchronizing crisis responses after a transgression: An analysis of BP's enacted crisis response to the Deepwater Horizon crisis in 2010. *Journal of Communication Management*, Vol. 17 Issue: 3, pp.252-269, 2013.

DINIZ, A.; ALMEIDA, A. C. C.; FRANÇA, S. R. R. D. O. **Desenvolvimento de programa de segurança de processo: um caso de sucesso entre a Braskem e a DNV**. CONFERÊNCIA LATINO AMERICANA DE SEGURANÇA DE PROCESSO. São Paulo, p. s.n. 2010.

DO NASCIMENTO, C. S. **Modelo com qualidades psicométricas para avaliação da cultura de segurança em instalações nucleares**. Instituto de pesquisas energéticas e nucleares. Autarquia associada à Universidade de São Paulo. São Paulo. 2015.

Dragos, Neagu. Accident sequence precursors in risk management for offshore industry. 2015.

Edirisinghe, Nalin; James, Ross. Fleet routing position-based model for inventory pickup under production shutdown. *European Journal of Operational Research*. 236. 736–747, 2014.

EIA. EIA. **EIA - Energy Information Administration**, 2017. Disponível em: <<https://www.eia.gov/beta/international/>>. Acesso em: 20/07/2018.

FERNANDES, S. Z. **Sustentabilidade em projetos de construção: Uma matriz multicritério baseada em riscos**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2015.

Fossum, Ingrid; Bjorvatn, Bjorn; Waage, Siri, Pallesen, Stale. Effects of shift and night work in the offshore petroleum industry: A systematic review. *Industrial Health* Vol. 51(5), p.530–44, 2013.

FRANÇA, J. E. M. **Alocação de fatores humanos no gerenciamento de riscos de sistemas complexos offshore**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química. Rio de Janeiro. 2014.

FRANK, W. L. Process Safety Culture in the CCPS Risk Based Process SAfety Model. **InterScience**, Wilmington, DE, 2007.

FREITAS, C. M.; PORTO, M. F. S.; MACHADO, J. M. H. A questão dos acidentes industriais ampliados. In: FREITAS, C. M.; PORTO, M. F. S.; MACHADO, J. M. H. **Acidentes industriais ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2000.

GONTIJO FILHO, J. A. R. **A retomada da indústria naval no Brasil: Características e Potenciadlidades na construção de plataformas offshore**. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2011.

GOVERN OF CANADA. BST. **Governo do Canada**, 2018. Disponível em: <<http://www.bst-tsb.gc.ca/eng/stats/pipeline/2017/ssep-sspo-2017.asp>>. Acesso em: 22/07/2018.

Hannevik, Martine B.; Lone, Jon Anders; Bjørklund, Roald; Alexander Bjørkli, Cato; Hoff, Thomas. Organizational climate in large-scale projects in the oil and gas industry: A competing values perspective. *International Journal of Project Management*. 32. 687–697, 2014.

Hassel, Martin; Utne, Ingrid; Erik Vinnem, Jan. Allision risk analysis of offshore petroleum installations on the Norwegian Continental Shelf—an empirical study of vessel traffic patterns. *WMU Journal of Maritime Affairs*. 16, 2017.

Hauge, Stein; Hokstad, Per; Håbrekke, Solfrid; Lundteigen, Mary. Common Cause Failures in Safety-Instrumented Systems: Using Field Experience from the Petroleum Industry. *Reliability Engineering and System Safety*. 151, 2016.

IEA. *International Energy Agency*, 2017. Disponível em: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2017.pdf> Acesso em: 25/01/2018.

KIMURA, R. M. INDÚSTRIA BRASILEIRA DE PETRÓLEO: UMA ANÁLISE DA CADEIA DE VALOR AGREGADO. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ. Rio de Janeiro - RJ. 2005.

Khakzad, N., Khakzad, S.; Khan, F. Probabilistic risk assessment of major accidents: application to offshore blowouts in the Gulf of Mexico. *Natural Hazards Vol.74*, p. 1759 - 1771, 2014.

Kusumawardhani, Mayang; Markeset, Tore; Kumar, Rajesh. Development of strategic asset management planning in the petroleum industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 23, 2017.

Kvalheim, Sverre; Dahl, Øyvind. Safety compliance and safety climate: A repeated cross-sectional study in the oil and gas industry. *Journal of Safety Research*. 59, 2016.

Lima, Amanda Miranda; Junior, Carlos Roberto Conceição Meireles; Rosa, Licianne Pimentel Santa. O legado do acidente de Piper Alpha: uma análise do relatório Cullen (1991). II CONEPETRO. Campina Grande – PB, 2016.

Luo, Dongkun; Zhao, xu. Modeling optimal oil production paths under risk service contracts. *Petroleum Science*. 10, 2013.

Mackenzie, Cameron; Baroud, Hiba; Barker, Kash. Static and dynamic resource allocation models for recovery of interdependent systems: Application to the Deepwater Horizon oil spill. *Annals of Operations Research*. 236, 2016.

MAIL ONLINE. The day the sea caught fire: 20 years after the Piper Alpha explosion, the survivors are finally able to tell their story. **Daily Mail**, 17 Julho 2008. Disponível em: <<http://www.dailymail.co.uk/news/article-1031994/The-day-sea-caught-20-years-Piper-Alpha-explosion-survivors-finally-able-tell-story.html>>. Acesso em: 18/12/2017.

Marcella, Rita; Lockerbie, Hayley. The information environment and information behaviour of the Offshore Installation Manager (OIM) in the context of safety and emergency response: An exploratory study. *Journal of Information Science*. 42, 2016.

MANNAN, M. S.; CHOWDHURY, A. Y.; REYES-VALDES, O. J. A portrait of process safety: From its start to present day. **Hydrocarbon Processing**, 2012.

Moore, David. Security Risk Assessment Methodology for the petroleum and petrochemical industries. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 26, 2013.

MOREIRA, J. F. M. **Acidentes na indústria do petróleo e seus impactos na segurança operacional e preservação ambiental**. Universidade Federal Fluminense. Niterói, RJ, p. 99. 2017.

OIT - ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **Safe work and safety culture. The ILO report for world day for safety and health at work**. OIT. Genebra. 2004.

ORNELAS, D. L. **Aperfeiçoamento do processo de fiscalização com foco em segurança e meio ambiente nas unidades de produção offshore no Brasil**. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2014.

OSHA. **OSHA 3132 - Process Safety Management**. Occupational Safety and Health Administration, U.S. Department of Labor. [S.l.]. 2000.

Parast, Mahour. Convergence theory in quality management: Evidence from the petroleum industry. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 30, 2013.

PEREIRA, F. M. D. S. **Gestão de riscos e plano de ações emergenciais aplicado à barragem de contenção de Rejeitos Casa de Pedra/CSN**. UFOP, Escola de Minas/UFOP. Ouro Preto. 2009.

PESSANHA, M. L. B.; MEIRIÑO, M. J. Análise de sistemas de gestão de segurança para unidades offshore: SEMS e SGSO. **XII Congresso Nacional de Excelência e Gestão**, 2016.

PETROBRAS. **Diretrizes para segurança de processo baseada em risco/ Center for Chemical Process Safety - CCPS**. 1nd. ed. Rio de Janeiro: Interciência Ltda., 2014.

PETROLEUM SAFETY AUTHORITY NORWAY. Petroleum Stilsy Net. **ptil**, 2017. Disponível em: <http://www.ptil.no/getfile.php/1348852/PDF/Personskader_2004-2014/Personskader%202007-2016/Personskadar%202008-2017/eng-kont-og-oper-faste.htm>. Acesso em: 22/07/2018.

PINHEIRO, M. C. et al. **Acumulação de Capacidades Tecnológicas e Fortalecimento da Competitividade Industrial no Brasil: Breve Análise Empírica da Indústria de Petróleo e Gás**. EBAPE/FGV. Rio de Janeiro, p. 162. 2017.

R7. Petroleiros lembram com protesto. **R7**, 2012. Disponível em: <<http://noticias.r7.com/rio-de-janeiro/noticias/petroleiros-lembram-com-protesto-11-anos-de-acidente-da-p-36-20120315.html>>. Acesso em: 18/12/2017.

Rajendram, Arunnvinthan; Khan, Faisal; Garaniya, Vikram. Modelling of fire risks in an offshore facility. *Fire Safety Journal*. 71. 79-85, 2015.

Ranjbarfard, Mina; Aghdasi, Mohammad; López-Sáez, Pedro; Emilio Navas López, José. The barriers of knowledge generation, storage, distribution and application that impede learning in gas and petroleum companies. *Journal of Knowledge Management*, Vol. 18 Issue: 3, pp.494-522, 2014.

REIS, R. L. **Uso de simulador para validação de sistema de segurança de uma planta industrial**. Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica. Salvador. 2015.

RICHTER, A.; KOCH, C. Integration, differentiation and ambiguity in safety cultures. **Safety Science**, Dinamarca, 2004. 703-722.

Salehzadeh, Reza; Asadi, Ali; Khazaei Pool, Javad; Ansari, Mohammad; Haroni, Alireza. The influence of perceived organizational support on dimensions of learning organization: An empirical study of SMEs in Irã. *The Learning Organization: An International Journal*. 21, 2014.

Seneviratne, A.M.N.D.B.; Ratnayake, R.M.. Classification of static mechanical equipment using a fuzzy inference system: A case study from an offshore installation. *International Journal of Performability Engineering*. 11. 53-60, 2015.

Shami, Anwar; Harik, Ghinwa; Alameddine, Ibrahim; Bruschi, D; Astiaso Garcia, Davide; El-Fadel, Mutasem. Risk assessment of oil spills along the Mediterranean coast: A sensitivity analysis of the choice of hazard quantification. *The Science of the total environment*. 574. 234-245, 2017.

SILVA, E. A. D. S. **Percepção do risco e cultura de segurança -O caso Aeroportuário-**. Faculdade de Economia, Universidade de Coimbra. Coimbra. 2010.

SILVA, J. M. D. S. **AVALIAÇÃO DA GESTÃO DA SEGURANÇA DO PROCESSO NA CENTRAL DE CICLO COMBINADO DA TAPADA DO OUTEIRO E PROPOSTAS DE MELHORIA**. Instituto Superior de Engenharia do Porto. Porto, p. 237. 2014.

Song, Guozheng; Khan, Faisal; Wang, Hangzhou; Leighton, Shelly; Yuan, Zhi; Liu, Hanwen. Dynamic Occupational Risk Model for Offshore Operations in Harsh Environments. *Reliability Engineering & System Safety*. 150, 2016.

Sumbal, Muhammad Saleem; Tsui, Eric; See-to, Eric W.K. Interrelationship between big data and knowledge management: an exploratory study in the oil and gas sector. *Journal of Knowledge Management*, Vol. 21 Issue: 1, pp.180-196, 2017.

SWUSTE, P. et al. Safety management systems from Three Mile Island to Piper Alpha, a review in English and Dutch literature for the period 1979 to 1988. **Safety Science**, 2017.

Tamim, N.; Laboureur, Delphine M.; Mentzer, Ray A.; Hasan, A. Rashid; Mannan, M. Sam. A framework for developing leading indicators for offshore drillwell blowout incidents. *Process Safety and Environmental Protection*, 106, pp.256–262, 2017.

Thodi, Premkumar; Khan, Faisal; Haddara, Mahmoud. Risk based integrity modeling of offshore process components suffering stochastic degradation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 19 Issue: 2, pp.157-180, 2013.

UE. **DIRETIVA 2012/18/UE**. PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. [S.l.]. 2012.

Wang, Yan; Lian Li, Yu; Zhang, Biao; Na Yan, Pei; Zhang, Li. Quantitative Risk Analysis of Offshore Fire and Explosion Based on the Analysis of Human and Organizational Factors. *Mathematical Problems in Engineering*. 2015. 1-10, 2015.

Wei Chong, Chin; Besharati, Jamshid. Challenges of knowledge sharing in the petrochemical industry. *Knowledge Management and E-Learning*. 6. 171-187, 2014.