

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA FLUMINENSE**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS APLICADOS
À ENGENHARIA E GESTÃO**

DISSERTAÇÃO

THAYNÁ ALBERNAZ PESSANHA

**PROCESSOS DE INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS ESTÁTICOS:
MODELO DE MELHORIA CONTÍNUA NO SETOR *OFFSHORE*
DE ÓLEO & GÁS**

Campos dos Goytacazes/RJ

2020

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA FLUMINENSE**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS APLICADOS À
ENGENHARIA E GESTÃO

DISSERTAÇÃO

THAYNÁ ALBERNAZ PESSANHA

PROCESSOS DE INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS ESTÁTICOS:
MODELO DE MELHORIA CONTÍNUA NO SETOR *OFFSHORE* DE
ÓLEO & GÁS

Alline Sardinha Cordeiro Morais

(Orientadora)

Dissertação submetida
como requisito para
obtenção do grau de
Mestre no Programa de
Pós-graduação em
Sistemas Aplicados à
Engenharia e Gestão, Área
de Concentração em
Gestão de Processos.

Campos dos Goytacazes/RJ

2020

Biblioteca Anton Dakitsch
CIP - Catalogação na Publicação

P475p Pessanha, Thayná Albernaz
Processos de inspeção de equipamentos estáticos: modelo de melhoria contínua no setor offshore de óleo & gás / Thayná Albernaz Pessanha - 2020.
126 f.: il. color.

Orientadora: Alline Sardinha Cordeiro Morais

Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado Profissional em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão, Campos dos Goytacazes, RJ, 2020.
Referências: f. 102 a 109.

1. Melhoria Contínua. 2. MASP. 3. Inspeção de Equipamentos. 4. Indústria de Petróleo. 5. TOPSIS. I. Morais, Alline Sardinha Cordeiro, orient. II. Título.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS APLICADOS À
ENGENHARIA E GESTÃO

THAYNÁ ALBERNAZ PESSANHA

MODELO DE MELHORIA CONTÍNUA PARA PROCESSOS
INDUSTRIAIS DE INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS ESTÁTICOS NO
SETOR *OFFSHORE* DE ÓLEO & GÁS

Dissertação submetida como requisito para obtenção do grau de **Mestre** no Programa de Pós-graduação em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão, Área de Gestão de Processos.

DISSERTAÇÃO APRESENTADA EM 15/04/2020.

Alline Sardinha Cordeiro Morais
Doutora em Engenharia e Ciência dos Materiais – IFF
(Orientadora)

Cristiano Souza Marins
Doutor em Engenharia de Transportes – UFF

Henrique Rego Monteiro da Hora
Doutor em Engenharia de Produção – IFF

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me guiado e me dado forças durante a elaboração desse trabalho, que apesar de ter pensado diversas vezes em desistir, com a força de Deus e do Divino Espírito Santo, me mantive firme e com uma esperança que lá no fundo dizia que eu iria conseguir, assim como consegui diversas outras conquistas ao longo desses 28 anos de vida.

Agradeço a minha família, por sempre ter acreditado na minha capacidade, em especial a minha avó Dilza, minha mãe Rozimeire, meu pai Gastão e minha irmã Thábata.

Quero também agradecer ao Instituto Federal Fluminense (IFF), por mais uma vez ter me proporcionado a continuidade dos meus estudos, com excelente estrutura e profissionais altamente capacitados. O IFF vem me acompanhando desde o ensino médio, ensino técnico, graduação e agora me permitiu a conclusão do curso de pós-graduação.

Agradeço a minha orientadora Alline Morais, pelo tempo despendido em prol desse trabalho e os conhecimentos compartilhados. Não poderia deixar de relatar meu imenso agradecimento ao professor do mestrado Henrique da Hora, que sempre estava disponível para contribuir com o trabalho, não medindo esforços para ajudar, seja em qual dia da semana ou hora fosse.

Agradeço também aos colegas do mestrado, pela troca de experiências, pelos incentivos e conhecimentos compartilhados ao longo de todo o curso.

Agradeço aos meus colegas de trabalho da Petrobras, em especial aos gerentes Bruno Locher, que me apoiou no início desse trabalho e ao Tomás Copetti, atual gerente do setor. Aos colaboradores Maria Alice Camacho, Diego Ferreira, Bruno Guimarães e Sérgio Fiuza, pelo apoio e tempo despendido durante a aplicação do modelo proposto.

Meus agradecimentos também a banca, pela disponibilidade e enriquecimento ao trabalho.

RESUMO

A inspeção de equipamentos estáticos é um processo fundamental na indústria química e petroquímica, para garantia e verificação da integridade de seus sistemas e equipamentos. No setor de petróleo, esse processo torna-se crucial diante de tantos incidentes e/ou acidentes que envolvem os equipamentos como vasos de pressão, tubulação, tanques, entre outros equipamentos estáticos. O presente trabalho tem como objetivo propor um modelo de melhoria contínua para os processos no setor de Engenharia de Equipamentos Estáticos de uma indústria de Petróleo, Petrobras, a fim de tornar o mesmo robusto, eficaz, com uma gestão de riscos eficiente dos processos e garantir a abrangência de acidentes, ocorridos dentro da unidade operacional, nos escopos das inspeções dos equipamentos estáticos, quando pertinentes. Para alcançar esse objetivo, as etapas do modelo foram suportadas pela aplicação do MASP (Metodologia de Análise e Solução de Problemas) como método de melhoria da qualidade, do método de análise multicritério *The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) para a priorização dos processos pertencentes à gerência de inspeção de equipamentos estáticos e da notação BPMN (*Business Process Model and Notation*) com o intuito de modelar os processos. O modelo proposto foi aplicado no processo mais crítico sob ótica dos critérios estabelecidos pela gerência do estudo. Os principais resultados obtidos foram a atenuação dos impactos negativos para o atingimento dos objetivos estabelecidos, com avaliação da eficiência dos indicadores, o processo prioritário com riscos mapeados, identificação de ações de controle, medidas de tratamento eficientes e elaboração de plano de ações que permitem mitigar os riscos e não conformidades apurados na aplicação do modelo, além de possibilitar a melhoria contínua nos processos, tornando a gerência em estudo mais confiável, eficaz, ética e transparente perante os colaboradores e clientes.

Palavras-chave: *Melhoria Contínua. MASP. Inspeção de Equipamentos. Indústria de Petróleo. TOPSIS.*

ABSTRACT

The inspection of static equipment is a fundamental process in the chemical and petrochemical industry, to ensure and verify the integrity of its systems and equipment. In the oil sector, this process becomes crucial in the face of so many incidents and / or accidents involving equipment such as pressure vessels, piping, tanks, among other static equipment. The present work aims to propose a continuous improvement model for the processes in the Static Equipment Engineering sector of a Petroleum industry, Petrobras, in order to make it robust, effective, with efficient risk management of the processes and to guarantee the coverage of accidents that occurred in the operational unit, within the scope of static equipment inspections, when relevant. To achieve this objective, the steps of the model were supported by the application of QC Story as a method of quality improvement, the multicriteria analysis method The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) for prioritizing the processes belonging to the management of static equipment inspection and BPMN (Business Process Model and Notation) notation in order to model the processes. The proposed model was applied in the most critical process under the criteria established by the study management. The main results obtained were the mitigation of the negative impacts for the achievement of the established objectives, with the evaluation of performance indicators, the priority process with mapped risks, identification of control actions, efficient treatment measures and the elaboration of an action plan that allows to mitigate the risks and non-conformities found in the application of the model, in addition to enabling continuous improvement in processes, making management under study more reliable, effective, ethical and transparent to employees and customers.

Keywords: *Continuous Improvement. QC Story. Equipment Inspection. Oil Industry. TOPSIS.*

“A persistência é o menor caminho do êxito”.

(Charles Chaplin)

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADV	<i>Automatic Deluge Valve</i>
AHP	Analytic Hierarchy Process
ANP	Agência Nacional de Petróleo
ARM	Armazenagem
ASME	Associação Norte-Americana de Engenheiros Mecânicos
BDV	<i>Blowdown Valve</i>
BINA	Base de Integrada de Automação
BOED	Barril de Óleo Equivalente por Dia
BPM	<i>Business Process Management</i>
BPMN	<i>Business Process Model and Notation</i>
BPMS	<i>Business Process Management Suite</i>
CCQ	Círculos de Controle da Qualidade
C&M	Construção e Montagem
CGU	Controladoria Geral da União
COSO	<i>Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission</i>
CENPES	Centro de Pesquisas Leopoldo Américo Miguez de Mello
CPA	Controle do Plano de Ação
DU	Decisão de Utilização
EEE	Engenharia de Equipamentos Estáticos
END	Ensaio Não Destrutivo
E&P	<i>Exploration & Production</i>
FPSO	<i>Floating Production Storage and Offloading</i>
GD	Gerenciamento de Desempenho
GI	Grau de Importância
GID	Gestão Integrada de Demandas
GIN	Grau de Influência
HH	Homem Hora
IBP	Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás
ICPN SO	Índice de Cumprimento do Plano de Notas de Válvulas
IERI	Índice de Equipamento sem Recomendação de Inspeção

IFV SO	Índice de Falha em Válvula
INIP	Instituto Nacional de Propriedade Intelectual
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ISI	<i>Institute for Scientific Information</i>
ITM	Índice de Teste de Manutenção
ITR	Índice de Teste de Recepção
JUSE	<i>Japanese Union of Scientists and Engineers</i>
KOC	<i>Kuwait Oil Company</i>
MASP	Método de Análise e Solução de Problemas
NIS	<i>Negative Ideal Solution</i>
NR-13	Norma Regulamentadora de Número 13
PATEC	Parecer Técnico
PCA	Plano de Controle de Ação
PCM	Projeto, Construção e Montagem
PIB	Produto Interno Bruto
PIPCM	Planejador Integrado de Projeto, Construção e Montagem
PH	Profissional Habilitado
PIS	<i>Positive Ideal Solution</i>
PRF	Polímero Revestido de Fibra
PRFV	Plástico Reforçado em Vibra de Vidro
PT	Permissão de Trabalho
PSV	Pressure Safety and Relief Valve
RBI	Inspeção Baseada em Riscos
REDUC	Refinaria de Duque de Caixas
ROV	<i>Remotely Operated Underwater Vehicle</i>
RPBC	Refinaria Presidente Bernardes de Cubatão
RTA	Registro e Tratamento de Anomalias
RTI	Recomendação Técnica de Inspeção
SDV	<i>Shutdown Valve</i>
SIRH	Sistema Integrado de Recursos Humanos
SMS	Saúde, Segurança e Meio Ambiente
SPC	Sistema de Proteção Catódica
SPIE	Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos
SST	Solicitação de Serviço Técnico

TOPSIS	<i>The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution</i>
UN-BC	Unidade de Negócios da Bacia de Campos
UO-BC	Unidade de Operações da Bacia de Campos
ZI	Nota de Solicitação de Inspeção
ZR	Nota de Recomendação de Inspeção

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: PSV convencional e seus principais componentes. Fonte: Tradução livre do API STANDARD 520 (2008).	12
Figura 2: Fluxo de atividade do processo de monitoramento da corrosão. Fonte: Adaptado de Petrobras (2017)	15
Figura 3: Ciclo de vida BPM. Fonte: Adaptado do BPM CBOK (2014).	23
Figura 4: Distâncias euclidianas das soluções ideais negativa e positiva num plano bidimensional. Tradução Livre. (HWANG; YOON, 1981).	26
Figura 5: Ciclo PDCA. Fonte: Adaptado de Carvalho e Padalini (2012).	32
Figura 6: Etapas do MASP com interligação do ciclo PDCA. Fonte Campos (1999). ..	34
Figura 7: Descrição das etapas do MASP. Fonte Campos (2004).	34
Figura 8: Estrutura do 5W2H (4Q1POC). Fonte: Ferreira (2016).	38
Figura 9: Cubo de relação dos objetivos e componentes de uma organização. Fonte: COSO (2007).	40
Figura 10: Palavras-chave e termos correspondentes utilizados nas buscas das bases de dados. Fonte: Própria (2019).	45
Figura 11: Diagramas de Veen com os resultados da pesquisa nas bases de dados do Scopus® e WoS® respectivamente. Fonte: Própria (2019).	47
Figura 12: Causas Raízes de Incidentes no KOC. Fonte: Tradução livre de Rezaei e Abbas (2013).	49
Figura 13: Processo de gerenciamento da integridade no ExxonMobil Production Company. Fonte: Tradução livre de Killian e Lee (2009).	51
Figura 14: Mapa de Calor segundo classificação de Pereira e Bergamaschi (2018).	67
Figura 15: Representação da <i>Bow Tie</i> . Fonte: ABNT (2011).	69
Figura 16: Diagrama de <i>Ishikawa (causa e efeito)</i> . Fonte: Pereira e Bergamaschi (2018)	73
Figura 17: Fluxograma de abrangência de acidentes. Fonte: Própria (2019).	74
Figura 18: Representação do 5W2H. Fonte: Própria (2019).	76
Figura 19: Protótipo do modelo desenvolvido baseado no MASP para melhoria contínua de processos de inspeção de equipamentos estáticos. Fonte: Própria (2019).	79
Figura 20: Modelagem do Processo Gerir Inspeção de Equipamentos, Etapa Planejar. Fonte: Própria (2020).	88

Figura 21: Modelagem do Processo Gerir Inspeção de Equipamentos, Etapa Executar. Fonte: Própria (2020).	89
Figura 22: Modelagem do Processo Gerir Inspeção de Equipamentos, Etapa Verificar. Fonte: Própria (2020).	90
Figura 23: Aplicação da <i>bow tie</i> para levantamento dos controles existentes. Fonte: Própria (2020).	95
Figura 24: Aplicação da <i>bow tie</i> para levantamento das consequências e barreiras para mitigação. Fonte: Própria (2020).	96
Figura 25: Análise completa do risco pela <i>bow tie</i> . Fonte: Própria (2020).	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Principais habilidades associadas as normas comportamentais do processo de melhoria contínua dentro de uma organização.....	28
Quadro 2: Estágios de evolução do processo de Melhora Contínua.....	31
Quadro 3: Relação do MASP com as Ferramentas da Qualidade.	35
Quadro 4: Ferramentas e técnicas utilizadas para o processo de avaliação de riscos.....	43
Quadro 5: Tesouros para pesquisa em base de conhecimento.....	46
Quadro 6: Tesouros de busca nas bases de dados.....	47
Quadro 7: Categoria dos riscos.....	65
Quadro 8: Opções de tratamento dos riscos estabelecidos.....	71
Quadro 9: Identificação dos Processos.	80
Quadro 10: Relação entre os processos, objetivos e indicadores.	81
Quadro 11: Riscos identificados para o processo de inspeção de equipamentos.	92
Quadro 12: Classificação dos riscos inerentes ao processo.	93
Quadro 13: Plano de ações com a utilização da ferramenta 5W2H.....	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Métodos Multicritério à Decisão.....	27
Tabela 2: Trabalhos Relacionados da Busca de Dados.....	48
Tabela 3: Níveis dos Riscos Conforme Pontuação de Probabilidade x Impacto.	68
Tabela 4: Classificação dos Controles Existentes.	70
Tabela 5: Grau de Importância (GI).....	84
Tabela 6: Grau de Influência (GIN).....	84
Tabela 7: Matriz de Decisão D.	85
Tabela 8: Matriz de Decisão D Normalizada.	85
Tabela 9: Soluções Ideais PIS e NIS.....	85
Tabela 10: Distância Entre os Elementos da Matriz de Decisão.....	86
Tabela 11: Resultado do CCI.....	86
Tabela 12: Avaliação dos controles existentes.....	95

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Contextualização.....	1
1.2	Objetivo Geral	4
1.3	Objetivos Específicos.....	4
1.4	Justificativa.....	4
1.5	Estrutura do Trabalho	5
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1	Base Conceitual	7
2.1.1	Descrição do Setor de Engenharia de Equipamentos Estáticos	7
2.1.2	Modelagem de Processo com BPMN (<i>Business Process Model and Notation</i>)	22
2.1.3	Métodos de Análise Multicritério de Apoio à Decisão e TOPSIS (<i>The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution</i>).....	24
2.1.4	Melhoria Contínua nas Organizações	27
2.1.5	Gestão de Riscos.....	39
2.2	Estado da Arte	44
2.2.1	Análise Bibliométrica	44
2.2.2	Trabalhos Relacionados	48
3	METODOLOGIA.....	53
3.1	Classificação da Pesquisa.....	53
3.2	Etapas da Pesquisa.....	54
3.2.1	Revisão Bibliográfica.....	54
3.2.2	Elaboração do Modelo	55
3.2.3	Aplicação do Modelo.....	55
4	MODELO PROPOSTO	57
4.1	Identificação dos Processos Organizacionais.....	57
4.2	Definições dos Objetivos e Indicadores dos Processos	57
4.3	Priorização dos Processos	58
4.4	Mapeamento e Modelagem do Processo Prioritário.....	62
4.5	Avaliação dos Indicadores do Processo	64
4.6	Identificação dos Riscos Inerentes.....	65
4.7	Classificação dos Riscos	66

4.8	Análise dos Controles Existentes	68
4.9	Identificação dos Riscos Residuais.....	69
4.10	Abrangência de Acidentes Ocorridos na Organização aos Processos da Gerência.....	72
4.11	Plano de Ações	75
4.12	Realização do Plano de Ações.....	76
4.13	Verificação do Plano de Ações.....	76
4.14	Padronização das Ações	77
4.15	Avaliação das Ações de Controle e Melhorias.....	77
5	EMPREGO DO MODELO	80
5.1	Identificação dos Processos.....	80
5.2	Definições dos Objetivos dos Processos	81
5.3	Priorização dos Processos	82
5.3.1	Missão, Visão e Objetivo da Gerência.....	83
5.3.2	Estabelecimento de Critérios.....	83
5.3.3	Ponderação dos Critérios Estabelecidos	83
5.3.4	Ponderação das Atividades da Gerência em Relação aos Critérios Estabelecidos	84
5.3.5	Matriz de Decisão (Matriz D)	84
5.3.6	Matriz de Decisão Normalizada (Matriz D Normalizada).....	85
5.3.7	Soluções Ideais (PIS e NIS)	85
5.3.8	Distância Entre os Elementos da Matriz de Decisão Normalizada	86
5.3.9	Coeficiente de Aproximação (CCi)	86
5.4	Mapeamento e Modelagem do Processo Prioritário.....	87
5.5	Avaliação dos Indicadores do Processo	91
5.6	Identificação dos Riscos Inerentes.....	92
5.7	Classificação dos Riscos	92
5.8	Análise dos Controles Existentes	93
5.9	Identificação dos Riscos Residuais.....	94
5.10	Abrangência de Acidentes Ocorridos na Organização aos Processos da Gerência.....	97
5.11	Plano de Ações	97
5.12	Realização, Verificação, Padronização do Plano de Ações e Avaliação das Ações de Controle e Melhorias.....	99

6	CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS	100
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102

1 INTRODUÇÃO

Esse capítulo apresenta a contextualização do tema, os objetivos e justificativa da proposta do trabalho desenvolvido.

1.1 Contextualização

O petróleo é um combustível fóssil que apresenta muitas utilidades e aplicações, tanto em indústrias automobilísticas, como nos setores de cosméticos, plásticos e calçados. Ele representa um grande potencial energético, pois a produção de energia global é baseada nesse combustível. No Brasil e no mundo, ele é constituinte de grande parte da economia. A partir de 2008, com início da produção do pré-sal, houve um aumento do PIB (produto interno bruto) do Brasil e evolução econômica, passando de produtor autossuficiente para produtor exportador (MARTINS et al., 2015).

A exploração e produção de petróleo e gás natural são as atividades centrais da Petrobras. Hoje a exploração chegou até as águas ultraprofundas que é denominada área do pré-sal. A maior parte das reservas de petróleo, estão em campos marítimos. Espera-se alcançar uma produção total de óleo e gás (Brasil e internacional) de 3,41 milhões de boed¹ em 2021. Até 2022, está planejado investir 60,3 bilhões de dólares em na exploração e produção de petróleo e gás natural (PETROBRAS, 2019).

Dentre os diversos processos que a exploração, produção e refino de petróleo necessitam, está a inspeção de equipamentos estáticos. Esse processo é responsável pela antecipação dos fatos geradores de danos a integridade dos equipamentos que podem resultar em falhas e/ou deterioração deles, podendo ocasionar desde acidentes de pequenas proporções, até acidentes de grande porte. As consequências desses acidentes geram paradas de produção, altos custos para retorno da planta, além de danos as pessoas e ao meio ambiente, trazendo uma imagem negativa da empresa perante os seus empregados, os acionistas, o governo e a sociedade como um todo, perdendo inclusive valor de mercado. Uma inspeção eficaz aumenta confiabilidade e segurança dos processos industriais.

Segundo Chainho (2013), a inspeção de equipamentos surgiu no final do século XIX para início do século XX, em decorrência de uma série de explosões em caldeiras,

¹ Número equivalente de quantidade de barris de petróleo bruto produzido em um dia.

cerca de 250/ano. Nessa época, conforme a ASME (Associação Norte-Americana de Engenheiros Mecânicos), as consequências dessas explosões provocaram a morte de 50 mil pessoas aproximadamente e ferimento em outras 2 milhões anualmente. Nesse período foi evidenciada a necessidade de regulamentar o projeto e fabricação de equipamentos pressurizados e capacitar o corpo técnico para controlar a qualidade e deterioração dos equipamentos.

No Brasil, a explosão da Refinaria Presidente Bernardes de Cubatão (RPBC), em 1958, que foi ocasionado pela especificação errada de material em uma tubulação de 6", resultou na explosão da mesma, trazendo como consequência além do prejuízo financeiro, a morte de 3 pessoas e a fragilização da sobrevivência da Petrobras, então com pouco mais de 4 anos de existência. A partir desse momento, o papel da inspeção de equipamentos passou a ser melhor compreendida e recursos necessários para uma atuação mais efetiva foram disponibilizados. Esses acontecimentos marcaram Cubatão, como manjedoura para o nascimento da inspeção de equipamentos no setor industrial brasileiro (PROEND, 2013).

Nos dias atuais, apesar de ocorrerem em números menores, porém ainda com consequências trágicas, os acidentes continuam acontecendo, mesmo com uma série de normas e regulamentos que regem não somente a atividade de inspeção de equipamentos, mas todas as outras atividades envolvidas no processo de produção de petróleo e gás natural.

Conforme relatado pela ANP (2016), o acidente ocorrido na REDUC (Refinaria de Duque de Caixas) em 2016, que levou a queda de um técnico de operação no interior de um tanque, vindo a óbito, teve como causa intermediária n°1 a ausência de evidência de análise de risco de acesso ao teto na matriz de risco gerada pela mesma nota de recomendação de inspeção (ZR), deveria ter sido emitida uma medida de contingência para impossibilitar o acesso ao teto do tanque que se encontrava com a espessura abaixo das mínimas requeridas. A nota foi criada em 2014, tendo como prazo máximo de 360 dias para execução e na data da ocorrência do acidente, janeiro de 2016 ainda não havia sido atendida, pois havia um entendimento errôneo entre a equipe de inspeção e manutenção.

O acidente ocorrido no FPSO (*Floating Production Storage and Offloading*), Cidade de São Mateus, foi ocasionado durante uma tentativa de drenagem de resíduo líquido do tanque de carga central, com uma bomba de *stripping*, ocorrendo vazamento

dentro da casa de bombas, que é um ambiente fechado, o que gerou uma explosão resultando em nove mortes e vinte e seis feridos. Uma das evidências encontradas que resultou no acidente, foi à utilização de uma raquete que estava instalada não atendida as especificações e à classe de pressão da tubulação onde foi utilizada (ANP, 2015).

Além dos acidentes relatados acima, outros muitos acidentes e incidentes ocorrem, muitas vezes com impactos e consequências menores, porém não sem importância para iminência de algo maior e gerando insegurança entre os trabalhadores e gastos altos para eliminação do problema. O setor de óleo e gás é bastante delicado quando se trata de segurança operacional e requer uma série de cuidados, pois se trabalha com altas pressões e muitas vezes os ambientes são degradantes para os equipamentos. É necessário um acompanhamento assíduo para garantir a integridade de uma planta de exploração, produção e refino de petróleo.

Um dos fatores da rentabilidade de uma empresa está na sua capacidade de responder rapidamente aos riscos a quais está associada, sendo necessário um conhecimento aprofundado sobre eles. Devido às mudanças constantes nas cadeias produtivas, a tomada de decisão tem ficado cada vez mais restrita e necessitando de um tempo de resposta mais veloz dos tomadores de decisão. A gestão de riscos inclui identificação, análise, avaliação de riscos, mitigação e monitoramento. As organizações devem ser capazes de responder rapidamente a eventos de risco externos e internos e manter seus negócios eficientes e dinâmicos (AQLAN; MUSTAFA ALI, 2014). Uma gestão eficiente de riscos reduz e/ou elimina os resultados trazidos pela concretização dos riscos associados às atividades.

Diante desse contexto, esse trabalho busca propor um modelo de melhoria contínua para os processos no setor de inspeção de equipamentos, tornando os mesmos robustos, eficazes e garantindo que sejam incorporados nos padrões da gerência procedimentos para evitar acidentes que já ocorreram que se relacionem com inspeção de equipamentos estáticos. Os processos devem ser mapeados e priorizados, os riscos inerentes delineados, desenvolvido procedimentos eficazes de controle e implementação da análise e tratamento dos riscos levantados, utilizando como base o MASP (Metodologia de Análise e Solução de Problemas).

1.2 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral propor um modelo de melhoria contínua baseado no MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) para os processos industriais de inspeção de equipamentos do setor de Petróleo de forma a agregar valor a empresa.

1.3 Objetivos Específicos

Para o alcance do objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar o levantamento e investigação das características específicas dos processos;
- Priorizar os processos com a utilização de uma metodologia de análise multicritério;
- Avaliar se o processo está sendo medido de forma a atender aos objetivos definidos;
- Realizar gestão de riscos no processo;
- Propor ações de bloqueio das causas fundamentais dos problemas decorrentes dos riscos residuais do processo e falhas na abrangência² de acidentes;
- Identificar pontos de melhorias dentro da gerência;
- Propor forma de padronização das ações estabelecidas.

1.4 Justificativa

A maioria dos acidentes que ocorrem em plantas de produção é decorrente de um somatório de fatores que se desenvolvem por problemas de gestão da segurança operacional, onde são identificadas falhas na gestão de riscos, mudanças, procedimentos operacionais, treinamento de pessoal e integridade mecânica de equipamentos (ANP, 2016). Os relatos dos acidentes ocorridos em 2015 e 2016 evidenciam que uma boa gestão na inspeção de equipamentos estáticos poderia minimizar ou mesmo evitar, ainda que outras falhas ocorressem de forma simultânea, os acidentes nas plantas industriais de exploração, produção e refino do petróleo.

² Nesse estudo, abrangência está sendo utilizada com o sentido de amplo domínio sobre os acidentes ocorridos em relação aos métodos relacionados a atividade do processo que podem auxiliar na prevenção.

Ao se falar em inspeção de equipamentos, o primeiro pensamento que vem a mente é o desenvolvimento de novas técnicas que possibilitem uma inspeção com mais eficiência ou que alcance regiões que antes pareciam impossíveis sem uma parada do equipamento. Essas técnicas são sim de suma importância para o avanço da avaliação de integridade, porém sem uma gestão eficiente, torna-se deficitária.

Na literatura são encontrados inúmeros trabalhos que citam modelos de gestão para manutenção, porém específico para a gestão de inspeção de equipamentos, não foi encontrado nenhum trabalho. Cabe ressaltar, que a inspeção de equipamentos, é algo que antecede a manutenção, pois são nos processos de inspeção que são identificados e relatados, e algumas vezes corrigidas as não conformidades que impactam a integridade dos componentes avaliados.

Esse estudo irá possibilitar que a gerência de engenharia de equipamentos estáticos tenha uma maior capacidade de atingimento dos seus objetivos, com a identificação antecipada de eventos em potencial, que se materializada podem afetá-la de forma negativa, melhorando seus indicadores e garantindo uma maior robustez em seus processos, trazendo uma maior confiabilidade por parte dos seus *stakeholders*. O MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) será utilizado para melhoria contínua em um setor, e não somente para resolver um problema pontual, por consequência, se obtém um modelo capaz de maximizar os resultados dos processos dentro de uma organização.

É a principal atribuição dos gestores a aplicação de modelos para melhoria dos processos sob sua responsabilidade, pois fornecem elementos para identificar a importância, a prioridade e as restrições que influenciam em suas tomadas de decisões.

1.5 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está organizado em quatro capítulos além do introdutório apresentando. Os capítulos estão descritos abaixo:

No Capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica sobre os temas relacionados com o objetivo esse estudo: Gerência de Engenharia de Equipamentos Estáticos: descrição dos processos desenvolvidos dentro do setor, Modelagem de Processos com BPMN, Método de Análise Multicritério TOPSIS, Métodos de Melhoria Contínua, Gestão de Riscos e Trabalhos Relacionados.

Em seguida no Capítulo 3, encontram-se os procedimentos metodológicos aplicados nesse trabalho: Classificação da Pesquisa e as Etapas da Pesquisa, que incluem Análise Bibliométrica, Revisão Bibliográfica, Elaboração do Modelo e Aplicação do Modelo.

No Capítulo 4, são relatadas as etapas que constituem o modelo proposto, seus conceitos e aplicabilidades.

O Capítulo 5 apresenta as etapas da aplicação do modelo na gerência em estudo, assim como seus resultados e conclusões.

Por fim, no capítulo 6 são apresentadas as considerações finais e propostas para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esse capítulo apresenta a fundamentação teórica, realizada por meio de pesquisa bibliográfica, para a construção da abordagem proposta. Desse modo, as seções foram divididas em duas partes: Base Conceitual e Trabalhos Relacionados.

2.1 Base Conceitual

Essa seção inicial apresenta a descrição detalhada das atividades realizadas dentro desse setor. Nessa seção, são apresentados também os conceitos relacionados a BPMN (*Business Process Model and Notation*), TOPSIS (*The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*), Métodos de Melhoria Contínua, Ferramentas da Qualidade e Gestão de Riscos.

2.1.1 Descrição do Setor de Engenharia de Equipamentos Estáticos

A inspeção de equipamentos surgiu no final do século XIX para início do século XX, nessa época os países como França, Alemanha, Itália, Bélgica, Japão e Estados Unidos, estavam uma fase de grande prosperidade. Devido ao grande crescimento econômico, a demanda por produtos químicos, principalmente os derivados de petróleo fizeram com que os equipamentos fossem expostos a condições cada vez mais severas para aumentarem a produtividade. Como as tecnologias aplicadas à fabricação dos materiais constituintes desses equipamentos, em especial caldeiras, não acompanharam o processo em um curto período de tempo, diversos acidentes ocorriam (CHAINHO, 2013).

Nesse período, ocorreu então uma série de explosões em caldeiras, cerca de 250/ano, servindo de luz para o surgimento da inspeção de equipamentos. Nessa época, conforme a ASME (Associação Norte-Americana de Engenheiros Mecânicos), a consequência dessas explosões provocou a morte de 50 mil pessoas aproximadamente e ferimento em outras 2 milhões anualmente. Nesse período, foi evidenciada a necessidade de regulamentar o projeto e fabricação de equipamentos pressurizados e capacitar o corpo técnico para controlar a qualidade e deterioração dos equipamentos.

O setor de inspeção de equipamentos é responsável por garantir que os equipamentos estáticos nas unidades *offshore* da bacia de Campos estejam íntegros e seguros para a operação. Segundo Soldate (2006) equipamentos estáticos de processo

são aqueles que não apresentam movimento relativo entre as partes que o compõe e entre essas e a estrutura que o suporta. Os exemplos mais comuns são: vasos de pressão, trocadores de calor, reatores de processo, caldeiras, fornos, tubulações e tanques. Tendo como principais funções contenção, acúmulo e condução de produto, assim como servem de resistência para possibilitar reações químicas e físicas.

Esse setor dentro da Petrobras faz parte do E&P (*Exploration & Production*) e como estrutura organizacional está na UO-BC (Unidade de Operações da Bacia de Campos), atualmente identificado pela sigla EEE (Engenharia de Equipamentos Estáticos) é composto de diversos processos, conforme exemplificado a seguir.

A inspeção de fabricação e materiais não-metálicos, quando algum equipamento acaba de ser fabricado, antes de chegar as plataformas de produção, é realizado uma inspeção de integridade do mesmo. São também escopos desse setor, a inspeção, manutenção e calibração de PSVs (*Pressure Safety and Relief Valve*), em português, Válvula de Segurança e Alívio de Pressão, monitoramento da corrosão, integridade das válvulas SDV (*Shutdown³ Valve*), BDV (*Blowdown⁴ Valve*) e ADV (*Automatic Deluge Valve*) em português, Válvula de Dilúvio Automática, inspeção externa e interna de equipamento como permutadores, fornos, caldeiras, tubulações de processos e vasos de pressão, que tem seus planos periódicos ou podem ser realizados de forma extraordinária caso necessário.

A pintura e revestimentos cerâmicos também é uma parte avaliada pelos engenheiros desse setor, garantindo sempre que estejam dentro das normas aplicáveis e sendo utilizadas aquelas com tecnologias mais avançadas. Existente também uma célula de ensaios não-destrutivos, permitindo que sejam realizados, quando aplicável, ensaios que complementam ou definem os laudos das inspeções.

Esse setor possui o SPIE (Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos), que é regularizado e certificado pelo Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP), em conformidade com a NR-13 (Norma Regulamentadora de número 13 para Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulações). Devido ao fato da empresa possuir SPIE, há um aumento dos prazos de inspeção dos equipamentos regidos por essa lei, além de garantia de uma maior qualidade e segurança das suas inspeções, tendo como consequência além de uma melhoria no tempo de parada dos equipamentos, diminuindo a perda de

³ Na indústria de petróleo é utilizado com o sentido de desligamento.

⁴ Na indústria de petróleo é utilizado com o sentido de despressurização.

produção, uma maior segurança para as pessoas. Todos os procedimentos que regem as atividades de inspeção devem estar rigorosamente de acordo com essa lei e sempre serem atualizados na situação de novas revisões dela. Para manutenção do SPIE a gerência passa por auditoria anual, liderada pelo IBP, onde são verificadas uma gama de requisitos regulamentados pelo Ministério do Trabalho e Inmetro.

O Sistema Petrobras representa 52% das empresas que são certificadas pelo IBP, sendo 8 dessas unidades representadas pelo E&P. Dentre as vantagens de obtenção da certificação, destaca-se as seguintes: 1) Estender os prazos de inspeções das caldeiras e vasos de pressão; 2) possibilitar ampliação da campanha operacional de unidades de processos; 3) redução do número de intervenções de inspeção, com consequente redução dos custos de inspeção e da manutenção; 4) maior segurança operacional decorrente de inspeções mais eficientes, executadas por pessoal próprio altamente capacitado e com conhecimento e experiência nas unidades de processo que irão controlar; 5) melhora a imagem da organização/empresa junto à sociedade e ao mercado (IBP, 2019).

A Petrobras possui essa certificação desde 1999 e conforme relatado acima, as organizações que possuem SPIE, como é o caso desta empresa, tem seus prazos de inspeção aumentados, com um intervalo de tempo maior, podendo os equipamentos operarem por mais tempo, reduzindo a perda de produto produzido (MTE, 2018).

Para a manutenção dessa importante certificação para a empresa, ela tem que cumprir 62 requisitos que são regulamentados pelo Ministério do Trabalho e Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial). Dentre as características que o SPIE deve possuir, destacam-se: 1) possuir quadro de pessoal próprio, com escolaridade, formação e treinamento, compatíveis com suas atribuições, bem como qualificação e certificação para atender as exigências legais e normativas, quando for o caso. Possuir pelo menos um Profissional Habilitado (PH), com dedicação exclusiva, que poderá, ou não, exercer a função de responsável; 2) implementar um programa de inspeção, em conformidade com as exigências legais e normativas, com o objetivo de garantir que os equipamentos se mantenham em condições físicas seguras para operação; 3) desvio somente de 0,5% na programação de inspeção interna ou externa para vasos de pressão categorizados na NR-13 e dispositivos de segurança e alívio 4) não é tolerável desvio na programação de inspeção externa ou interna para caldeiras e seus dispositivos de segurança, tubulações externas ao estabelecimento e

duto. As auditorias ocorrem pelo IBP anualmente, aonde são verificados todos os requisitos (IBP, 2019).

A gerência tem como meta o atingimento de 99,5% de realização, dentro dos prazos, das inspeções de campo, somando as calibrações e manutenções das PSVs. Caso fiquem três meses fora dessa meta, é aberta uma RTA (Registro e Tratamento de Anomalias). Vários fatores podem contribuir para não realização das inspeções, como por exemplo, não liberação por parte da operação para inspeções internas, não envio de válvulas dentro dos prazos estabelecidos por falta de reservas, falta de material para abertura de equipamentos, entre outros. Cabe ressaltar que o setor *offshore* é um ambiente aonde os recursos de materiais e mão de obras são reduzidos, devido ao limite de pessoas por embarcação e prazo longo para obtenção de materiais, que vai desde o planejamento de compra até sua chegada a bordo.

2.1.1.1 Inspeção dos Equipamentos Estáticos

Essa célula é responsável pelas inspeções internas, externas e extraordinárias dos equipamentos estáticos, que englobam também as PSVs, estas serão apresentadas na próxima seção. A maioria dos equipamentos estáticos inspecionados são regidos pela NR-13, como caldeiras, vasos de pressão, permutadores de calor, tratadores eletrostáticos, separadores bifásicos ou trifásicos, tubulações de processos, entre outros. Porém, também são abrangidos os tanques atmosféricos e baleeiras (equipamento de salvação em caso de abandono da unidade).

As inspeções são oriundas de duas demandas diferentes, a primeira é por meio dos planos periódicos de calibração e a segunda por inspeções extraordinárias solicitadas. Cada equipamento possui um plano de inspeção individual cadastrado no sistema utilizado pela organização, SAP R3, que é sinalizado no sistema com no mínimo três meses antes do seu vencimento. De posse de um planejamento anual, a equipe de supervisão planeja a carteiras dos técnicos para realização das inspeções.

Os equipamentos que são NR-13 seguem a periodicidade das inspeções estabelecidas por essa norma, salvo em casos excepcionais em que os prazos são reduzidos em função de alguma anomalia identificada que possa comprometer o equipamento e/ou a segurança do processo e das pessoas. As inspeções externas são realizadas somente na parte exterior do equipamento, e a interna a equipe de inspeção pode adentrar o equipamento ou substituir por algum ensaio não destrutivo em caso de

impossibilidade de acesso interno. Como resultado da inspeção obtém um relatório emitido no SAP e recomendações para reparos ou substituições de componentes caso seja necessário. A inspeção tem a responsabilidade de emitir um laudo afirmando se o equipamento possui ou não condições de operar até a próxima inspeção periódica. Para os equipamentos NR-13 tem-se a obrigação de registro no Livro de Registro de Segurança de qualquer inspeção realizada no equipamento ou intervenção nos mesmos.

A gerência controla diversos de equipamentos na ordem de milhar, sendo dois dos seus indicadores o ICPI (Índice de Cumprimento do Plano de Inspeção) que possui como meta 99,5% e pelo DU (Decisão de Utilização). Ou seja, após a emissão do relatório pelo técnico de inspeção, o PH (Profissional Habilitado) possui 60 dias para aprovação ou reprovação. Esses indicadores são somados com o ICPC (Índice de Cumprimento do Plano de Calibração) e DU PSV para se obter o indicador do SPIE.

2.1.1.2 Calibração de PSVs (*Pressure Safety and Relief Valve*)

Para que os processos *offshore* atuem de forma segura, existem várias camadas de proteção que oferecem a cobertura para que isso ocorra. A primeira camada trata-se do projeto do processo, fazendo com que os fluidos que estão dentro dos equipamentos sejam contidos de forma que não entrem em contato com a atmosfera. A segunda camada de proteção refere-se ao monitoramento da planta, com alarmes sonoros e visuais, da sala de controle e no físico, e a supervisão realizada pelos operadores da planta de processo. As PSVs (*Pressure Safety and Relief Valve*), Válvulas de Segurança e Alívio de Pressão, funcionam como a terceira camada de proteção, fazendo parte dos sistemas preventivos, as quais também fazem parte os sistemas instrumentados preventivos de segurança e controle, a ação dos operadores após a identificação de alarmes e os também dispositivos de proteção mecânica disco e pino de ruptura. A quarta camada é representada pelos sistemas instrumentados de segurança, mitigadores/controle e pela supervisão dos operadores. A penúltima camada de proteção é a evacuação da planta de processo, sendo a última camada de proteção representada pelo plano de resposta à emergência que envolve ação para proteção das comunidades próximas a planta de processo IEC (2003) apud Ugulino (2015).

A norma regulamentadora de número 13 (NR-13), estabelecida pelo Ministério de Trabalho em 8 de junho de 1978, relata sobre Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulação, a sua última revisão foi em 18 de dezembro de 2018. Ela relata sobre os

critérios e exigências de inspeção nos equipamentos acima mencionados. E uma das exigências para esses equipamentos, que são pressurizados, é possuírem válvula de segurança, que em caso de sobrepressão acima da PMTA (Pressão Máxima de Trabalho Admissível), a mesma possa garantir a segurança aliviando a pressão extra e vedando assim que atingir a pressão estipulada durante a calibração. É estabelecido o prazo máximo das inspeções e calibrações para essas válvulas.

PSVs são dispositivos automáticos que são acionados por uma mola, que possui uma pressão pré-determinada de abertura para alívio da pressão, cuja capacidade de alívio de uma determinada quantidade de fluxo (caudal) é assegurada, essa quantidade é capaz de reduzir a pressão do sistema a um nível seguro. A válvula é conectada diretamente no equipamento, sem que haja algum bloqueio entre eles, sendo sobrecarregada com a mesma pressão deste. Enquanto o equipamento trabalha com uma pressão menor do que a estabelecida na mola, essa se mantém fechada, pois ela é ajustada para exercer uma força superior a ação da pressão do fluido contra o obturador (MACHADO, 2014). A Figura 1 mostra a estrutura de uma PSV convencional, sendo sinalizados seus principais componentes.

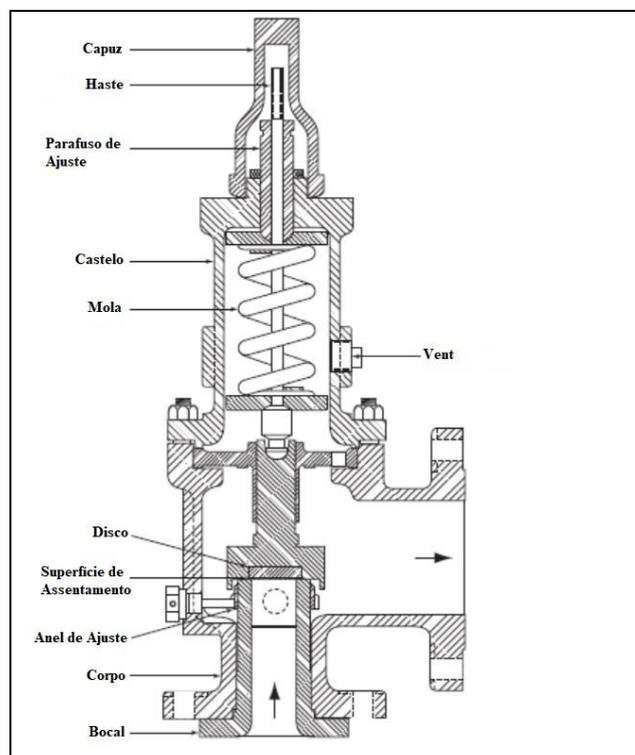


Figura 1: PSV convencional e seus principais componentes. Fonte: Tradução livre do API STANDARD 520 (2008).

Os prazos de intervalo das calibrações das PSVs são definidos conforme padrão interno e não podem ultrapassar as inspeções internas dos equipamentos que elas protegem, conforme os limites estabelecidos na NR-13. O processo de inspeção, manutenção e calibração dessas válvulas são de extrema importância para garantir que quando seja necessário sua atuação, as mesmas respondam de forma satisfatória, não comprometendo a integridade e segurança dos equipamentos e conseqüentemente das pessoas. O processo consiste no recebimento das válvulas das unidades *offshore* da bacia de Campos para inspeção e calibração. Cada válvula possui um número de identificação único dentro do sistema e um TAG (pode ser traduzido como etiqueta e refere-se a nomenclatura do equipamento). A partir deles, é realizado todo controle de vencimento, e status das válvulas, assim como emitidos os relatórios de inspeção e calibração.

Para a manutenção do SPIE, que é importante não somente para aumento dos prazos das calibrações, mas também para segurança e maior confiabilidade da integridade dos equipamentos e pessoas, a gerência deve cumprir uma meta de realização das inspeções e calibrações, estando com o indicador no mínimo de 99,5% no final de cada mês. Esse setor cuida de dezenas de plataformas, tendo um somatório total de milhares PSVs. A atividade possui duas frentes para realização desse serviço, uma *offshore*⁵ e outra *onshore*⁶, possuindo técnicos de inspeção e PH próprios responsáveis pela inspeção e determinação dos prazos de calibração, conforme comportamento durante a calibração e integridade física e uma equipe contrata responsável pela execução da calibração.

2.1.1.3 Monitoramento da Corrosão

No setor petrolífero é muito comum a utilização de aço carbono como matéria prima constituinte dos seus equipamentos, devido as suas propriedades mecânicas. Porém, esse material traz consigo o problema enfrentado por décadas como consequência dessa utilização, que é a corrosão. Conforme corroborado por Terzi e Mainier (2008), o processo corrosivo sem que aja percebimento, acaba fazendo parte do cotidiano

⁵ Refere-se as atividades da indústria de petróleo executadas em alto mar.

⁶ Refere-se as atividades da indústria de petróleo executadas em terra.

profissional diversificado, tendo início no projeto, passando pelas montagens, operação de produção, inspeção e terminando no *end-of-pipe* (efluente industrial).

Os custos devido ao prejuízo ocasionado pela corrosão são enormes e podem ocorrer de forma direta ou indireta. Como exemplo de perdas diretas tem-se:

a) substituição de peças ou equipamentos que sofreram corrosão, incluindo energia e mão de obra;

b) custos com processos de proteção (proteção catódica, revestimentos metálicos e não metálicos, pinturas, entre outros);

c) custos com processos de monitoramento.

Os custos indiretos são mais difíceis de serem mensurados, pois incluem não somente perdas materiais, como acidentes relacionados a vida humana e ao meio ambiente. Como exemplo, pode-se citar (GENTIL, 2007):

a) paralisações acidentais de equipamentos e tubulações, gerando além de custo para retorno, perda de produção;

b) perda de eficiência;

c) acidentes ambientais, como contaminação do ambiente marinho por derramamento de óleo.

Em decorrência do explicitado acima, fica claro a importância do processo de monitoramento da corrosão dentro do setor de inspeção de equipamentos estáticos. Esse processo constitui de gerenciamento de cupom de corrosão, sensores de corrosão, realização do estudo de integridade em projetos, estudo de análise de falha, estudo de seleção de materiais e emissão de parecer técnico de monitoramento e controle da corrosão interna, conforme explicitado na Figura 2.

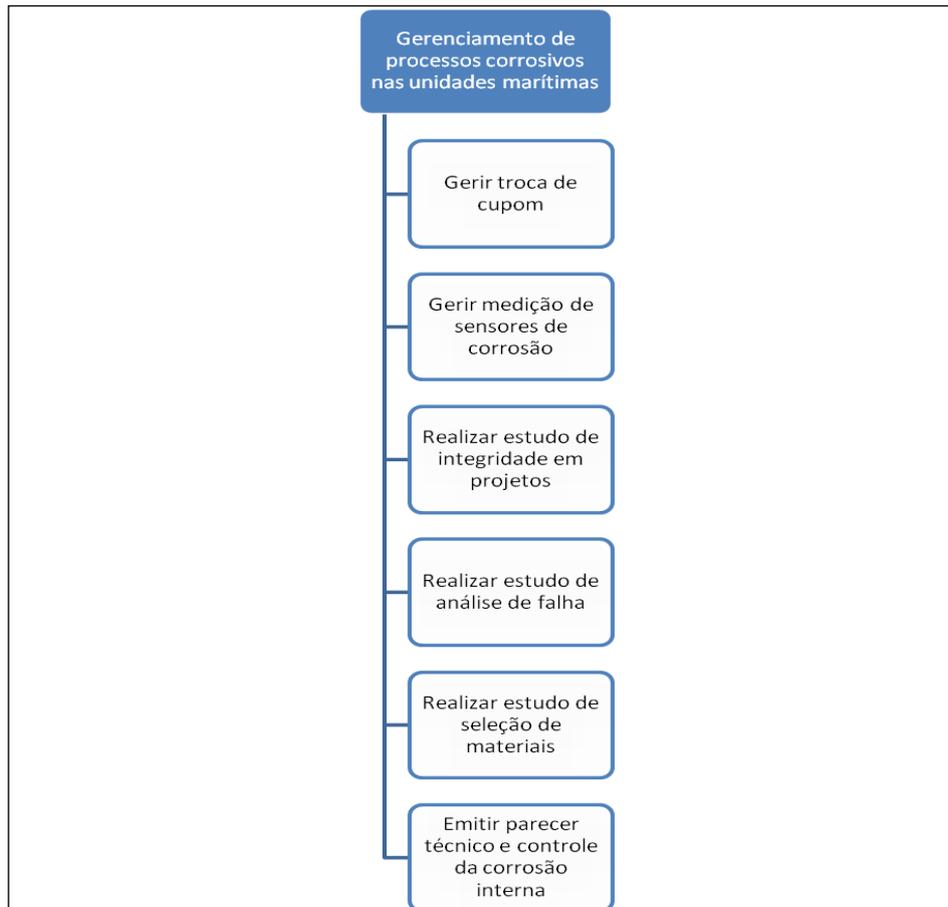


Figura 2: Fluxo de atividade do processo de monitoramento da corrosão. Fonte: Adaptado de Petrobras (2017)

Os cupons de corrosão são corpos de provas metálicos, fabricados em aço carbono, empregado na maioria das vezes os de forma retangular e disco. Eles são instalados em diferentes pontos das tubulações e/ou próximos a equipamentos considerados importantes no processo industrial, com o objetivo de se realizar uma análise visual com documentação fotográfica digital, informações e significados de possíveis depósitos, avaliação da eficiência de inibidores de corrosão para posterior avaliação e recomendação (TERZI; MAINIER, 2008). Nesse subprocesso, está o monitoramento trimestral por plataforma marítima do plano de troca do cupom, encaminhamento da planilha de programação de serviço e alimentação do ICPIcorr (Compreende o percentual de realização das técnicas e análises empregadas na monitoração e controle da corrosão interna previamente definidas para dutos).

O subprocesso de gerenciamento de medição de sensores de corrosão, compreende as etapas de consulta semestralmente de cada plataforma marítima ordens de

manutenção para medição de sensores, verificando a bordo a funcionalidade da estação de monitoramento, coleta de dados de corrosão a fim de gerar gráfico de monitoramento da corrosão.

O subprocesso de realização de estudo de integridade em projetos é responsável pela verificação da pertinência desse estudo, análise da solicitação do estudo de integridade, avaliação da necessidade de apoio técnico e solicitação de abertura do projeto de desenvolvimento, elaboração e encaminhamento do relatório de conclusão.

A análise de falha tem como objetivo a determinação da causa raiz de um problema, ou seja, de uma falha. Geralmente, as falhas ocorrem por diversos fatores que contribuem de forma simultânea, porém é importante a determinação daquele que evitaria que tal falha ocorresse. Esse subprocesso consiste em verificação da pertinência do estudo, análise da solicitação, verificação da disponibilidade do equipamento ou amostra e emissão do lado técnico.

A seleção correta dos materiais a serem utilizados na indústria petrolífera é de extrema importância, tendo em vista que a escolha correta melhora a eficiência do processo e garante a segurança das pessoas, sendo utilizado o material correto para determinado equipamento e/ou tubulação. Esse subprocesso consta de verificação da pertinência do estudo, análise da solicitação e emissão de um laudo conclusivo da seleção de materiais.

O subprocesso de emissão de parecer técnico de monitoramento e controle da corrosão interna consiste em elaboração de relatórios com os resultados encontrados do monitoramento, gerando recomendações caso necessário, para que sejam executadas pelas plataformas marítimas, a fim de garantir a integridade dos equipamentos e/ou tubulações.

2.1.1.4 Inspeção de Fabricação e Materiais Não-Metálicos

A inspeção de fabricação é muito importante para a segurança das operações, pois impede e/ou dificulta que um equipamento chegue para instalação em uma planta de processo com algum defeito que possa comprometer não somente uma operação segura, mas também a segurança dos seus colaboradores. Muitos problemas são identificados logo após a fabricação, possuindo a empresa adquirente o direito de recusa de um material/equipamento defeituoso.

Materiais não-metálicos são os cerâmicos, polímeros, compósitos e suas derivações, possuem diversas aplicações no setor de óleo & gás, como por exemplo, cabos de

ancoragem, dutos flexíveis (que são responsáveis pelo transporte de fluidos do fundo do mar até a plataforma) e tubulações para água oleoso em PRFV (Plástico Reforçado em Vibra de Vidro) que são polímeros e devido ao ambiente agressivo em favor da corrosão se apresentam como ótima opção. O material compósito tem sido utilizado para reparos em tubulações como alternativa a sua substituição, que geraria parada de produção e aquisição de um novo material, com custo mais elevado do que essa alternativa.

A célula da inspeção de fabricação e materiais não-metálicos é composta por engenheiros. É uma atividade que exige sempre atualização constante sobre o desenvolvimento de materiais mais tecnológicos para sua aplicabilidade. São responsáveis pelo acompanhamento e apoio aos projetos em andamento do CENPES (Centro de Pesquisas Leopoldo Américo Miguez de Mello) na área de materiais não-metálicos, pela busca de potenciais aplicações *offshore* para o uso de materiais não-metálicos e viabilizar a contratação quando necessário, assim como atender consultas técnicas sobre esses materiais. A emissão de pareceres técnicos (PATEC's) para processos de materiais em PRFV também é responsabilidade dessa atividade.

O ENGP/EEE possui um painel na rede que apresenta as novas tecnologias ligadas a esse setor que podem ser utilizadas pelas unidades de operação, essa célula é a responsável por sua atualização na rede. São responsáveis também por apoiar a execução das obras de C&M (construção e montagem), no que diz respeito a avaliação da qualidade das obras que envolvem aplicação de materiais em PRF (Polímero Revestido de Fibra), objetivando a melhoria no processo da aplicação desses materiais. Realizam análise de materiais não-metálicos com a utilização do equipamento portátil NIR (infravermelho próximo). Representam o programa Ideias (programa sistematiza novas sugestões para melhoria nos processos, geradas pelos empregados) na UO-BC para o tema Projetos que engloba: descomissionamento, construção e montagem e estoque e alienação. Prestam suporte técnico na contratação de bens e serviços na Área de Materiais Alternativos, na elaboração de especificações técnicas e/ou orçamentos. Analisam tecnicamente a convocação e os relatórios das inspeções de fabricação, diligenciamento e manutenção. Respondem consultas técnicas vinculadas as inspeções de fabricação, diligenciamento e manutenção, e também oriundas do recebimento (inspetores de qualidade do ARM - armazenagem). Fiscalizam tecnicamente o contrato de inspeção de fabricação da UO-BC. Emitem as SSTs (Solicitação de Serviço Técnico) para Finanças para a efetivação das cobranças de reinspeção.

2.1.1.5 Engenharia de Válvulas

As válvulas industriais são dispositivos mecânicos que são projetadas para direcionar, iniciar, parar, misturar ou regular fluxo, a pressão, temperatura ou fluido de processo. Elas podem trabalhar com líquidos ou gases. Os principais tipos de válvulas industriais são: esfera, borboleta, macho, globo, gaveta e guilhotina (FERRARI, 2017).

Essa equipe trabalha para garantir a integridade e confiabilidade das válvulas ADV (*Automatic Deluge Valve*), SDV (*Shutdown Valve*) e BDV (*Blowdown Valve*). Essas três são válvulas de segurança, que em caso de anormalidade no processo atuam para garantir a operação segura. As válvulas SDV, estão inseridas como elemento final de controle da malha de segurança, cuja função é fechar em uma emergência, elas interrompem (dividem) o inventário da planta de processo. As BDV também inseridas na malha de segurança tendo papel de abrir em caso de emergência (por exemplo, detecção de fogo e gás), despressurizando o fluido contido ali.

A equipe possui dois indicadores que controlam a integridade das válvulas na UO-BC:

- ICPN SO (Índice de Cumprimento do Plano de Notas (1º escalão));
- IFV SO (Índice de Falha em Válvulas);

O primeiro indicador corresponde as notas do plano de verificação da integridade das válvulas que são realizadas pelos operadores de produção, eles possuem uma carteira de notas que devem ser realizadas dentro do mês.

O segundo indicador corresponde ao número de notas foram abertas em decorrência de falhas nas válvulas, e estão sem tratamento.

Também faz parte da rotina dessa equipe em relação as válvulas da UO-BC: a especificação para compra, parecer técnico, avaliação de estanqueidade, análise de falhas, acompanhamento das manutenções, inspeção e delineamento, consultoria, acompanhamento do BINA (Base de Integrada de Automação) que realiza o acompanhamento do tempo de acionamento das válvulas citadas, mostrando quais são as que estão em falhas, sendo necessário a abertura de notas de falhas para posterior tratamento.

2.1.1.6 Engenharia de Equipamentos Térmicos

Essa célula é responsável pela inspeção e acompanhamento de contratos de manutenção dos equipamentos térmicos da UO-BC, sendo esses: caldeiras, permutadores de calor e fornos. Isso inclui manter as inspeções em dias, acompanhamento das intervenções periódicas ou extraordinárias e análise de técnica de melhoria e/ou troca de materiais referentes a esses equipamentos. A equipe é responsável pelo bom funcionamento desses equipamentos com segurança.

Os permutadores de calor são equipamentos que potencializam a transferência de calor entre dois fluidos que estão com temperaturas distintas. Existe caso em que a transferência de calor se dá para que ocorra a mudança de fase do fluido, esses ficam sendo designados de condensadores. Esses equipamentos podem variar conforme sua geometria e configuração de fluxo, podendo ser classificados em:

- a) Co-corrente: os fluidos movem-se pelo mesmo sentido e entram pelo mesmo lado do permutador;
- b) Contra-corrente: os fluidos movem-se por sentidos oposto, cada um entrando em um lado diferente do permutador;
- c) Fluxo-cruzado: os fluidos movem-se de forma perpendicular um ao outro e entram também de forma perpendicular no permutador.

Os permutadores podem ser do tipo tubos concêntricos, tubos alhetados, tubos e camisa, de placas e regeneradores (OLIVEIRA, 2012).

As caldeiras industriais são regidas pela lei NR-13. Elas são responsáveis pela queima dos combustíveis e a geração de energia térmica, levando a temperatura da água e transformando em calor. Existem basicamente dois tipos de caldeiras industriais, flamatubulares (*fire-tube*) e aquatubulares (*water-tube*). Essa última é a encontrada na UO-BC, atualmente em algumas unidades, que são utilizada para produção de vapor sob alta pressão (ROCCO; MORABITO, 2012). Esses equipamentos já foram protagonistas de diversos acidentes no passado e continua sendo hoje em dia, com isso eles necessitam de atenção reforçada. As inspeções nas caldeiras ocorrem a cada 30 meses, assim como as calibrações e manutenções de suas PSVs e qualquer intervenção na mesma deve ser registrado no Livro de Registro de Segurança, conforme NR-13. Essa norma também exige que os operadores desses equipamentos tenham treinamento específico.

Segundo Lima (2014) os fornos são equipamentos que permitem o fornecimento de calor produzido pela queima do combustível ao fluido que circula em uma serpentina de tubos em seu interior. Com isso, fornecem grandes quantidades de energia para elevar grandes vazões de fluidos e altas temperaturas. Existem dois tipos de fornos:

- a) Fornos de Aquecimento: correspondem aos fornos em que a carga passa pela serpentina de processo sofrendo apenas um aquecimento, podendo ou não ser vaporizada;
- b) Fornos Reatores: correspondem aos fornos em que a carga sofrendo um aquecimento e alteração da composição química.

2.1.1.7 Revestimentos Anticorrosivos e Proteção Catódica

O ambiente *offshore* é totalmente agressivo quando se trata de corrosão para os equipamentos e instalações. Dentre outros fatores para intensificação da corrosão, está o meio em que o material se encontra exposto, as unidades marítimas de produção encontram-se em alto mar, um ambiente com alto potencial eletrolítico, totalmente propício para evolução da corrosão. Segundo Gentil (2007), a corrosão é um processo espontâneo, que devido a esse fator, o aço carbono seria contraindicado para utilização na indústria, porém ele se torna viável pelo retardamento da velocidade das reações, obtido pela passivação anódica e proteção catódica, que associado a pintura, proporciona uma utilização econômica e segura aos metais. A pintura nos equipamentos, quando bem realizada e seguindo as normas vigentes, funciona como uma barreira para tal evolução, oferecendo uma vida útil maior aos mesmos. A pintura garante a segurança no requisito integridade para as pessoas e ao processo, além de prover uma economia com substituição de peças ou equipamentos por inteiro.

A equipe de revestimentos anticorrosivos e proteção catódica é composta por engenheiros que são responsáveis pela inspeção de pintura nas unidades de exploração e produção da UO-BC, inspeção de sistemas de proteção catódica, participação em auditoria do processo de pintura industrial nos contratados do C&M (Construção e Montagem) das unidades, medição de potencial eletroquímico dos SPC's (sistema de proteção catódica) das jaquetas e áreas submersas. Alguns projetos estão em andamento dentro dessas atividades, como por exemplo, a revitalização dos sistemas de proteção catódica, programa de preservação das instalações *offshore* da Bacia de Campos, assessoria na elaboração de contratos de revestimento interno de equipamentos e

tubulações. Outras demandas também são requisitadas, como participação em revisões de normas ligadas a pintura industrial.

2.1.1.8 Ensaios Não-Destrutivos e Solda

O processo de soldagem é extremamente importante na indústria de óleo & gás, pois permite que sejam realizados reparos definitivos e/ou fabricação de um novo componente. Com isso, faz-se necessário um suporte de um corpo técnico qualificado. Essa atividade atua ofertando assessoria as unidades de produção *offshore* em relação aos reparos com soldas em equipamentos, tubulações e estruturas. Realizam também análise de materiais através da fluorescência por raios X e composição química de metais. Os ensaios de dureza também fazem parte do escopo de trabalhos realizados, assim como metalografia e micrografia em aços.

Em alguns casos, é necessário substituir materiais de tubulações ou equipamentos, sendo necessária uma análise de similaridade, demanda também realizada por essa equipe. Ao realizar uma obra em algum componente da planta de processo das instalações *offshore* é necessária emissão de documentos específicos que são analisados pela célula dessa atividade, pois muitas vezes se trata de equipamentos NR-13, cuja rigorosidade com documentações é maior.

Os ensaios não destrutivos (END) são técnicas de inspeção de materiais e equipamentos realizadas sem danificar os mesmos. Podem ser executadas nas etapas de fabricação, construção, montagem e manutenção. Dentre os principais ensaios encontram-se:

- Correntes parasitas;
- Emissão Acústica;
- Radiografia;
- Radioscopia;
- Gamagrafia;
- Ensaio Visual;
- Estanqueidade;
- Líquido Penetrante;
- Partículas Magnéticas;

- Ultrassom;
- Termografia.

Com a utilização dessas técnicas, é possível obter informações sobre a integridade ou características tecnológicas dos materiais/equipamentos sem a necessidade de danificá-los e algumas vezes, sem que tenha que abri-los, garantindo assim a continuidade operacional e redução de custos para a indústria (ABENDI, 2019).

Os ensaios não destrutivos são amplamente utilizados no setor de óleo e gás, e suas técnicas estão cada vez mais sendo estudadas e aprimoradas para utilização tanto na fase de montagem do equipamento, como durante toda sua vida útil. Outras técnicas, como por exemplo, processamento de imagens, processamento de sinais e redes neurais artificiais, podem ser utilizadas em conjunto, fornecendo uma maior confiabilidade (CARVALHO et al., 2008).

Essa equipe é responsável pela realização desses ensaios quando necessários, assim como pela elaboração de procedimentos dos mesmos e ministram cursos para qualificação de inspetores nessa área.

2.1.2 Modelagem de Processo com BPMN (*Business Process Model and Notation*)

O BPM (*Business Process Management*) ou Gestão de Processo de Negócios é uma área que auxilia na gestão estratégica de processo, fornecendo um conjunto de métodos para que os processos alcancem consistência e resultados alinhados aos objetivos estratégicos da organização, levando a melhoria do desempenho organizacional e dos resultados do negócio (PRADELLA, 2013).

Pode-se definir processo como uma sequência de atividades e comportamentos que são executados a fim de alcançar um resultado, podendo ser realizado por humanos ou máquinas. No contexto de BPM (*Business Process Management*) processo de negócio é um trabalho realizado que gera valor para os clientes e/ou apoia/gerencia outros processos. Esses processos são compostos por atividades inter-relacionadas que solucionam determinada questão (ABPMP, 2014).

O ciclo de vida do BPM é descrito na Figura 3, que corresponde as etapas de Planejamento, Análise, Desenho, Implementação, Monitoramento e Controle e Refinamento. Os processos de negócio devem estar sempre alinhados com a estratégia da organização e ter o foco voltado ao cliente. Ele é apoiado pelo gerenciamento da

mudança. A organização deve ser comprometida para que se tenha um gerenciamento eficaz dos seus processos (ABPMP, 2014).

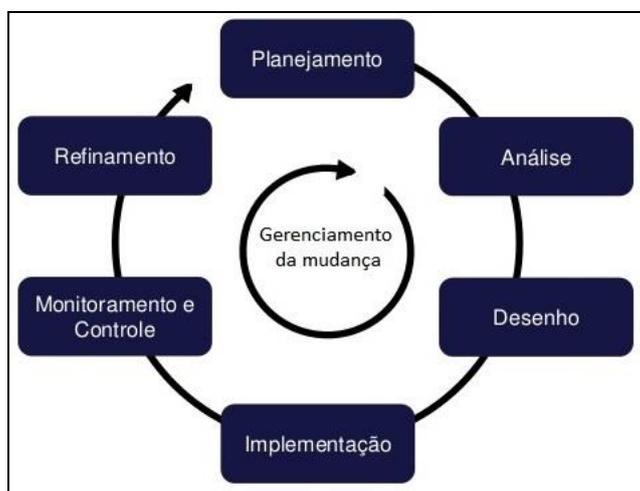


Figura 3: Ciclo de vida BPM. Fonte: Adaptado do BPM CBOK (2014).

BPMN (*Business Process Model and Notation*) é um padrão de notação utilizado de maneira muito expressiva e gráfica para representar os processos que ocorrem em praticamente todos os tipos de organização. O principal objetivo dessa notação, é permitir o fácil entendimento para os usuários corporativos, desde os analistas de negócios que esboçam os rascunhos iniciais até os desenvolvedores técnicos, responsáveis por implementá-los e também para as pessoas que irão implantá-los e monitorar os processos (CHINOSI; TROMBETTA, 2012).

Em 2002 Stephan A. White desenvolveu a primeira versão anterior ao BPMN, em cooperação BPMI (*Business Process Management Initiative*). Ele suporta três tipos de diagramas: o de processo, isto é, a sequência operacional como modelo, a conversação e coreografia, utilizados em casos especiais. Ele não possui como foco estrutura das unidades organizacionais, estrutura de recursos, dados e modelos de informação, estratégia de negócios e regras de negócio (WEILKIENS et al., 2016).

O BPMN pode ser modelado para diversas finalidades, a modelagem conhecida como *AS IS* tem por objetivo a formalização sobre o fluxo do negócio de como é executado na organização no momento atual. Tendo dois propósitos: 1) servir de documentação para conhecimento do processo atual; 2) servir como insumo para a próxima etapa do ciclo de vida de um projeto BPM. A modelagem conhecida como *TO BE*, corresponde a um redesenho do processo, buscando através de melhorias culturais e

organizacionais, maior eficiência na execução do processo. A modelagem técnica busca agregar maior valor ao processo com a utilização de recursos tecnológicos, corresponde a transformação do processo *TO BE*, no processo *TO DO*. Caso um processo de negócio seja implementado com a utilização de um BPMS (*Business Process Management Suite*) o modelo *TO DO* necessitará de um detalhamento técnico mais refinado, a fim de agregar informações específicas para interpretação do motor do processo. Este modelo de processo é chamado informalmente de *TO RUN*, este, utilizará elementos diferentes dos vistos pela maioria dos usuários da notação BPMN, porém são necessários para fornecer ao sistema detalhes relevantes para sua execução automatizada (SGANDERLA, 2012).

2.1.3 Métodos de Análise Multicritério de Apoio à Decisão e TOPSIS (*The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*)

Os métodos multicritérios foram desenvolvidos para auxiliar em decisões que decorrem da combinação de diferentes fatores. Para Mota et al (2009) esses métodos são eficientes principalmente se o cenário é dinâmico e em constante mudança, ele contribui para que vários pontos de vistas, muitas vezes contraditórios sejam analisados de forma eficiente.

Problemas complexos de tomada de decisão apresentam pelo menos algumas das seguintes características: 1) critérios conflitantes entre si; 2) critérios e alternativas não definidas de forma clara, e as consequências da escolha de uma alternativa em relação a pelo menos um critério não são devidamente compreendidas; 3) os critérios e alternativas podem estar interligados de forma que um critério possa refletir nos demais; 4) a solução do problema pode depender de mais de uma pessoa, com pontos de vistas diferentes e conflitantes; 5) as restrições dos problemas podem não estar bem definidas, podendo existir dúvidas em relação ao que é critério e o que é restrição; 6) existência de critérios quantificáveis e outros que são somente por meio de juízo de valor efetuados sobre uma escala; 7) a escala para um critério pode ser cardinal, verbal ou ordinal, o que depende dos dados e da natureza dos critérios Gomes et al Apud (HELMANN; MARÇAL, 2007).

Algumas variáveis do processo decisório, conforme Belton et al (2002) é a fase da estruturação do problema, cujo objetivo é ampliar, investigar e comprovar o grau de complexidade do problema. Outra fase posterior é a construção do modelo a qual se

apresenta uma forma convergente de se pensar, visando agregar detalhes e informações mais precisas do problema. Existe também a fase de sintetização dos resultados obtidos, chamada de utilização do modelo para informação, deve-se optar pelo pensamento criativo sobre as opções selecionadas. Durante a estruturação do problema, é importante deter o conhecimento sobre a influência do ambiente externo, as condições de incerteza e os valores distintos dos atores da decisão. Na construção do modelo, devem ser estudados os critérios, as consequências das alternativas e os valores, assim sendo, as preferências são modeladas. Na fase de avaliação dos resultados, é utilizado o modelo para informação (CAMPOS, 2011).

O método multicritério TOPSIS (*The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) ou Técnica de Ordenação de Preferências por Similaridade com Ideal Solução foi desenvolvido por Hwang e Yoon (1981) e mais tarde aprimorado pelos mesmos autores (1993). Esse método vem sendo bastante utilizado para ranquear as alternativas por ordem de preferência. O método consiste em escolher a alternativa que seja tão próxima quanto possível da solução ideal positiva e mais distante quanto possível da solução ideal negativa (LIMA JUNIOR; CARPINETTI, 2015). O processo consiste em calcular a distância ao ponto ideal, tanto positivo quanto negativo, é necessária a quantificação da importância relativa dos critérios e não é necessário nenhum método específico para determinação dos pesos (ARESE et al., 2018). A Figura 4 demonstra as distâncias euclidianas das soluções ideais negativa e positiva.

Segundo Zyoud e Fuchs-Hanusch (2017), esse método é o segundo mais popular entre as técnicas de tomadas de decisão com vários critérios, o mesmo tem sido aplicado de forma satisfatória em diversas áreas, como comércio eletrônico, indústria, saúde, gerenciamento de resíduos sólidos, seleção de fornecedores, computação em nuvem, gerenciamento de riscos, sustentabilidade, gerenciamento de recursos hídricos, entre outros.

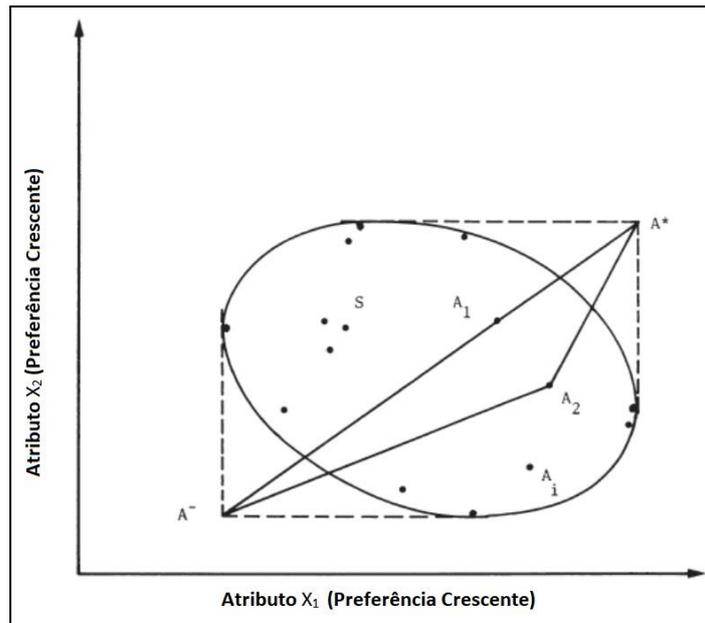


Figura 4: Distâncias euclidianas das soluções ideais negativa e positiva num plano bidimensional. Tradução Livre. (HWANG; YOON, 1981).

Para priorização dos processos realizado no modelo dessa pesquisa, será aplicado esse método. Essa escolha teve como consideração o fato da simplicidade de aplicação, apresentação e entendimento por parte dos gestores do setor. Utilização de menores recursos computacionais, podendo ser utilizando somente planilhas eletrônicas, não sendo necessária a licença de *softwares* que muitas vezes são de difíceis acessos, e geração de avaliações em um número menor, se comparado com outros métodos, a exemplo o AHP (*Analytic Hierarchy Process*) (LEI; FANG; GE, 2019) (LIMA JUNIOR; CARPINETTI, 2015) (SIRAIT et al., 2018) (COSTA; DUARTE JUNIOR, 2013).

Outros principais métodos multicritérios e suas aplicabilidades encontradas na literatura acadêmica podem ser observados na Tabela 1, assim como suas principais referências.

Tabela 1: Métodos Multicritério à Decisão.

Método	Classificação	Referências seminais
Electre	Método de superação	ELECTRE I (ROY, 1968); ELECTRE II (ROY; BERTIER, 1971); ELECTRE III (ROY; HUGONNARD, 1981); ELECTRE IV (ROY; HUGONNARD, 1981); ELECTRE IS (ROY; SKALKA, 1985); ELECTRE TRI (YU, 1992; MOUSSEAU; SLOWINSKI; ZIELNIEWICZ, 2000)
Promethee	Método de superação	Brans, Mareschal e Vincke (1984) e Brans, Vincke e Mareschal (1986)
Regime	Método de superação	Hinloopen, Nijkamp e Rietveld (1983)
Multiattribute Utility Theory (MAUT)	Teoria da Utilidade Multiatributo	Fishburn (1970) e Keeney e Raiffa (1976)
Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART)	Teoria da Utilidade Multiatributo	Edwards (1977)
Analytic Hierarchy Process (AHP)	Teoria da Utilidade Multiatributo	Saaty (1977) e Saaty (1980)
Analytic Network Processes (ANP)	Teoria da Utilidade Multiatributo	Saaty (1996)
Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH)	Teoria da Utilidade Multiatributo	Bana e Costa e Vansnick (1994)

Fonte: Rodriguez et al. (2013).

2.1.4 Melhoria Contínua nas Organizações

Os processos em todas as organizações estão em constante evolução para que se tornem cada vez mais eficientes, buscando conciliar atingimento dos objetivos especificados, no menor tempo possível, com retorno financeiro mais eficiente, qualidade no padrão exigido pela organização e claro, sem desconsiderar a segurança das pessoas e preservação do meio ambiente. Com essa visão, a melhoria contínua ganha cada vez mais espaço como apoio a organização para o alcance desses objetivos.

Segundo Caffyn e Bessant (1996), melhoria contínua é um processo que ocorre em toda empresa, focado na inovação incremental e contínua. Ou seja, melhoria contínua e inovação, apesar de aparentemente opostos, caminham juntas, pois em cada melhoria, tem-se a visão de uma inovação no processo, ela enraíza na rotina da empresa e passa a fazer parte da cultura (MESQUITA; ALLIPRANDINI, 2003).

A melhoria contínua não é um processo natural dentro das empresas, depende das habilidades organizacionais desenvolvidas, é necessário o envolvimento de toda equipe, independente da função e do nível hierárquico, para que seja realizada uma mudança comportamental e cultural interno (SORIANO et al., 2019). Conforme esse mesmo

autor, em seu estudo, foi constatado que a ausência de um sistema integrado de melhoria contínua, impossibilita um melhor retorno, análise e continuidade das melhorias implementadas.

Para Bessant et al. (2001), existem algumas habilidades e comportamentos em relação às práticas a serem adotadas nas organizações, para que a excelência no processo de melhoria contínua seja alcançada. O Quadro 1, mostra essas habilidades relacionadas com as respectivas normas comportamentais.

Quadro 1: Principais habilidades associadas às normas comportamentais do processo de melhoria contínua dentro de uma organização.

Habilidades Básicas	Normas Comportamentais
(1) Entendendo a Melhoria Contínua - Capacidade de Articular os Valores Básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Pessoas de todos os níveis demonstram uma crença compartilhada no valor de pequenos passos e que todos podem contribuir, por estarem envolvidos ativamente na realização e reconhecimento de melhorias incrementais; • Quando algo dá errado, a reação natural das pessoas em todos os níveis é procurar por razões, etc., em vez de culpar os indivíduos; • As pessoas fazem uso de algum ciclo formal de busca e solução de problemas.
(2) Adquirir o Hábito de Melhoria Contínua - Capacidade de Gerar Envolvimento Sustentável	<ul style="list-style-type: none"> • As pessoas usam ferramentas e técnicas apropriadas para apoiar a melhoria contínua; • As pessoas usam medidas para moldar o processo de melhoria; • Pessoas (como indivíduos e / ou grupos) iniciam e realizam atividades de melhoria contínua - elas participam do processo; • Fechamento do ciclo - as ideias são respondidas de maneira claramente definida e oportuna - implementadas ou tratadas de outra forma.

<p>(3) Foco na Melhoria Contínua - a Capacidade de Vincular as Atividades de Melhoria Contínua aos Objetivos Estratégicos da Empresa</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Indivíduos e grupos usam as metas e objetivos estratégicos da organização para focar e priorizar melhorias que todos entendem (ou seja, são capazes de explicar) qual é a estratégia, as metas e os objetivos da empresa ou departamento; • Indivíduos e grupos (por exemplo, departamentos, equipes de melhoria contínua) avaliam as mudanças propostas (antes de iniciar a investigação inicial e antes de implementar uma solução) em relação aos objetivos do departamento ou da empresa para garantir que sejam consistentes com eles; • Indivíduos e grupos monitoram / medem os resultados de suas atividades de melhoria e o impacto que elas têm sobre os objetivos estratégicos ou departamentais; • As atividades de IC são parte integrante do trabalho individual ou de grupo, não uma atividade paralela.
<p>(4) "Liderando o caminho" - a Capacidade de Liderar, Direcionar e Apoiar a Criação e Manutenção de Comportamentos de Melhoria Contínua</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Os gerentes apoiam o processo de melhoria contínua através da alocação de tempo, dinheiro, espaço e outros recursos; • Os gerentes reconhecem de maneira formal (mas não necessariamente financeira) a contribuição dos funcionários para a melhoria contínua; • Gerentes lideram pelo exemplo, envolvendo-se ativamente no design e implementação da melhoria contínua; • Os gerentes apoiam o experimento não punindo erros, mas incentivando o aprendizado deles.
<p>(5) Alinhando a Melhoria Contínua - a capacidade de criar consistência entre os valores e o comportamento da Melhoria Contínua e o contexto organizacional (estruturas, procedimentos etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A avaliação contínua garante que a estrutura e a infraestrutura da organização e o sistema de melhoria contínua se apoiem e reforcem consistentemente; • O indivíduo / grupo responsável por projetar o sistema de melhoria contínua para se adequar na estrutura e infraestrutura atuais; • Indivíduos responsáveis por processos / sistemas específicos da empresa realizam análises contínuas para avaliar se esses processos / sistemas e o sistema de melhoria contínua permanecem compatíveis; • As pessoas responsáveis pelo sistema de melhoria contínua asseguram que, quando uma grande mudança organizacional for planejada, seu impacto potencial no sistema de melhoria contínua seja avaliado e os ajustes sejam feitos conforme necessário.

<p>(6) Solução Compartilhada de Problemas - a Capacidade de Mover a Atividade de Melhoria Contínua Através dos Limites Organizacionais</p>	<ul style="list-style-type: none"> • As pessoas cooperam em divisões internas (por exemplo, grupos interfuncionais) na melhoria contínua, bem como trabalham em suas próprias áreas; • As pessoas entendem e compartilham uma visão holística (compreensão e propriedade do processo); • As pessoas são orientadas para clientes internos e externos em suas atividades de melhoria contínua; • Projetos específicos de melhoria contínua com agências externas - clientes, fornecedores, estão ocorrendo; • Atividades relevantes de melhoria contínua envolvem representantes de diferentes níveis organizacionais.
<p>(7) Melhoria Contínua da Melhoria Contínua - a Capacidade de Gerenciar Estrategicamente o Desenvolvimento da Melhoria Contínua</p>	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema de melhoria contínua é continuamente monitorado e desenvolvido, um indivíduo ou grupo designado monitora o sistema de melhoria contínua e mede a incidência (isto é, frequência e localização) da atividade de melhoria contínua e os resultados da atividade desse processo. • Existe um processo de planejamento cíclico pelo qual (a) o sistema de melhoria contínua é revisado regularmente e, se necessário, alterado (aprendizado de loop único) • Há uma revisão periódica do sistema de melhoria contínua em relação à organização como um todo que pode levar a uma grande regeneração (aprendizado em loop duplo). • A gerência sênior disponibiliza recursos suficientes (tempo, dinheiro, pessoal) para apoiar o desenvolvimento contínuo do sistema de melhoria contínua.
<p>(8) A organização de Aprendizagem - Gerando a Capacidade de Permitir que a Aprendizagem Ocorra e Seja Capturada em Todos os Níveis</p>	<ul style="list-style-type: none"> • As pessoas aprendem com suas experiências, positivas e negativas; • Os indivíduos buscam oportunidades de aprendizado / desenvolvimento pessoal (por exemplo, experimentam ativamente, estabelecem seus próprios objetivos de aprendizado); • Indivíduos e grupos de todos os níveis compartilham (disponibilizam) seu aprendizado de todas as experiências de trabalho; • A organização articula e consolida (captura e compartilha) o aprendizado de indivíduos e grupos; • Os gerentes aceitam e, quando necessário, agem em todo o aprendizado que acontece; • Pessoas e equipes garantem que seu aprendizado seja capturado usando os mecanismos previsto para fazê-lo; • Indivíduos designados usam mecanismos organizacionais para implantar o aprendizado que é capturado em toda a organização.

Fonte: Bessant et al. (2001).

Segundo Soriano et al. (2018), os níveis de maturidade de melhoria contínua destacados por Bessant et al. (2001) podem ser alcançados de forma gradual por meio com base nas habilidades básicas e normais comportamentais, conforme Quadro 2 a seguir.

Quadro 2: Estágios de evolução do processo de Melhora Contínua.

Nível de Melhoria Contínua	Padrões de Comportamentos Característicos
Nível 1 - Natural	O conceito de melhoria contínua é introduzido em decorrência de uma crise, realização de seminário, visita a outra organização, ou implementação <i>ad hoc</i> . Nesse nível a empresa apresenta solução aleatória de resolução de problemas, os benefícios são em curto prazo e não há impacto estratégico.
Nível 2 - Estruturado	Promoção do comportamento formal na construção da melhoria contínua, com a utilização de processos formais para a solução de problemas. Engajamento maior da equipe, com treinamento em ferramentas básicas, sistema estruturado em gerenciamento de ideias, como consequência, tem-se a equipe mais motiva e capaz de desenvolver novos produtos ou processos a curto prazo.
Nível 3 - Objetivo Orientado	Relacionam os procedimentos de melhoria contínua as metas estratégicas, promovendo o monitoramento e medição relacionada aos objetivos dessas metas.
Nível 4 - Pró-Ativo	Um ambiente de confiança, autonomia, motivação é criado. Os processos estão mais eficientes e eficazes para resolução dos problemas.
Nível 5 - Capacidade Total	Existe uma aproximação ao modelo de aprendizado organizacional, possibilitando o desenvolvimento de novas competências, por meio de inovações estratégicas, incrementais e radicais. As vantagens competitivas podem ser visualizadas.

Fonte: Bessant et al. (2001).

Segundo o Ferreira (2016), a mesma faz parte da trilogia de Juran para implantação de um processo de qualidade em uma organização, além da melhoria contínua, estão o planejamento da qualidade e controle da qualidade. Diversas metodologias e ferramentas da qualidade podem ser utilizadas para incrementar o processo de melhoria contínua das organizações, nesse trabalho serão destacados as metodologias do ciclo PDCA e MASP, e as ferramentas da qualidade *brainstorming*, 5W2H, Lista de Verificação, Fluxograma e Diagrama de *Ishikawa*, que deram suporte para atingir os objetivos de cada etapa do modelo proposto, abaixo segue uma breve fundamentação dos mesmos.

2.1.4.1 Ciclo PDCA

Segundo Carvalho e Padalini (2012), o ciclo PDCA (*Plan, DO, Check e Action* ou planejar, executar, verificar e agir), foi desenvolvido por Deming e antecedentes (Shewhart, entre outros). É um processo que visa melhoria contínua, aplicado principalmente *in line* (processos produtivos), porém não se torna impeditivo sua utilização em outros tipos de processos. A Figura 5 representa esse ciclo.

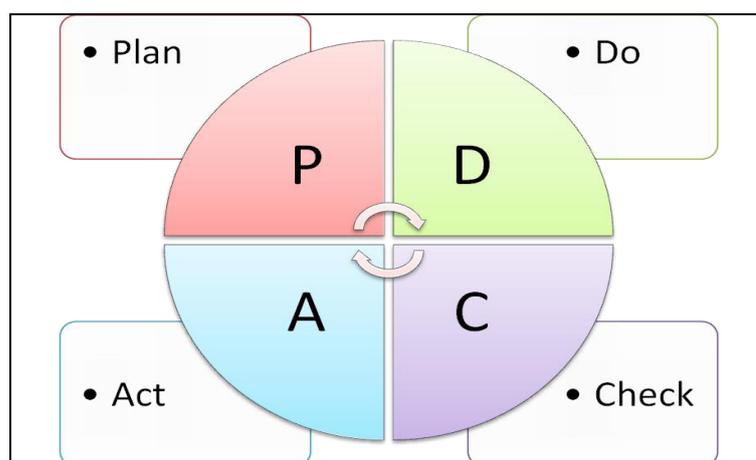


Figura 5: Ciclo PDCA. Fonte: Adaptado de Carvalho e Padalini (2012).

Planjemaneto (P) = Refere-se ao planejamento detalhado da ação que se pretende implantar. Nessa etapa, os objetivos precisam estar bem definidos, para gerar meios de avaliação de seu alcance. Pode-se utilizar os padrões que se pretende seguir.

Execução (D) = O planejamento passa a ser implantando de forma efetiva. Caso sejam utilizadas ferramentas, é comum que se trate de uma execução experimental, em escala reduzida, limitada a partes selecionadas do processo, permitindo o acompanhamento melhor do que ocorre com as ações que vão sendo executadas e os resultados atingidos.

Verificação (C) = Essa é a fase de avaliação. Os efeitos da implantação do plano são confrontados com os objetivos previstos inicialmente, ou seja, confrontar o planejado com o realizado. É nessa fase que é evidenciado o caráter quantitativo das ferramentas e a avaliação do alcance dos resultados.

Ação (A) = Nessa fase as melhorias começam a se caracterizar. É estabelecido o ciclo de melhoria contínua, os resultados alcançados são analisados cuidadosamente. É iniciado uma avaliação do que pode ser ainda desenvolvido a partir do que já se

conseguiu. Identificando assim, o que pode ainda ser melhorado, dando início ao processo de melhoria contínua. Garantindo o aperfeiçoamento, de forma sistemática, permanente e organizada.

Se as três primeiras etapas (P, D e C) forem corretamente desenvolvidas o “A” transforma-se naturalmente em melhoria. Muitos autores defendem a aplicação do ciclo em cada atividade, ao invés do esquema global de implantação.

2.1.4.2 MASP (Metodologia de Análise e Solução de Problemas)

Carpinetti (2000) afirma que o MASP (Metodologia de Análise e Solução de Problemas) é uma versão mais detalhada do ciclo PDCA, também conhecido como *QC Story* na língua inglesa. O MASP foi criado no Japão pela JUSE (*Japanese Union of Scientists and Engineers*), e trazido para o Brasil em 1980. Trata-se de uma metodologia estruturada e sistematizada para resolução de problemas complexos em processos, produtos e serviços. Ele é pautado em 8 etapas, que devem ser organizadas por planejamento e disciplina, as quais devem ser cumpridas com comprometimento (SANTOS, 2018):

- 1) Identificação do Problema;
- 2) Observação;
- 3) Análise;
- 4) Plano de Ação;
- 5) Ação;
- 5) Verificação de Resultados;
- 6) Padronização;
- 7) Conclusão;

As Figuras 6 e 7 da próxima página demonstram as etapas do MASP e a interligação com o ciclo PDCA. O Quadro 3 relaciona as ferramentas da qualidade ao ciclo MASP.



Figura 6: Etapas do MASP com interligação do ciclo PDCA. Fonte Campos (1999).

PDCA	FLUXO	ETAPA	OBJETIVO
P	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vistas.
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais.
	4	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
D	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais.
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	?	(Bloqueio foi efetivo?)	
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

Figura 7: Descrição das etapas do MASP. Fonte Campos (2004).

Quadro 3: Relação do MASP com as Ferramentas da Qualidade.

PDCA	MASP	Finalidade	Ferramenta
P	Identificação e Observação	Identificação e priorização de problemas	Amostragem e estratificação
			Folha de verificação
			Histograma, medidas de locação e variância
			Gráfico de Pareto
			Gráfico de tendência, gráfico de controle
			Mapeamento de processo
			<i>Brainstorming</i>
			Matriz de Priorização
	Análise	Análise e busca de causas raízes	<i>Brainstorming</i>
			Estratificação
			Diagrama espinha de peixe (Ishikawa)
			<i>Diagrama de afinidades</i>
Diagrama de relações			
Relatório das três gerações (passado, presente e futuro)			
D	Plano de ação; ação	Elaboração e implementação de soluções	Diagrama em árvore
			Diagrama de processo decisório
			5W1H
			5S
C A	Verificação; Padronização e Conclusão	Verificação de resultados	Amostragem e estratificação
			Folha de verificação
			Histograma, medidas de locação e variância
			Gráfico de Pareto
			Gráfico de tendência, gráfico de controle

Fonte: Adaptado de Carpinetti (2012).

O termo de melhoria contínua surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial surgindo inicialmente como Kaizen (kai=mudança e zen=para melhor) (MARTINS; LAUGENI, 2005). O MASP e o PDCA, que são ferramentas da qualidade, contribuem para o processo de melhoria contínua dentro de uma organização. Segundo Bastiani (2014) a ISO 9000:2008 afirma que a melhoria continua utiliza de observações ou erros do passado para fomentar a qualidade do futuro, melhorando assim a eficácia e eficiência dos processos envolvidos. Os indivíduos de uma organização devem ter esse

princípio como seu objetivo principal. Segundo Carpenetti (2000) uma característica marcante do processo de melhoria contínua é o uso da abordagem científica, principalmente nas fases de priorização de problemas, observação, análise das causas raízes e avaliação dos resultados. É um processo de decisão sistemática, fundamentada por evidências, com base em informações completas, dados e fatos extraídos de pesquisas e raciocínio lógico.

Segundo Bastos Júnior (2016), o MASP é um método eficiente para alcançar melhorias, envolver equipes e aperfeiçoar a tomada de decisões referente à qualidade dos produtos e processos. A solução de problemas é possível através das análises relacionadas às características e causas de eventos indesejados, realizando as devidas ações corretivas.

Diante do exposto, o modelo proposto terá como base o MASP para que a gerência consiga, através da melhoria contínua, obter processos adeptos a melhores desempenhos, com a implementação de melhorias adequadas e garantindo a abrangência de acidentes em seus processos de forma continuada.

2.1.4.3 Ferramentas da Qualidade

Os critérios de qualidade adotados pelos artesões em séculos passados não eram padronizados, variando conforme as exigências de cada cliente. Com a revolução industrial, devido ao novo método de produção de Taylor, o foco ficou em torno da padronização e na produção em larga escala, tornando o processo de inspeção mais evidente. Porém, somente em 1931, Walter Shewhart, em seu artigo “*Economic control of quality of manufactured product*”, trouxe o tema de qualidade como algo científico, apresentando os primeiros métodos de controle da qualidade com procedimentos estatísticos (MARTINELLI, 2009).

Após a segunda guerra, o Japão encontrava-se destruído, estabelecendo assim uma relação de colaboração com os Estados Unidos, por intermédio de Deming e Juran, com auxílio posterior de Feigenbaum e da União Japonesa de Cientistas e Engenheiros (JUSE, sigla em inglês). Esse encontro entre os três, ocorreu no início no ano de 1960, eles perceberam a importância de se juntar os fatores técnicos e humanos, que eram representados na teoria de Maslow, Herzberg e McGregor. Surgindo então o grupo chamado de Círculos de Controle da Qualidade (CCQ), que eram as ferramentas

utilizadas no grande Programa de Qualidade desenvolvido no Japão pelos estudiosos americanos e JUSE (SELEME; STADLER, 2012).

César (2011) afirma que as pessoas hoje vivem a quarta revolução industrial, que não está pautada em máquinas, instalações e capital, mas sim em pessoas e conhecimentos. Sendo assim, a qualidade ganha grande destaque dentro das indústrias. As ferramentas que a suportam, estatísticas e lógicas básicas, são utilizadas para melhoria, controle e planejamento da qualidade, as pessoas aptas a verem através dos seus dados a compreensão dos problemas, tornando-os solucionáveis.

O que hoje as pessoas chamam de ferramentas da qualidade, são na verdade as técnicas mais comuns e simples de produção da qualidade. Trata-se de dispositivos, procedimentos gráficos, numéricos ou analíticos, formulações práticas, esquemas de funcionamento, mecanismos de operações, ou seja, são métodos estruturados que possibilitam a melhoria no processo produtivo. De forma abrangente, podem ser agrupadas em três classes: 1) as ferramentas tradicionais; 2) aquelas derivadas das estruturas dos sistemas produtivos propostas na época e 3) as ferramentas da qualidade direcionadas para o atendimento ao consumidor via melhorias do processo (CARVALHO; PALADINI, 2012). Abaixo estão citadas algumas ferramentas da qualidade mais populares:

- a) *Brainstorming*: também conhecido como “chuva de ideias” é um trabalho em grupo que busca o surgimento de várias ideias sem que haja interrupção, recriminação ou inibição das mesmas. Podem ser realizadas de duas maneiras (REYES, 2000) (TOZIN JUNIOR; GONÇALVES, 2019):
 - *Brainstorming* estruturado: são realizadas rodadas sequenciais, onde todos participam, sendo um de cada vez em ordem.
 - *Brainstorming* não estruturado: os participantes podem sugerir ideias de forma livre, sem “esperar a sua vez”, com isso cria-se uma atmosfera descontraída, facilitando o desencadeamento de ideias. Nesse método, há o risco de as pessoas mais inibidas não contribuírem.
- b) 5W2H: segundo Ferreira (2016), a ferramenta da qualidade 5W2H (ou 4Q1POC), é uma técnica não estatística de levantamento global recomendada para todas as etapas da análise e melhoria de processos. Ela busca responder as perguntas *Who* (Quem), *Where* (Onde), *Why* (Por que), *What* (O que), *When* (Quando), *How Much* (Quanto) e *How* (Como). Essa

técnica foi criada por profissionais da indústria automobilística do Japão como forma de auxílio ao planejamento (OLIVEIRA; MACEDO; TEIXEIRA, 2017). Ela tem como objetivo a organização e controle dos planos de ações a serem implementados dentro de uma organização, facilitando assim o seu acompanhamento e execução. Um exemplo da aplicação dessa técnica pode ser observado na Figura 8.

4Q1POC	
Quem?	É o nome do executor.
O Que?	É ação geral a ser realizada.
Quando?	São as datas inicial e final.
Quanto?	Custo da implementação das atividades.
Onde?	É o local da implementação.
Por que?	É o motivo da implementação.
Onde?	São as etapas.

Quem?	Senhor João da Silva (nome do executor)
O Que?	Implementar pautas em reuniões (ação geral a ser realizada)
Quando?	No período de 01/09/04 a 10/12/04
Quanto?	Quanto custará a implementação das atividades?
Onde?	No setor de Planejamento (Local)
Por que	Para estancar o problema prioritário das reuniões improdutivas
Como?	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisar modelos nos órgãos públicos; - Escolher modelos; - Adequar modelo ao padrão da empresa; - Indexá-lo à norma de reuniões; - Publicar na intranet a alteração na norma e sua vigência.

Figura 8: Estrutura do 5W2H (4Q1POC). Fonte: Ferreira (2016).

- c) Lista de Verificação: é uma ferramenta de apoio para a identificação de problemas e avaliação do posicionamento do processo. Trata-se de um formulário físico ou virtual para tabular dados de uma observação amostral, nele são identificados a frequência dos eventos de forma prévia referente a um período selecionado. Tem como objetivo a coleta de dados que serão processados e analisados para monitoramento as decisões gerenciais. Para construção da Lista de Verificação é necessário a definição do evento ou problemas a serem observados, delimitação do período a ser observado, definição da metodologia a ser utilizada, construção de um formulário, definição de quem irá coletar os dados, verificação da relevância dos dados coletados, definição de como os dados serão processados e analisados, verificação de como e onde as informações serão utilizadas (RODRIGUES, 2014).

- d) Fluxograma: é uma ferramenta que torna possível a criação de um entendimento em comum, tornando claros os passos de um processo, com a identificação de oportunidades de melhoria (complexidade, desperdício, atrasos, ineficiências e gargalos), revelando tantos problemas no processo como a forma de operação do mesmo (CARVALHO; PALADINI, 2012). O fluxograma é a tentativa de visualização holística de determinada atividade, e por definição, é a representação gráfica das diversas tarefas dos processos. Além de atuar na identificação de problemas, ele contribui também a apresentação de um processo a um novo membro da equipe ou na definição do *layout* adequado para um determinado setor. A simbologia que deve ser utilizada é convencionalizada e existe uma gama de *softwares* especialistas para elaboração dos mesmos, além dos *softwares* de edição de textos que podem ser utilizados para elaboração de fluxogramas menos complexos (BEHR; MORO; ESTABEL, 2008).
- e) Diagrama de *Ishikawa*: também conhecido como diagrama espinha de peixe tem como objetivo representar em forma gráfica os fatores de influência (causa) sobre um determinado problema (efeito). Pode-se organizar as causas nos 6M (mão-de-obra, máquina, método, matéria-prima, medida e meio ambiente) (PAPPA, 2011). Esse diagrama é um organizador visual de ideias, que podem ser selecionadas através do *brainstorming* (FERREIRA, 2014).

2.1.5 Gestão de Riscos

O termo risco teve origem da palavra *risicu* ou *riscu*, do latim, que significa ousar ou *to dare*, em inglês. Ele é entendido como a possibilidade algo não dar certo, porém em seu conceito atual, envolve-se a quantificação e qualificação da incerteza no que se diz respeito as perdas e ganhos, em relação ao que foi planejado, seja pela organização ou por indivíduos. O risco é algo que é inerente as atividades pessoais ou institucionais, podendo envolver ao mesmo tempo ameaças e novas oportunidades (STJ, 2016). Segundo o Orange Book (2004), ele deve ser avaliado em relação à combinação da probabilidade de algo acontecer e o impacto que irá surgir se realmente acontecer.

Devido à grande exposição de qualquer empresa aos riscos, originados seja de fatores econômicos, sociais, legais, tecnológicos ou operacionais, uma boa gestão de riscos é crucial para as organizações alcancem seus objetivos estratégicos. A gestão de

riscos corresponde à prática dentro de uma organização para assegurar que esses objetivos sejam alcançados, com a identificação antecipada de eventos em potencial que podem afetar as organizações, a fim de que não sejam gastos recursos desnecessários com problemas que poderiam ter sido brevemente mapeados. Ela também propõe melhorias contínuas no processo organizacional. Cabe ressaltar que uma boa gestão de riscos é algo contínuo e que deve ter diversas adaptações ao longo do tempo, para que sejam aprimoradas as estratégias (AECI, 2017). Para Ávila (2016) a implantação de um sistema eficaz de gestão de riscos tende a estimular inovações, uma vez que estabelecida, as decisões tomadas nesse cenário tendem a ser mais eficazes.

O COSO (2007), *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission* (Comitê de Organizações Patrocinadoras da Comissão Treadway), apresenta uma matriz tridimensional, representada por um cubo, que pode ser observado na Figura 9. Segundo Hopink (2018), esse cubo é utilizado no mundo todo para controle interno com diversas adaptações em diferentes países. Ele relaciona os objetivos que uma organização deseja alcançar e os componentes do gerenciamento de riscos corporativos que é necessário para esses objetivos sejam atingidos.



Figura 9: Cubo de relação dos objetivos e componentes de uma organização.
 Fonte: COSO (2007).

O gerenciamento de riscos corporativos é constituído de oito vertentes que são inter-relacionados e estão integrados com o processo de gestão (COSO, 2007):

- 1) Ambiente Interno, onde os riscos são identificados e abordados pelo próprio pessoal;

2) Fixação de Objetivos, os mesmos devem existir para que a administração possa identificar os eventos em potencial que podem afetá-los;

3) Identificação de Eventos, devem ser identificados os eventos internos e externos que possam afetar a organização;

4) Avaliação de Riscos, os riscos devem ser analisados com base na probabilidade de ocorrência e suas consequências;

5) Resposta a Risco, a administração define as medidas necessárias para alinhar os riscos ao apetite de riscos da organização;

6) Atividades de Controle, são estabelecidos políticas e procedimentos para assegurar que as respostas aos riscos sejam eficazes;

7) Informações e Comunicações, as informações importantes são identificadas, colhidas e comunicadas dentro do prazo estabelecido;

8) Monitoramento, os processos sofrem diversas mudanças ao longo do tempo, por isso há necessidade do monitoramento da gestão de risco para que sejam realizadas as modificações necessárias.

Os riscos, segundo essa entidade, podem ser categorizados em quatro vertentes: Estratégico (metas gerais, alinhadas com que suportem à sua missão), Operacional (utilização eficaz e eficiente dos recursos), Comunicação (confiabilidade de relatórios) e Conformidades (cumprimento de leis e regulamentos aplicáveis). Esses pilares podem ser subdivididos ou expandidos, conforme cada tipo de organização. Após a avaliação dos riscos, a organização deverá gerar uma resposta em relação aos tratamentos que julgar necessários. As respostas incluem evitar, reduzir, compartilhar ou aceitar os riscos. Ao evitar, as atividades que geram os riscos devem ser descontinuadas. Ao reduzir, são adotadas medidas para reduzir a probabilidade ou impacto dos riscos, ou até mesmo, ambos. Ao compartilhar, há uma redução ou do impacto dos riscos pela transferência ou compartilhamento, com a utilização de técnicas aquisição de seguros, transações de *hedging* ou terceirização de uma atividade. Ao aceitar, nenhuma medida é adotada para afetar a probabilidade ou o grau de impacto dos riscos.

A ABNT NBR ISO 31000 (2009) sugere uma estruturação que deve ser adaptável a realidade de cada organização, deve ser implementada e monitorada, buscando a melhoria contínua. Os critérios a serem utilizados para a significância dos riscos devem refletir os valores, objetivos e recursos de uma organização. Esses riscos devem ser identificados, analisados e avaliados, segundo critérios da norma. Os tratamentos dos

riscos devem ser realizado equilibrando, de um lado, os custos e os esforços de implementação e, de outro, os benefícios decorrentes, relativos a requisitos legais, regulatórios ou quaisquer outros, tais como o da responsabilidade social e o da proteção do ambiente natural.

A ABNT ISO/IEC 31010 faz referência a diversas ferramentas e técnicas para o processo de avaliação de riscos, seus conceitos, aplicabilidades, vantagens e desvantagens. Alguns fatores são importantes para a escolha da ferramenta e técnica adequada, como da complexidade do problema e os métodos necessários para análise, da natureza e o grau de incerteza do processo de avaliação de riscos baseado na quantidade de informações disponíveis e o que é requerido para atender aos objetivos, da extensão de recursos requeridos em termos de tempo e nível de conhecimento especializado, necessidades de dados ou custo e se o método pode fornecer uma saída quantitativa. O Quadro 4, apresentado na próxima página, mostra de forma resumida as ferramentas e técnicas que podem ser utilizadas, e para maiores detalhes a norma citada deve ser consultada (ABNT, 2011).

Quadro 4: Ferramentas e técnicas utilizadas para o processo de avaliação de riscos.

Ferramentas e técnicas	Processo de avaliação de riscos				
	Identificação de riscos	Análise de riscos			Avaliação de riscos
		Consequência	Probabilidade	Nível de risco	
<i>Brainstorming</i>	FA ¹	NA ²	NA	NA	NA
Entrevistas estruturadas ou semi-estruturadas	FA	NA	NA	NA	NA
Delphi	FA	NA	NA	NA	NA
Listas de verificação	FA	NA	NA	NA	NA
Análise preliminar de perigos (APP)	FA	NA	NA	NA	NA
Estudo de perigos e operabilidade (HAZOP)	FA	FA	A ³	A	A
Análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC)	FA	FA	NA	NA	FA
Avaliação de risco ambiental	FA	FA	FA	FA	FA
<i>Técnica estruturada "E se" (SWIFT)</i>	FA	FA	FA	FA	FA
Análise de cenários	FA	FA	A	A	A
Análise de impactos no negócio	A ³	FA	A	A	A
Análise de causa-raiz	NA	FA	FA	FA	FA
Análise de modos de falha e efeito	FA	FA	FA	FA	FA
Análise de árvore de falhas	A	NA	FA	A	A
Análise de árvore de eventos	A	FA	A	A	NA
Análise de causa e consequência	A	FA	FA	A	A
Análise de causa e efeito	FA	FA	NA	NA	NA
Análise de camadas de proteção (LOPA) c	A	FA	A	A	NA
Árvore de decisões	NA	FA	FA	A	A
Análise da confiabilidade humana	FA	FA	FA	FA	A
Análise <i>Bow tie</i>	NA	A	FA	FA	A
Manutenção centrada em confiabilidade	FA	FA	FA	FA	FA
<i>Sneak analysis (SA) e sneak circuit analysis (SCA)</i>	A	NA	NA	NA	NA
Análise de Markov	A	FA	NA	NA	NA
Simulação de Monte Carlo	NA	NA	NA	NA	FA
Estatística Bayesiana e Redes de Bayes	NA	FA	NA	NA	FA
Curvas FN	A	FA	FA	A	FA
Índices de risco	A	FA	FA	A	FA
Matriz de probabilidade/consequência	FA	FA	FA	FA	A
Análise de custo/benefício	A	FA	A	A	A
Análise de decisão por multicritérios (MCDA)	A	FA	A	FA	A

¹ FA - Fortemente aplicável.
² NA - Não aplicável.
³ A - Aplicável.

Fonte: ABNT (2011).

Sequeira (2010) destaca em seu estudo a ferramenta *Bow Tie* (gravata-borboleta), que é realizada através de um diagrama em formato de gravata-borboleta permitindo que sejam analisados os riscos desde as suas causas até as consequências. A origem dessa técnica é desconhecida, os registros foram perdidos ao longo do tempo. Acredita-se que inicialmente era denominado “diagrama borboleta” e que evoluiu dos diagramas de causa/consequência da década de 1970. Essa metodologia teve seu amadurecimento nos anos 90, após o desastre de “Piper Alpha”, que aconteceu em uma plataforma de petróleo localizada no mar do Norte. Miranda (2017) também destaca a essa ferramenta como uma das mais utilizadas na gestão de riscos, devido aos seus benefícios de fácil aplicação e relacionar as causas e consequências as barreiras de mitigação.

2.2 Estado da Arte

Nessa seção são apresentados a análise bibliométrica realizada nas bases de dados *Scopus*® e o *Web of Science*® e os trabalhos relacionados ao tema proposto, provenientes dessa análise bibliométrica e estudos encontrados no Google Acadêmico®.

2.2.1 Análise Bibliométrica

A análise bibliométrica foi realizada utilizando as bases de dados *Scopus*® e o *Web of Science*®. Para a busca, utilizou-se três sintaxes, suas derivações e combinações: Indústria de Petróleo, Inspeção de Equipamentos e Melhoria Contínua. A pesquisa restringiu-se ao título, resumo e palavras-chave. O resultado da pesquisa pode ser observado no Capítulo 2, Seção 2.2.1 desse estudo.

Para a busca de trabalhos científicos relacionados ao tema do presente do estudo, foram utilizadas duas bases de dados conhecidas *Scopus*® e o *Web of Science*®. Segundo Elsevier (2017) o *Scopus*® é o maior banco de dados de resumos e citações da literatura que abrange revistas científicas, livros, processos de congressos e publicações de setor. Possui ferramentas inteligentes e de fácil utilização que possibilitam pesquisas em diversas áreas como ciência, tecnologia, medicina, ciências sociais, artes e humanas.

O *Web of Science*® é uma base de dados multidisciplinar do *Institute for Scientific Information* (ISI) que indexa somente os periódicos mais citados de suas respectivas áreas, é uma das fontes mais confiáveis de dados abertos. Possui ferramentas que possibilitam estudos bibliométricos e cálculo do percentual de autocitações, assim como a criação de rankings por inúmeros parâmetros. Ele possui mais de 1,7 bilhão de

referências citadas e mais de 159 milhões de registros (CLARIVATE ANALYTICS, 2020).

No conjunto de trabalhos analisados, foram selecionados os artigos de periódicos e conferências, livros, ensaios, relatórios, entre outros tipos de trabalhos e publicações de cunho científico. Com relação ao recorte temporal, a pesquisa foi realizada em Dezembro/2019 e contempla todos os trabalhos publicados no período de 2009 até 2019, sendo que no *Scopus*® a busca se deu com as publicações até o momento, com a finalidade de conhecer as técnicas mais inovadoras de melhoria contínua em processos de inspeção de equipamentos.

A Figura 10 ilustra as palavras-chave relacionadas ao tema proposto nesse trabalho, que foram luz para a escolha dos tesouros utilizados na pesquisa realizada nas bases de dados, assim como seus respectivos tesouros.

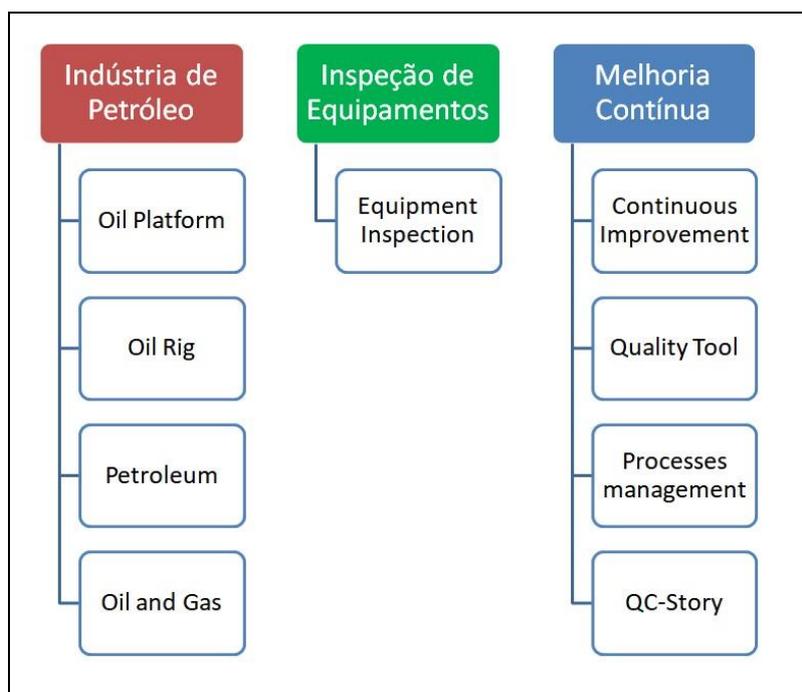


Figura 10: Palavras-chave e termos correspondentes utilizados nas buscas das bases de dados.
Fonte: Própria (2019).

Os termos foram definidos com o objetivo de se obter a maior quantidade possível de trabalhos que abranja os temas dessa pesquisa. A opção pela língua inglesa foi devido ao fato da maioria dos trabalhos científicos serem publicados nesse idioma. Com base nesses termos, foram definidos os tesouros utilizados na busca nas bases de dados, conforme demonstrado no Quadro 5.

Quadro 5: Tesouros para pesquisa em base de conhecimento.

<p>(TITLE-ABS-KEY ("Oil* Indust*" OR " Oil* and Gas* Indust*" OR "Offsho*" OR "Oil* Platform*" OR "Oil* Rig*" OR "Petrol*" OR "Oil* and Gas*") AND</p> <p>TITLE-ABS-KEY ("Equipment* Inspection*" OR Equipment* and Inspection*) AND</p> <p>TITLE-ABS-KEY ("Continu* Improvement*" OR "Qualit* Tool*" OR "QC-Stor*" OR "QC Stor*" OR "qcsotr*" OR "MASP*" OR "Process* Management*"))</p>	<p>#Tesouros de A</p> <p>#Tesouros de B</p> <p>#Tesouros de C</p>
---	---

Fonte: Própria (2019).

Nessa pesquisa, foram utilizadas quatro sintaxes de busca, conforme demonstrado no Quadro 6, relacionando entre si os tesouros de A, B e C, com a utilização dos operadores booleanos aceitos nas duas bases de pesquisa, AND e OR. Na base do *Scopus*® a busca foi limitada título, resumo e palavras-chave. Na base do *Web of Science*® a pesquisa foi por tópico, que também abrange título, resumo, as palavras-chave do autor e o *Keywords Plus*.

Quadro 6: Tesouros de busca nas bases de dados.

Temas	Tesouros de Busca
Indústria de Petróleo e Inspeção de Equipamentos	(Oil* Indust* OR Oil* and Gas* Indust* OR Offsho* OR Oil* Platform* OR Oil* Rig* OR Petrol* OR Oil* and Gas*) AND (Equipment* Inspection* OR Equipment* and Inspection*)
Indústria de Petróleo e Melhoria Contínua	(Oil* Indust* OR Oil* and Gas* Indust* OR Offsho* OR Oil* Platform* OR Oil* Rig* OR Petrol* OR Oil* and Gas*) AND (Continu* Improvement* OR Qualit* Tool* OR QC-Stor* OR QC Stor* OR qcsotr* OR MASP* OR Process* Management*)
Inspeção de Equipamentos e Melhoria Contínua	(Equipment* Inspection* OR Equipment* and Inspection*) AND (Continu* Improvement* OR Qualit* Tool* OR QC-Stor* OR QC Stor* OR qcsotr* OR MASP* OR Process* Management*)
Indústria de Petróleo, Inspeção de Equipamentos e Melhoria Contínua	(Oil* Indust* OR Oil* and Gas* Indust* OR Offsho* OR Oil* Platform* OR Oil* Rig* OR Petrol* OR Oil* and Gas*) AND (Equipment* Inspection* OR Equipment* and Inspection*) AND (Continu* Improvement* OR Qualit* Tool* OR QC-Stor* OR QC Stor* OR qcsotr* OR MASP* OR Process* Management*)

Fonte: Própria (2019).

Como resultado, foi obtido o diagrama de *Veen* demonstrados na Figura 11.

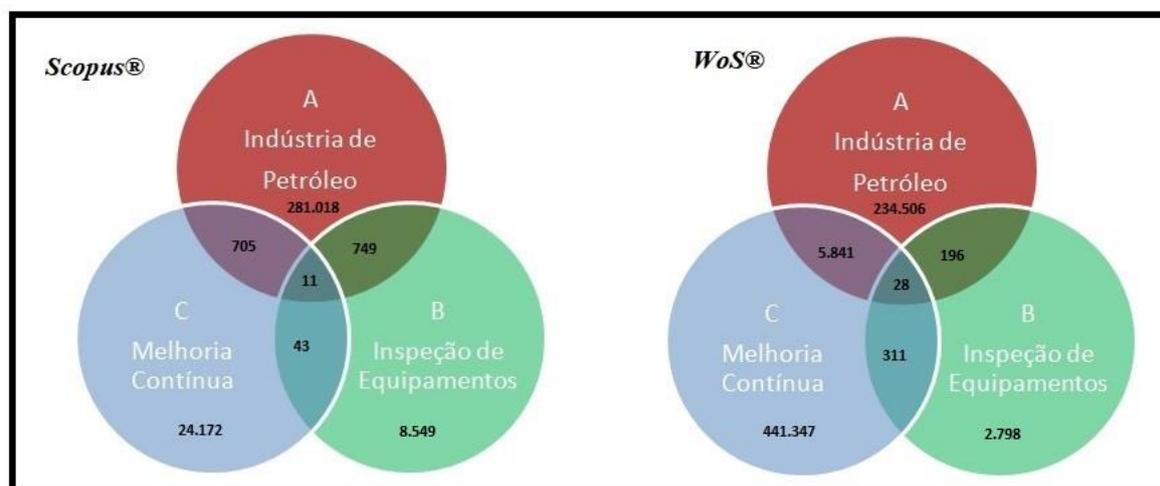


Figura 11: Diagramas de Veen com os resultados da pesquisa nas bases de dados do *Scopus®* e *WoS®* respectivamente. Fonte: Própria (2019).

Todos os resumos dos 39 trabalhos que abrangiam os três temas propostos nesse estudo, apenas 1 era repetido, resultando num total de 38 trabalhos. Desses, foram analisados aqueles que tinham relação com a realidade semelhante ao universo da

inspeção dos equipamentos foram avaliados de forma mais aprofundada. Dos trabalhos avaliados, 15 não tinham nenhuma interação com o objeto desse estudo. Os outros faziam referência a inspeção de equipamentos, com proposta de melhoria contínua, porém não nos processos como um todo, mas sim em algo específico da inspeção. A exemplo, foram encontrados 8 trabalhos que relatavam estudos sobre RBI (Inspeção Baseada em Riscos), suas vantagens, desvantagens e aplicabilidade. Outros 10 trabalhos relatavam sobre corrosão, métodos alternativos para solução e consequências na indústria de petróleo, análise de falhas, inspeção 3D, inspeção por radiofrequência, recertificação de PSVs e as consequências durante remoção para o processo e ROV (*remotely operated underwater vehicle*) como alternativa para inspeção submarina em águas ultra profundas. Como consequência, a amostragem de trabalhos relacionados foi reduzida a 3, conforme Tabela 2:

Tabela 2: Trabalhos Relacionados da Busca de Dados

Trabalhos Relacionados		
Título	Autores	Data
<i>ExxonMobil Production Facility Integrity Management System.</i>	Killian e Lee	2009
<i>Asset Integrity Management System Implementation.</i>	Rezaei e Abbas	2013
<i>Turnaround Inspections Performance Measurement Tool.</i>	Cankara e Al-Azmi	2019

Fonte: Própria (2019).

2.2.2 Trabalhos Relacionados

Os três primeiros trabalhos relatados abaixo são provenientes da análise bibliométrica *apresentada* na Seção 2.2.1, os três últimos trabalhos foram resultados de uma busca atemporal em outra base de dados.

O trabalho desenvolvido por Rezaei e Abbas (2013), demonstra que no KOC (*Kuwait Oil Company*), dentre as treze causas raízes de incidentes do passado, encontram-se a manutenção/inspeção inadequada (19%), liderança/supervisão/planejamento inadequados (30%) e procedimentos/instruções de trabalho pouco claros ou inadequados (13%). Alguns fatores pessoais também foram relacionados, conforme pode ser observado na Figura 12.

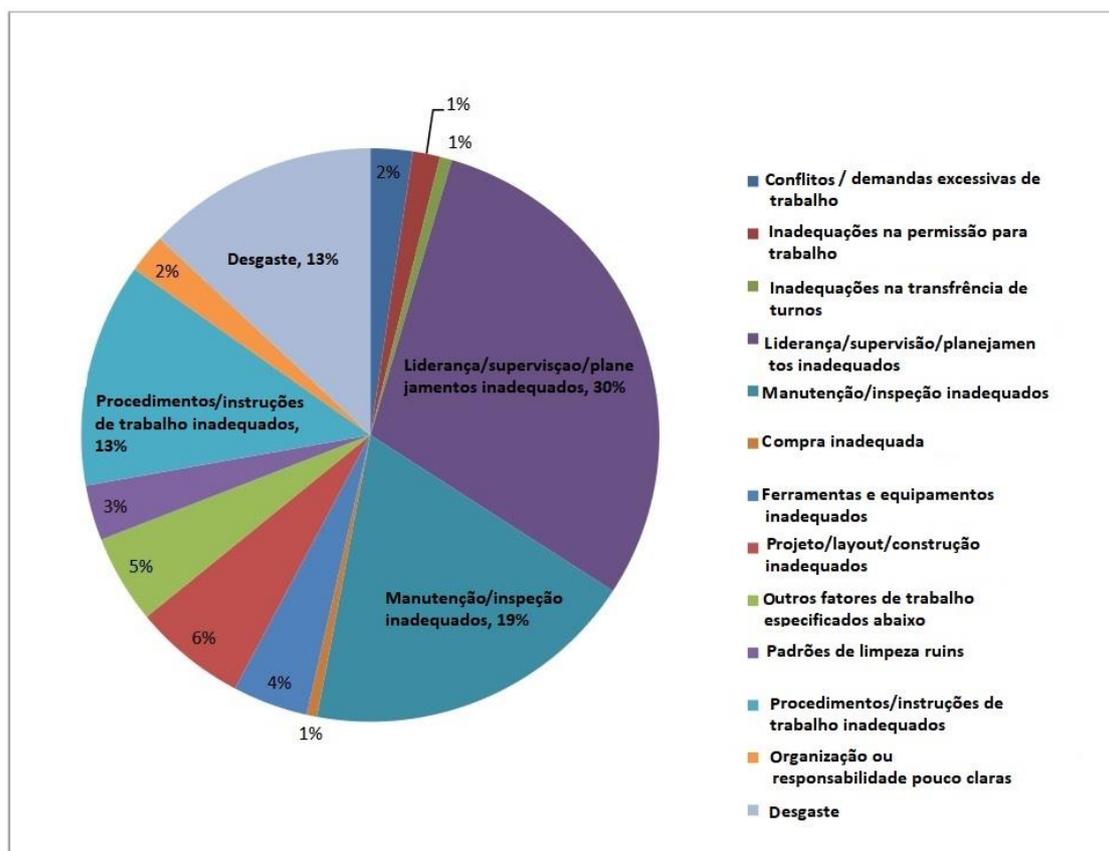


Figura 12: Causas Raízes de Incidentes no KOC. Fonte: Tradução livre de Rezaei e Abbas (2013).

Como forma de tentativa de eliminação dessas causas, cada ativo selecionou um número de KPI's (geradores chaves de desempenho) de acordo com suas necessidades para gerenciamento de integridade de *pipeline* e de instalações. Esse processo é alimentado por melhoria contínua, podendo ser gerados novos KPIs ou modificados.

O estudo de Cankara e Al-Azmi (2019) relacionada os três temas abordados nessa pesquisa, porém com foco diferente. Refere-se especificamente a inspeção em paradas de produção com o desenvolvimento de uma ferramenta que tem o intuito de melhoria contínua nesse processo, o foco desse artigo está em proporcionar uma inspeção segura durante a parada geral de uma unidade ou apenas de um equipamento, considerando a análise de segurança do trabalho, espaço confinado, montagem de andaimes, conformidade com os requisitos corporativos antes da execução do trabalho, qualidade do trabalho em si, desempenho de cronograma e disciplina orçamentária.

No trabalho de Killian e Lee (2009), fornece uma visão geral do sistema desenvolvido e adotado pela ExxonMobil Production Company para gerenciar a integridade e a confiabilidade das instalações. Que tem como objetivo fornecer uma

abordagem abrangente e consistente para o gerenciamento da integridade e confiabilidade dos equipamentos críticos aproveitarem o conhecimento global, experiência e melhores práticas para melhorar a eficácia e eficiência do projeto e execução do programa de integridade da instalação, fornecer um formato comum e integrado que facilite a geração de relatórios efetivos e eficientes, e a melhoria contínua em bases locais e globais.

São definidos os equipamentos críticos que devem ser aprovados pelo gerenciamento técnico e operacional, e há revisões contínuas sobre a listagem desses equipamentos. Os requisitos de manutenção, teste e inspeção são realizados utilizando um processo baseado em riscos. Uma equipe qualificada analisa e define os requisitos baseados em risco para instalações e equipamentos para atender às expectativas de integridade e confiabilidade. A saída do processo de Estratégia do Equipamento é um inventário de atividades de vigilância, monitoramento, manutenção preventiva, inspeção e testes, em intervalos designados. Os manuais do programa de integridade documentam as principais filosofias e suposições usadas no desenvolvimento das atividades de manutenção, inspeção e testes realizadas para categorias ou classes específicas de equipamentos e é um aspecto fundamental para a sustentação do programa. Anualmente, é realizado um cronograma a ser seguido ao longo do ano, a fim de se ter um planejamento de todo que será executado nos equipamentos e quais os recursos necessários. Esse processo pode ser observado de forma esquemática na Figura 13.



Figura 13: Processo de gerenciamento da integridade no ExxonMobil Production Company.
 Fonte: Tradução livre de Killian e Lee (2009).

As atividades de integridade da instalação exigidas pelos programas de integridade são agendadas por meio de um Sistema de Gerenciamento de Manutenção Computadorizado (CMMS). As informações relevantes para a condição do equipamento são coletadas de uma ampla variedade de fontes, incluindo o fabricante do equipamento, o projetista, o operador e o inspetor. Caso alguma atividade não seja realizada dentro do prazo estabelecido, três situações podem ocorrer: comunicação ao setor que as tarefas devem ser realizadas de imediato, permissão da continuidade operacional com a devida análise e/ou inativação do equipamento crítico.

Esse programa de gerenciamento da integridade e confiabilidade das instalações tem sido bem sucedido dentro da empresa. A estrutura do gerenciamento permite que as instalações sejam cuidadosamente tratadas e rigorosamente gerenciadas. Processos

incorporados de gerenciamento, relatórios e avaliação, bem como compartilhamento global de aprendizados, garantem a manutenção e a melhoria contínua.

Diante da escassez de trabalhos que se relacionem ao tema abordado nesse trabalho, foi realizada uma busca atemporal no Google Acadêmico®, que se relacionassem transversalmente com os temas abordados, aonde o trabalho de Soldade (2006) teve destaque por se tratar do desenvolvimento de uma metodologia para diagnóstico da integridade e segurança de equipamentos estáticos com foco em refinarias. Esse trabalho buscou identificar as causas fundamentais de falhas e acidentes, de forma a antecipar-se à ocorrências desses eventos indesejáveis. Teve como foco as atividades de inspeção e de manutenção. Sendo a metodologia desenvolvida baseada em questionários qualitativos.

Em seu trabalho, Santos (2013) utiliza o MASP como ferramenta na busca e solução de problemas no âmbito da engenharia de manutenção em uma indústria de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. A metodologia do seu trabalho se baseou na obtenção de dados que justifiquem ou comprovem teorias ou hipóteses que foram brevemente levantadas. Os atores envolvidos no MASP são todos os colaboradores da empresa, desde os gestores do processo, conselho da qualidade e times de trabalho. A metodologia empregada busca resoluções de problemas pontuais (apoiados pelo ciclo PDCA com utilização de ferramentas da qualidade) e não melhoria contínua no processo como um todo.

Nicolao (2018) avaliou em seu estudo o processo produtivo de uma indústria do setor de papel e celulose propondo e implantando melhorias com a aplicação do MASP, com a realização da identificação e priorização das áreas passíveis de melhorias e análise dos resultados encontrados a fim de que se obter um ganho econômico. O artigo se baseou no problema da matéria-prima da forma de fibra celulósica. Foram levantadas as características do problema, utilização do gráfico de Pareto para identificação das principais causas do problema, identificação da causa raiz do principal problema com o apoio do diagrama de *Ishikawa* e o método dos 5 porquês. Por fim, foi utilizado o 5W2H para levantamento do plano de ação a fim de eliminar o problema.

Diante do exposto sente-se uma carência na literatura em relação a melhoria contínua no setor de inspeção de equipamentos da indústria *offshore* e tem-se uma oportunidade no desenvolvimento de um modelo como forma de contribuir para o enriquecimento do estudo dessa temática.

3 METODOLOGIA

Esse capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizado no presente estudo, sendo eles, a classificação da pesquisa e as etapas para sua elaboração desse documento.

3.1 Classificação da Pesquisa

Segundo Gil (2008), esse estudo pode ser classificado quanto a sua natureza em pesquisa aplicada, pois tem como característica a aplicação dos resultados numa realidade circunstancial. Sob ponto de vista da abordagem, é classificada como qualitativa, pois o levantamento de dados e proposição da metodologia parte de uma análise subjetiva, sem fórmulas ou receitas pré-definidas.

Ainda segundo esse autor, em relação aos objetivos, esse estudo caracteriza-se por ser exploratório e descritivo, exploratório, pois foram realizados levantamentos bibliográficos e documentais, assim como utilização de pessoal qualificado para elaboração e aplicação do modelo proposto. E descritivo, pois tem como objetivo a descrição e entendimento das atividades do setor de inspeção de equipamentos e instalações. A junção das pesquisas exploratórias e descritivas tem como características a aplicação prática do estudo.

Em relação aos procedimentos técnicos, pode-se classificar esse estudo como pesquisa bibliográfica, pois foram realizadas pesquisas em materiais já publicados e reconhecidos cientificamente, pesquisa experimental, pois foram definidas as formas de controle e observação do resultado gerado por essa pesquisa. Levantamento, pois houve interrogação direta das pessoas, para conhecimento sobre os processos em estudo, pesquisa participante, pois houve interação entre o pesquisador e as equipes participantes dos processos. E foi realizado também um estudo de caso (GIL, 2008) (SILVA; MENEZES, 2005). Segundo Yin (2015) o foco do estudo de caso é um fenômeno contemporâneo do mundo real que aponta para um projeto e coleta de dados. O estudo de caso permite que o pesquisador foque em um “caso” e retenham uma perspectiva holística e do mundo real, como por exemplo, processos organizacionais e administrativos.

3.2 Etapas da Pesquisa

Conforme a classificação apresentada na etapa anterior, para realização da pesquisa proposta foram realizadas as seguintes etapas:

- Revisão bibliográfica;
- Elaboração do modelo;
- Aplicação do modelo.

Essas etapas da pesquisa estão descritas abaixo.

3.2.1 Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica foi apresentada no Capítulo 2 do presente estudo. Para a sua realização, foram obtidos como insumos publicações reconhecidas no meio acadêmico referente às principais temáticas relacionadas com o estudo em questão, com buscas de artigos periódicos e conferência, dissertações e teses de doutorado na base de dados do *Scopus*® e o *Web of Science*®, *Google acadêmico*®. Além de livros de autores renomados.

A etapa de revisão bibliográfica foi dividida em duas etapas, Base Conceitual, com a descrição das atividades realizadas dentro do setor de Engenharia de Equipamentos Estáticos, os conceitos relacionados a BMPN, TOPSIS, Métodos de Melhoria Contínua, Ferramentas da Qualidade e Gestão de Riscos. E o Estado da Arte, com a realização de bibliometria e análise dos retrabalhos relacionados.

Freitas (2016) ressalta a revisão bibliográfica como uma importante ferramenta para o encaminhamento adequado de um problema de pesquisa, pois a mesma tem como objetivo iluminar o caminho a ser trilhado. A contextualização e a busca do problema da pesquisa fazem com o que o pesquisador se situe do processo, realizando uma análise do estado atual do conhecimento da sua área de interesse, comparando as abordagens metodológicas com a identificação de semelhanças e conflitos que precisam serem resolvidos. O pesquisador deve além de realizá-la, deve se esforçar para atualizar e integrar os conhecimentos pesquisados.

Segundo Echer (2001), a revisão da literatura, é imprescindível para elaboração de um trabalho científico, pois através dele, tem-se uma ideia clara do problema a ser resolvido. Além de auxiliar o pesquisador na determinação dentro do tema escolhido, do que realmente pesquisar, na captação de novas ideias para a investigação, orientação ao que já é conhecido e percepção de temas poucos pesquisados.

A pesquisa bibliográfica realizada forneceu arcabouço técnico-científico e fundamentação para elaboração do modelo proposto nesse estudo.

3.2.2 Elaboração do Modelo

A etapa de elaboração do modelo encontra-se no Capítulo 4, e ocorreu a partir de buscas na literatura sobre as metodologias e ferramentas da qualidade aplicadas na melhoria contínua de processos, juntamente com as metodologias de gestão de riscos e modelagem de processos. Também foi enriquecido com o entendimento do funcionamento da gerência de Engenharia de Equipamentos Estáticos, dentro da UO-BC, com apoio dos especialistas das áreas através de entrevistas e coleta de dados.

Buscou-se entender o conceito de melhoria contínua dentro de uma organização, as vantagens, benefícios, dificuldades e limitações para o emprego da mesma, assim como as ferramentas mais eficientes para mapeamento e modelagem de processos e análise multicritério aplicável a priorização que fosse mais eficiente e melhor de ser entendida por parte dos *stakeholders*. Um importante estudo também ocorreu para entendimento sobre gestão de riscos aplicados dentro de um setor de uma organização, com foco nos processos.

O modelo teve como base o MASP, fundamentado pelo ciclo PDCA. Trata-se de treze etapas a serem seguidas, subdivididas entre planejamento, execução, verificação e ação, em um ciclo a ser seguido de forma contínua, em que cada aplicação se busca ganhos em relação a otimização e inovação dos processos, para que se tornem mais eficientes. O protótipo proposto buscou atender as necessidades de melhoria contínua dentro de uma gerência, assim como otimizar os processos e facilitar a gestão.

3.2.3 Aplicação do Modelo

A aplicação do modelo em um trabalho científico é de suma importância, para verificar se o que foi proposto realmente atende expectativa. Nessa fase, o modelo proposto deixar de ser apenas teórico e passa a ser prático, com constatações de que o mesmo é aplicável para o que foi inicialmente elaborado.

A aplicação do modelo proposto nesse trabalho foi realizada em um estudo de caso dentro da gerência de Engenharia de Equipamentos Estáticos da UO-BC, dentro da Petrobras, no processo considerado mais crítico na mesma, obtido através de uma priorização pelo método multicritério *The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS).

No primeiro momento houve reuniões com a equipe de gestores do processo e os *stakeholders* para o entendimento da funcionalidade do modelo e como seria aplicado. No segundo momento, as reuniões e sessões de *braisntorming* foram direcionadas para coleta de dados necessários na aplicação do mesmo.

Segundo Yin (2015), o pesquisador deve implementar táticas de pesquisa que possam proporcionar confiabilidade ao estudo, utilizando para este fim, quatro ferramentas: (a) validade do construto; (b) validade interna, (c) validade externa e (d) confiabilidade. A validade do construto é utilizar os conceitos estudados de forma correta para a identificação das medidas operacionais. A validade interna é utilizada apenas para estudos explicativos ou causais e não para estudos descritivos ou exploratórios, e trata-se da busca da relação causal entre o que se acredita que leve a determinada condição, diferente das relações empíricas. A validade externa ocorre com a definição do domínio para qual o estudo pode ser generalizado para outros locais. Já a confiabilidade, procura demonstrar que as operações de um estudo podem ser repetidas, seguindo os mesmos procedimentos obtendo os mesmos achados e conclusões (atenção que os autores e situação devem permanecer as mesmas).

4 MODELO PROPOSTO

Nesse Capítulo são explicados os procedimentos utilizados para a elaboração de cada etapa do modelo proposto nesse trabalho que está representando pela Figura 19 no final da Seção 4.15 desse Capítulo. O modelo desenvolvido teve como base o MASP, as etapas foram fundamentadas por ferramentas da qualidade, notação BPMN para modelagem do processo e gestão de riscos, já descritas no Capítulo 2. No presente capítulo serão demonstradas as suas aplicabilidades e dentro de cada etapa, será informado em que parte do ciclo PDCA se encontram.

4.1 Identificação dos Processos Organizacionais

Segundo Paim et al (2009), qualquer organização produtiva, independente do ramo que atua, necessita que o trabalho desenvolvido seja coordenado, e isso está intrinsecamente relacionado como a forma e os recursos das atividades estão projetados, e a maneira como essas atividades são geridas diariamente, assim como os meios pelos quais a organização gera aprendizado e promove melhorias nas operações. A gestão dos processos é importante para organizar todo o trabalho a ser executado de forma coordenada e produtiva.

Nesta primeira etapa do modelo, será realizada a identificação dos processos principais atuantes dentro da gerência de engenharia de equipamentos estáticos. É importante que o gestor da gerência tenha ciência de quais são seus processos principais (os que possuem suas atividades fins) a qual será aplicado o modelo de melhoria contínua proposto. Essa etapa encontra-se no P (planejamento) dentro do modelo proposto.

As seguintes etapas deverão ser cumpridas para que essa fase seja realizada:

- 1) Coleta de informações com o gestor: deve ser realizada uma entrevista estruturada com o gerente setorial para identificação de todos os processos encontrados na gerência;
- 2) Documentação: devem ser documentados todos os processos informados.

4.2 Definições dos Objetivos e Indicadores dos Processos

Estabelecer os objetivos operacionais dos processos os tornam mais claros e eficazes tanto para o gestor saber o que está gerindo e aonde quer chegar, quanto para os

executantes entenderem a importância da sua atuação e os clientes terem a visão do que poderão receber como produto. Segundo COSO (2007), os objetivos operacionais referem-se à eficácia e eficiência das operações da organização, com objetivo de aprimoramento operacional que impulsionará a organização na direção da sua meta final.

Segundo a FNQ (2016), indicador é uma informação quantitativa ou algum fato relevante capaz de expressar o desempenho de um produto ou processo, considerando a eficiência, eficácia ou nível de satisfação, permitindo o acompanhamento de sua evolução ao longo do tempo. Nutini (2015) corrobora com esse conceito e reforça que o mesmo nasceu para apoiar as decisões, sendo essas variáveis, conforme os objetivos da organização. Essa etapa encontra-se no P (planejamento) dentro do modelo proposto, essa etapa juntamente com a etapa 4.1 e 4.4, permite o levantamento e investigação das características específicas dos processos.

As duas etapas seguintes devem ser seguidas:

- 1) Levantamento dos objetivos de cada processo: deve ser realizada uma entrevista com o gestor do processo a fim de que os objetivos específicos do processo sejam levantados;
- 2) Identificação dos indicadores a serem atingidos: identificar junto ao gestor de cada processo de forma clara e concisa, quais são os indicadores, metas e gatilhos⁷ a serem cumpridos.

4.3 Priorização dos Processos

Os processos críticos são aqueles considerados primordiais para que os objetivos estratégicos da empresa sejam atingidos. Eles precisam ser bem gerenciados para garantir o bom desenvolvimento da organização (SECAF, 2018). No caso desse estudo, considera-se processos críticos, aqueles que mais impactam de forma direta no atingimento das metas designadas ao setor de inspeção de equipamentos estáticos e que se não forem bem administrados, podem trazer prejuízos a gerência.

Nessa etapa, é necessário a priorização dos processos, para Carpinetti (2000), projetos de melhorias selecionados para implementação devem ser os que mais

⁷ Refere-se ao valor mínimo que o indicador pode atingir para que não seja necessária abertura de uma análise crítica do resultado.

contribuem para eficácia e eficiência para o negócio ou que afetem o desempenho ou critérios priorizados.

A realização dessa ordenação dentro da gerência por nível de criticidade será feita com a utilização do método Técnica de Ordenação de Preferências por Similaridade com Ideal Solução (TOPSIS), conforme já mencionado anteriormente (vide Seção 2.1.3), esse método requer poucos recursos computacionais, é de fácil aplicação e entendimento. Como resultado obtém-se as atividades de forma hierarquizadas. Esse método tem por objetivo a escolha da melhor alternativa com um número finito de critérios. O método tenta escolher as alternativas que tenham simultaneamente a menor distância da solução ideal positiva e a maior distância da solução ideal negativa. A solução ideal positiva maximiza os critérios de benefício e minimiza os critérios de custo, enquanto a solução negativa faz o contrário. O TOPSIS fornece uma classificação fundamental de alternativas e não exige que as preferências de atributos sejam independentes, contudo, para aplicação dessa técnica, é necessário que os valores sejam numéricos, aumentando ou diminuindo monotonicamente e tenha unidades comensuráveis (BEHZADIAN et al., 2012). Essa etapa encontra-se no P (planejamento) dentro do modelo proposto.

As etapas para a construção da priorização por esse método estão detalhadas abaixo:

- 1) Definição da missão e visão da gerência: o gerente setorial junto ao coordenador do SPIE deve definir qual é a missão e visão da gerência dentro da unidade operacional;
- 2) Definição do objetivo principal da gerência: Analisando a missão, visão e os impactos que o setor de inspeção de equipamentos estáticos gera dentro da companhia, o gerente setorial e o coordenador do SPIE devem definir o objetivo principal da gerência dentro da empresa.
- 3) Definição dos critérios: Em seu trabalho, Kilic et al. (2014) utilizam o *brainstorming* como um método eficiente para definição de critérios. Ensslin et al. (1998) sugere que os critérios sejam levantados através desse método, quando o facilitador discute os elementos mais importantes juntos aos especialistas. O facilitador deverá se reunir com o gerente setorial e o coordenador do SPIE da gerência para uma sessão, ou quantas

forem necessárias, de *brainstorming* a fim de definir os critérios que sejam importantes para o atingimento do objetivo. A sessão deverá ser guiada por um questionário estruturado, assim como realizado no trabalho de Favretto et al. (2016), onde se obteve um levantamento de dados confiáveis.

- 4) Ponderação dos critérios estabelecidos: O objetivo é transformar os dados qualitativos em quantitativos conforme também realizado no trabalho de Costa e Duarte Junior (2013), em que houve a transformação de dados qualitativos para quantitativos para aplicação do TOPSIS. Nesse estudo, o facilitador deverá solicitar o gerente setorial e o coordenador do SPIE, que seja atribuído um Grau de Importância (GI) utilizando uma escala ordinal de 5 pontos, conforme adaptação do que foi realizado no trabalho de Moraes e Freitas (2009), sendo os conceitos e valores denotados por: 1- Muito Baixo, 2-Baixo, 3-Médio, 4-Alto, 5- Muito Alto, aos critérios estabelecidos em relação ao atingimento dos objetivos da gerência.
- 5) Ponderação das atividades da gerência em relação aos critérios estabelecidos: O facilitador deverá solicitar ao gerente setorial e o coordenador do SPIE a atribuição de influência, também denominada de grau de influência (GIN) em que as atividades têm em relação aos critérios estabelecidos, sendo os conceitos e valores denotados por: 1- Nenhuma, 2-Muito Baixa, 3-Baixa, 4-Média, 5- Alta, 6- Muito Alta.
- 6) Construção da matriz de decisão: Elaborar uma matriz de decisão “m x n”. A letra “A” representa as alternativas, que no caso desse estudo, referem-se às atividades da gerência, e “C” são os critérios de avaliação estabelecidos na etapa 2, onde “ d_{ij} ” representa a pontuação da alternativa i (A_i) no critério j (C_j) que são os resultados da multiplicação dos valores numéricos do resultado do GI e GIN obtidos nas etapas 3 e 4 acima. Conforme Hwang e Yoon (1981), Lima Junior e Carpinetti (2015) e Rufino et al. (2018), segue fórmula genérica da matriz:

$$\begin{array}{c}
C_1 \quad C_2 \quad \dots \quad C_j \quad \dots \quad C_m \\
\begin{array}{c} A_1 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_n \end{array} \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1j} & \dots & d_{1m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ d_{i1} & d_{i2} & \dots & d_{ij} & \dots & d_{im} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{nj} & \dots & d_{nm} \end{bmatrix}
\end{array}
\quad (1)$$

- 7) Normalização da matriz de decisão: A matriz estabelecida do item 5, deve ser normalizada segundo Hwang e Yoon (1981), Lima Junior e Carpinetti (2015) e Rufino et al. (2018):

$$n_{ij} = w_j d_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^n d_{ij}^2} \quad (2)$$

Onde: d_{ij} são os elementos da matriz de decisão e w_j representa os pesos dos critérios, que nesse caso será aplicado 1 para todos, devido as ponderações já realizadas nas etapas 4 e 5.

- 8) Obtenção das soluções ideais positiva (PIS, A^+) e negativa (NIS, A^-): nessa etapa determina-se os melhores níveis que representam a solução ideal (A^+) para cada um dos critérios analisados. Da mesma forma é realizado para os piores níveis, que representa a solução anti-ideal (A^-). As seguintes equações devem ser utilizadas (HWANG; YOON, 1981) (ARESE et al., 2018):

$$A^+ = \{\text{MAX}_j n_{ij} | j = 1, 2, \dots, m\} = \{n_1^+, \dots, n_j^+, \dots, n_m^+\} \quad (3)$$

$$A^- = \{\text{MIN}_j n_{ij} | j = 1, 2, \dots, m\} = \{n_1^-, \dots, n_j^-, \dots, n_m^-\} \quad (4)$$

Onde: n_j^+ representa a melhor pontuação alcançada pelas alternativas no critério j e n_j^- representa a pior pontuação das alternativas nesse mesmo critério.

- 9) Cálculo das distâncias entre os elementos da matriz de decisão: com a matriz normalizada e ponderada, calcula-se a distância D^+ e D^- conforme equações 5 e 6 respectivamente (HWANG; LAI; LIU, 1993):

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (n_{ij} - n_j^+)^2} \quad (5)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (n_{ij} - n_j^-)^2} \quad (6)$$

- 10) Cálculo do coeficiente de aproximação (CCi): nessa etapa, é calculado o coeficiente de aproximação de cada alternativa. Quando mais aproximado de 1 for o valor do CCi, melhor o desempenho da alternativa (HWANG; LAI; LIU, 1993) (RUFINO; FRACAROLLI; LIMA JUNIOR, 2018) :

$$CCi = D_i^- / (D_i^+ + D_i^-) \quad (7)$$

- 11) Ordenação das atividades da gerência: Nessa etapa as atividades da gerência são ordenadas em ordem crescente conforme resultado da equação 7. Essa ordem deverá ser utilizada para aplicação das demais etapas do modelo de melhoria contínua.

4.4 Mapeamento e Modelagem do Processo Prioritário

Após a etapa de priorização dos processos da gerência, ou seja, a definição por ordem de criticidade que os mesmos possuem dentro do setor, é necessário mapear e modelar o processo escolhido.

Os processos de negócio representam um conjunto hierárquico de atividades e tarefas interconectadas (CARPINETTI, 2000). Cheung e Bal (1998) definem o mapeamento de processo como uma técnica de orientação para o processo de suas operações, permitindo o desenvolvimento, projeto ou avaliação de processos existentes. Esse mapeamento pode ocorrer no setor, departamento ou na organização como um

todo. Eles afirmam também que a escolha da técnica adequada para essa realização, é um fator muito importante.

Como vantagens, o mapeamento dos processos traz 1) melhoria do processo como um todo, eliminando tarefas desnecessárias e regras obsoletas, ineficientes e gerenciamento desnecessário; 2) padronização de documentação; 3) facilidade na documentação; 4) destreza de leitura; 5) homogeneidade de conhecimento para todos os membros da equipe; 6) complemento total na documentação dos processos (SILVA; VILELA; MUNIZ, 2013).

Cabe ressaltar também, que o mapeamento dos processos auxilia os gestores a tomarem decisões importantes para empresa, principalmente se gestor é novo no setor que está atuando e necessita de conhecimento sobre cada processo que gerencia de forma rápida e eficiente.

Os processos da gerência devem ser modelados utilizando a notação BPMN, com suporte de um *software* de apoio a modelagem com suporte gráfico e visual. Segundo Braun (2015), essa linguagem é uma das mais predominantes dentro do campo da modelagem corporativa se constituindo como padrão de fato para modelagem de processo de negócio. Em seu trabalho Lobo et al. (2018), utiliza essa mesma notação para mapear e modelar processos críticos, em uma indústria de óleo e gás no Brasil. Obtendo como resultado ganhos em curto prazo. O mapeamento ocorreu em seu estado atual (*as is*), com a utilização da ferramenta de qualidade, *brainstorming*.

Sempre que houver modificação em qualquer processo, o mapeamento e a modelagem precisam ser realizados, para que reflita a real situação do processo naquele momento. Essa etapa encontra-se no P (planejamento) dentro do modelo proposto.

Para realização dessa etapa os seguintes passos devem ser realizados:

- 1) Definição de qual profissional que irá realizar a modelagem do processo: a gerência deve definir e informar ao gestor do processo qual o profissional designado para realização da modelagem do processo.
- 2) Coleta de informações do processo: o programador deve coletar as informações das atividades que compõe o processo junto ao gestor do processo por meio de entrevista não estruturada e individual.
- 3) Modelagem do processo em BPMN com base nas informações coletadas: a modelagem do processo é realizada pelo programador baseada nas informações

fornecidas pelo gestor do processo, permitindo assim que o mesmo seja desenhado de forma iterativa, contemplando todas as atividades pertinentes aquele processo, assim como a atribuição de cada atividade a pessoa responsável.

- 4) Validação do modelo pelo gestor: ao final da modelagem, o programador apresenta o modelo elaborado ao gestor do processo que deve realizar a validação e verificar se todos os itens pertinentes no padrão que regem a atividade estão contemplados (caso aplicável). Caso haja alguma observância, o modelo deve ser retificado conforme novas informações.
- 5) Validação do modelo pelos *stakeholders*: após validação do modelo elaborado pelo gestor do processo, o mesmo deve também ser validado pelos *stakeholders* (participantes da equipe), essa validação é feita por meio de *brainstorming* mediada pelo programador. Caso haja alguma observância, o modelo deve ser retificado conforme novas informações;
- 6) Definição dos objetivos específicos do processo: caso o processo seja subdividido, o gestor deve informar qual o objetivo principal de cada etapa.

4.5 Avaliação dos Indicadores do Processo

Segundo Fernandes (2004), a informação é um fator importante e determinante do sucesso da empresa, pois é a partir de sua interpretação que o gestor toma decisões e formula planos que irão direcionar o destino da organização. Diante disso, a informação para ser bem utilizado, precisa ser traduzida em uma linguagem de uso comum, para que possibilite uma tomada de decisão eficaz. O indicador é o agente tradutor da informação,

Diante do exposto, tem-se a importância do estabelecimento de indicadores concisos, fiéis, úteis, pontuais e que retratem a realidade do processo, permitindo que o gestor tenha a visão sobre os objetivos estabelecidos, se estão sendo cumpridos ou se é necessário a intervenção com alguma ação. Essa etapa encontra-se no P (planejamento) dentro do modelo proposto.

Abaixo seguem os passos a serem realizados para essa etapa:

- 1) Realizar reunião com o gestor do processo e o gerente setorial;
- 2) Mostrar os atuais indicadores dos processos aos mesmos;

- 3) Perguntar se os indicadores estabelecidos até então demonstram todas as atividades realizadas dentro do processo;
- 4) Perguntar se as metas e gatilhos estabelecidos atendem para o atingimento dos objetivos;
- 5) Modificar ou criar novos indicadores;
- 6) Modificar ou criar os valores de metas e gatilhos.

4.6 Identificação dos Riscos Inerentes

A gestão de riscos incentiva a perspicuidade da organização, de forma a contribuir para se obtenha uma gestão eficaz e eficiente dos recursos e fortalece a reputação da imagem organizacional (FINATI, 2018).

A primeira etapa para identificação dos riscos inerentes as atividades de inspeção de equipamentos é uma sessão de *brainstorming* com toda a equipe do processo. O facilitador irá realizar a intermediação anotando todas as ideias advindas da equipe sem filtro. Em um segundo momento, as ideias (riscos) devem ser compactadas conforme suas semelhanças e classificados em relação a sua categoria, conforme Quadro 7. Essa etapa encontra-se no P (planejamento) dentro do modelo proposto.

Quadro 7: Categoria dos riscos.

Categoria dos Riscos	
Estratégicos	Eventos que possam impactar na missão, nas metas ou nos objetivos estratégicos, caso venham ocorrer.
Operacionais	Eventos que possam impactar as atividades da unidade, normalmente associada a falhas, deficiência ou inadequação dos processos internos, pessoas, infraestruturas e sistemas. Prejudicando o esforço da gestão em relação a eficácia e eficiência dos processos organizacionais.
Reputação	Eventos que podem comprometer a reputação da gerência frente aos seus clientes.
Conformidade	Eventos que podem afetar o cumprimento de leis, normas e padrões internos.
Integridade	Eventos que podem afetar a probidade da gestão dos recursos públicos e das atividades da gerência, causados pela falta de honestidade e desvios éticos.
Comunicação	Eventos que podem afetar a comunicação com os clientes ou confiabilidade dos resultados divulgados.

Fonte: Adaptado de Pereira e Bergamaschi (2018).

Os seguintes passos devem ser seguidos para realização dessa etapa:

- 1) Realizar uma sessão de *brainstorming* com a equipe do processo;
- 2) Realizar o levantamento de todos os riscos inerentes do processo;
- 3) Classificar os riscos em relação a categoria utilizando o Quadro 7 como subsídio;

4.7 Classificação dos Riscos

Nessa etapa do modelo, é necessário que os riscos levantados na etapa anterior sejam classificados quanto aos impactos e probabilidade, para que as ações, caso necessárias, estejam mapeadas e sejam implementadas. Será utilizada como luz para essa classificação a metodologia adotada pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Essa metodologia segue as bases da ABNT NBR ISO 31000:2009 e o Manual de Implementação do Programa de Integridade da CGU (Controladoria Geral da União).

Segundo Pereira e Bergamaschi (2018), os riscos devem ser classificados quanto a probabilidade de ocorrência e o impacto em caso de materialização, de posse dessas duas informações, é possível a elaboração da matriz de probabilidade e impacto ou também chamado de mapa de calor. Pode-se avaliar esses dois termos utilizando uma escala de 1 a 4, onde 1 é uma probabilidade muito abaixo/impacto muito baixo e 4 é uma probabilidade alta/impacto alto. Essa etapa encontra-se no P (planejamento) dentro do modelo proposto.

Os passos dessa etapa são os seguintes:

- 1) Definição da escala de probabilidade e impacto dos riscos levantados com o gestor do processo, coordenador do SPIE e gerente setorial, onde:
 - a) Avaliação em relação probabilidade de ocorrência:
 - Muito baixa (1): a probabilidade de o evento ocorrer é baixíssima, embora ainda não tenha ocorrido;
 - Baixa (2): o evento ocorre raramente;
 - Média (3): o evento já ocorreu algumas vezes e pode voltar a ocorrer;

- Alta (4): o evento já ocorreu várias vezes e é provável que volte a ocorrer.
- b) Avaliação em relação ao impacto do risco na organização:
- Muito baixo (1): as consequências, caso o evento ocorra, são insignificantes para o objetivo da organização;
 - Baixo (2): o evento ocorre raramente;
 - Médio (3): consequências relevantes em atividades ou processos que não sejam considerados prioritários, ou consequências menores em atividades ou processos prioritários;
 - Alto (4): consequências relevantes em atividades ou processos prioritários.
- 2) Calcular o resultado do nível de risco inerente, seguindo a Fórmula 8, com a finalidade de obter o mapa de calor semelhante ao mostrado na Figura 14, classificando os riscos como muito baixo, baixo, médio ou alto, conforme as faixas estabelecidas na Tabela 3;

$$RI = I \times P \quad (8)$$

Onde: RI representa o Nível de Risco Inerente

I representa o impacto gerado pelo risco estabelecido

P representa a probabilidade do risco estabelecido

A classificação dos riscos, também pode ocorrer pelo cruzamento dos valores de impacto e probabilidade do mapa mostrado na Figura 14.

NÍVEL DE RISCO			IMPACTO			
			1	2	3	4
			Muito baixo	Baixo	Médio	Alto
PROBABILIDADE	1	Muito baixa		MUITO BAIXO		
	2	Baixa			BAIXO	
	3	Média			MÉDIO	
	4	Alta			ALTO	

Figura 14: Mapa de Calor segundo classificação de Pereira e Bergamaschi (2018).

Tabela 3: Níveis dos Riscos Conforme Pontuação de Probabilidade x Impacto.

Escala de Nível de Risco	
Níveis	Pontuação
Muito Baixo	1 a 3
Baixo	4 a 6
Médio	7 a 11
Alto	12 a 16

Fonte: Própria (2020).

Os graus dos riscos apresentados nesse Mapa de Calor, estão em apresentada no Manual para Implementação de Programas de Integridade da GCU. A pontuação dada pela escala de criticidade possibilita organizar os riscos em níveis, obtendo assim, uma priorização, ou seja, quanto maior for sua pontuação, significa que é mais crítico, e requer tratamento mais prioritário.

- 3) Com o mapa de calor pronto, é visível, através da classificação, a ordenação dos riscos prioritários. Realizar *brainstorming* com os *stakeholders para* definição do apetite a risco da gerência (pré-disposição em assumir determinados níveis de exposição ao risco);
- 4) Retirar da listagem os riscos que estão abrangidos pelo apetite definido na Etapa 3 dessa Seção e listar os riscos que precisam de algum tratamento.

4.8 Análise dos Controles Existentes

Após a etapa 4.7 de classificação dos riscos, eles são analisados pela técnica de *bow tie* (gravata-borboleta) sendo priorizados os riscos com maior grau para início da realização. Segundo Miranda (2017), essa técnica é uma maneira esquemática simples de descrever e analisar os caminhos de um risco, considerando desde as causas até as consequências, sendo o foco nas barreiras entre as causas e o risco, e o risco e as consequências. São realizadas a partir de uma sessão de *brainstorming*.

Como vantagens a técnica de *bow tie* apresenta uma forma de entendimento mais fácil que outras, pois possui uma representação gráfica clara do problema, podendo ser uma ferramenta de comunicação útil. Foca a atenção nos controles supostamente

existentes para prevenção e atenuação, bem como sua eficácia e não necessita de um alto nível de especialização para utilizar. A Figura 15, mostra de forma esquemática a *bow tie*.

As etapas para avaliação dos riscos através do *bow tie*, adaptado segundo Miranda (2017) estão descritas abaixo. Cabe ressaltar, que nessa etapa será considerado a avaliação do lado esquerdo da *bow tie*, sendo a avaliação do lado direito, realizado na Etapa 4.9. Essa etapa encontra-se no P (planejamento) dentro do modelo proposto.

- 1) Um risco específico é identificado e colocado como nó central;
- 2) Listar as causas do evento considerando as fontes de risco (ou perigo em um contexto de segurança);
- 3) O mecanismo pela qual a fonte de risco leva ao evento crítico é identificado;
- 4) São traçadas linhas entre cada causa e o evento formando o lado esquerdo da *bow tie*, os fatores que podem levar a uma intensificação tem a possibilidade de serem incluídos no diagrama;
- 5) As barreiras que evitariam que cada causa leve a consequências não desejadas, podem ser mostradas, como barras verticais cruzando a linha. A abordagem pode ser utilizada para as consequências positivas, em que as barras refletem os “controles” que estimulam a geração do evento;

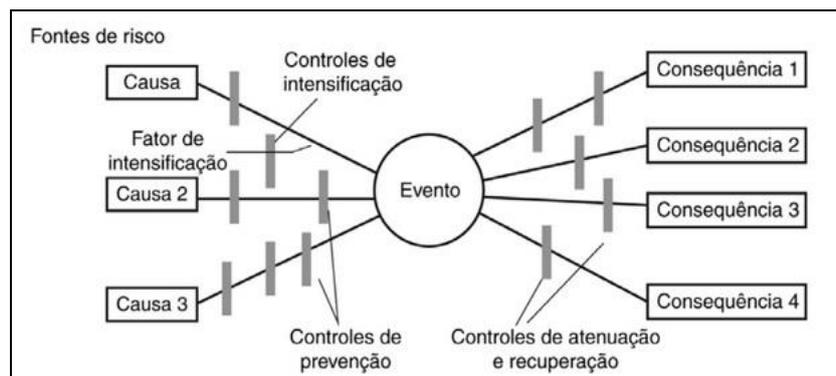


Figura 15: Representação da *Bow Tie*. Fonte: ABNT (2011).

4.9 Identificação dos Riscos Residuais

Segundo Saraiva et. al (2015), riscos residuais são os que permanecem no processo após a implementação de controles que permitam reduzir a probabilidade e/ou

impacto do evento, evitando, reduzindo, compartilhando ou aceitando o mesmo. Essa etapa encontra-se no P (planejamento) dentro do modelo proposto.

Para realização dessa etapa deverão ser seguidos os dois passos seguintes:

- 1) Verificar a eficácia dos controles existentes para cada risco identificado na Etapa 4.8, seguindo a Tabela 4.

Tabela 4: Classificação dos Controles Existentes.

Eficácia do Controle	Descrição	Fator de Avaliação dos Controles
Inexistente	Ausência completa de controle.	1
Fraco	Os controles são aplicados caso a caso, de forma individual, confiando no conhecimento das pessoas, conseqüentemente, tendo grande probabilidade de erros.	0,8
Insatisfatório	O controle aplicado mitiga apenas nuances dos riscos associados, por não contemplar todos os aspectos relevantes dos riscos.	0,6
Satisfatório	O controle aplicado mitiga o risco de forma satisfatória. É sustentado por ferramentas adequadas, embora possam ser aperfeiçoadas.	0,4
Forte	O controle aplicado mitiga o risco associado em todos os seus aspectos relevantes, podendo enquadrar em um nível de "melhor prática".	0,2

Fonte: Adaptado de Pereira e Bergamaschi (2018) e TCU (2018).

- 2) O fator de avaliação dos controles deverá ser multiplicado a probabilidade e impacto do risco, conforme fórmula abaixo, e o novo valor obtido deverá ser utilizado para realizar a próxima etapa;

$$RR = I \times P \times ((\sum FC_n)/n) \quad (9)$$

Onde: RR representa o Nível de Risco Residual;

I representa o impacto gerado pelo risco estabelecido;

P representa a probabilidade do risco estabelecido;

FC representa o fator de avaliação dos controles;

n representa o número de controles existentes.

- 3) Realizar a etapa 4.7 desse capítulo novamente;
- 4) Verificar quais são os riscos residuais do processo;
- 5) Estabelecer qual método de tratamento adequado para o risco em questão, conforme opções de tratamento descritos no Quadro 8.

Quadro 8: Opções de tratamento dos riscos estabelecidos.

Opções de Tratamento	Descrição
Reduzir	Um risco é reduzido ou mitigado quando for classificado fora do apetite de risco estabelecido. A implementação de controles deve ser efetuada para atenuação dos impactos gerados pelo risco associado e deve ter um custo/benefício adequado e aceitável.
Compartilhar	Um risco deve ser compartilhado quando for classificado fora do apetite de risco estabelecido. A implementação de controles não possui um custo/benefício adequado e aceitável. Devem ser utilizadas técnicas de aquisição de seguros ou terceirização de uma atividade.
Evitar	Um risco deve ser evitado quando for classificado fora do apetite de risco estabelecido. A implementação de controles não possui um custo/benefício adequado e aceitável e não há possibilidade de compartilhamento do mesmo.
Aceitar	Um risco é aceito quando está nas faixas do apetite de riscos estabelecidos. Nenhum controle precisa ser implementado para atenuação.

Fonte: Própria (2020).

Caso a opção seja por redução do risco, o passo 6 descrito abaixo deverá ser realizado. Caso seja definida outra opção de tratamento, a mesma deverá ser descrita, justificada e detalhada.

- 6) Realizar a avaliação pela *bow tie* novamente, porém considerando o lado direito agora, considerando as ações que devem ser realizadas para mitigar as consequências geradas:

- a) No lado direito da *bow tie*, diferentes consequências potenciais do risco são identificadas e linhas são desenhadas para irradiar do evento de risco para cada consequência potencial;
 - b) As barreiras para a consequência são representadas como barras que cruzam as linhas radiais. Pode ser utilizada para efeitos positivos, em que as barras refletem os “controles” que suportam a geração das consequências;
 - c) As funções de gestão para os controles podem ser mostradas sob a *bow tie* e vinculadas ao respectivo controle.
- 7) Registrar em uma planilha as informações obtidas.

4.10 Abrangência de Acidentes Ocorridos na Organização aos Processos da Gerência

Nessa etapa do modelo, deverá ser realizada uma abrangência, pelo gerente setorial e os gestores da gerência a força de trabalho, dos acidentes ocorridos dentro da companhia, que se relacionem com suas atividades. Essa etapa encontra-se no P (planejamento) dentro do modelo proposto.

As seguintes etapas devem ser seguidas na primeira vez que o modelo é aplicado:

- 1) Armazenamento dos alertas de acidente: Criar uma pasta da rede, organizado por ano e mês, com todos os alertas enviados pelo SMS ao gerente setorial que se relacionem com os processos da gerência;

As seguintes etapas devem ser seguidas a partir da segunda aplicação do modelo:

- 2) Identificação dos acidentes em que não houve abrangência na gerência: o gerente setorial deverá identificar os acidentes ocorridos dentro da organização que esteja relacionado com algum escopo das atividades realizadas dentro da gerência, em que não houve comunicação a força de trabalho;
- 3) Comunicação oficial a força de trabalho sobre o acidente ocorrido: Comunicar nas reuniões de análise crítica a equipe *onshore* e nas reuniões quinzenais a equipe *offshore* os acidentes recebidos via alerta do SMS, que

esteja relacionado com algum escopo das atividades desenvolvidas, as causas e consequências, e quais processos são envolvidos;

- 4) Verificação do padrão do processo: o gestor do processo deverá verificar se a causa raiz do acidente divulgado tem relação com o escopo de trabalho da sua equipe, em caso positivo, verificar se do(s) padrão(ões) que regem as suas atividades estão contemplados com o escopo que evite a ocorrência de um acidente semelhante;
- 5) Inclusão da abrangência no padrão que rege o processo (caso pertinente): o gestor do processo deverá solicitar a revisão do(s) padrão(ões) que definem as atividades do processo para que seja incluída uma abrangência da causa raiz do acidente;
- 6) Orientação a equipe (caso pertinente): o gestor do processo deverá reforçar a comunicação a sua equipe para que leiam e sigam a nova revisão do padrão. O fluxograma que abrange os itens 2 ao 6, está representado na Figura 17;
- 7) Causa raiz da falta de comunicação ou atualização do padrão: deverá ser realizada uma análise da causa raiz caso tenha ocorrido falta de comunicação a força de trabalho, por parte do gerente setorial ou a falta de atualização no padrão sobre os acidentes ocorridos, utilizando o diagrama de *Ishikawa* (diagrama de causa e efeito), o modelo está representando na Figura 16;
- 8) Tratamento das causas identificadas: as causas identificadas devem ser tratadas para que não ocorram novamente, utilizando ferramenta 5W1H (respondendo as perguntas o que? quando? quem? onde? por quê? como?), as perguntas devem ser respondidas e gerado plano de ações para esse tratamento.

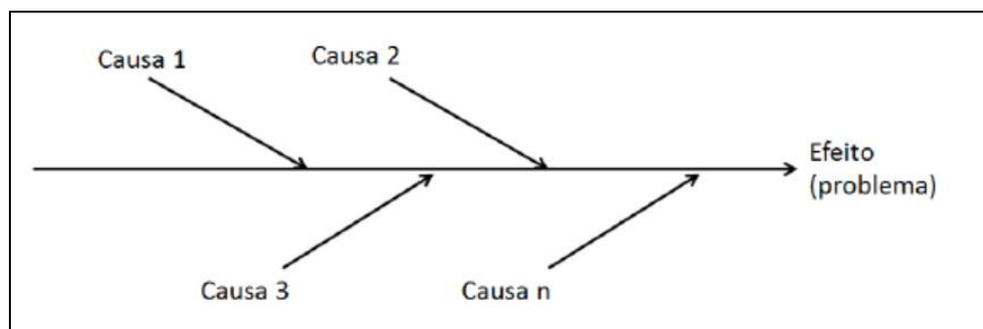


Figura 16: Diagrama de *Ishikawa* (*causa e efeito*). Fonte: Pereira e Bergamaschi (2018)

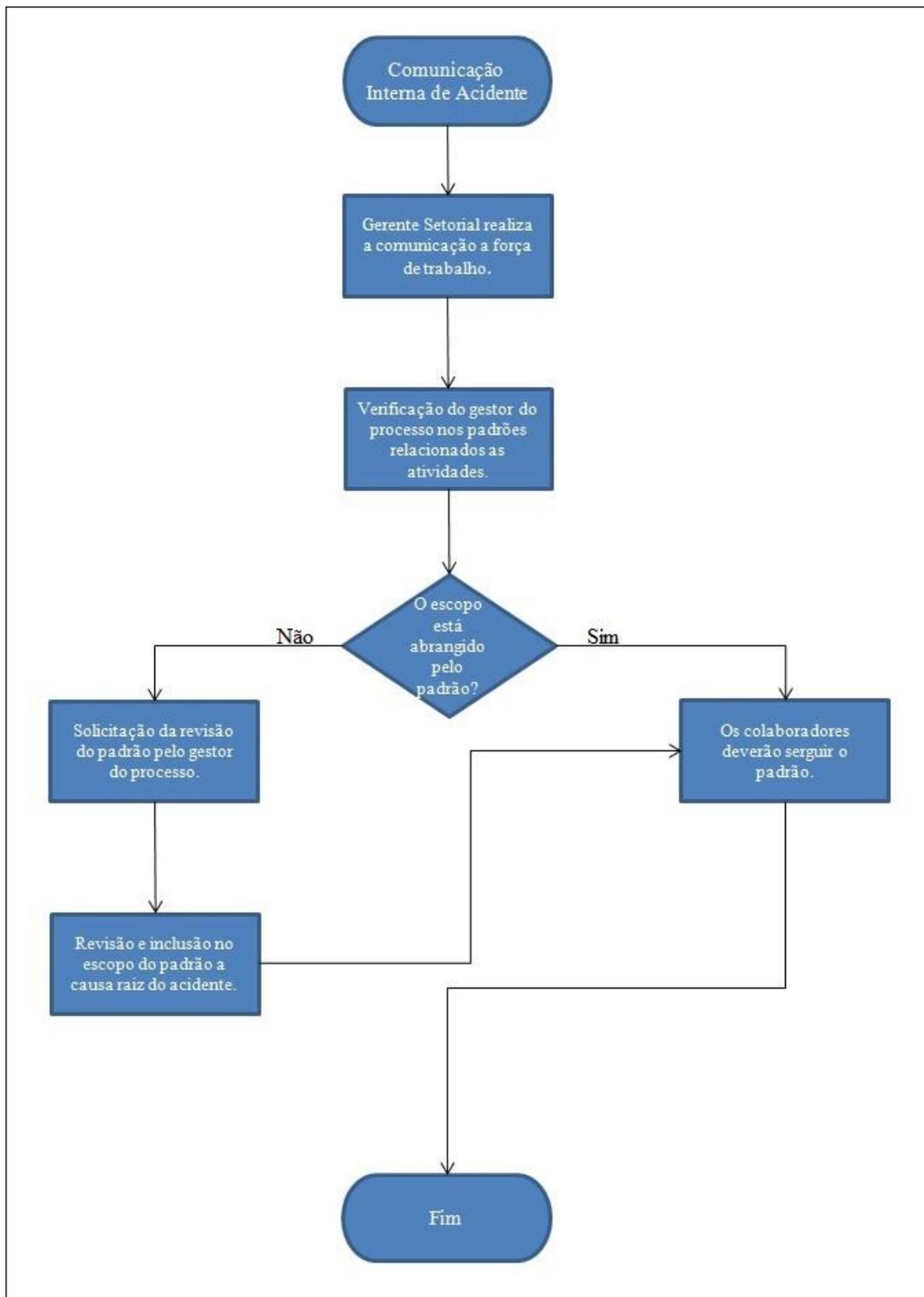


Figura 17: Fluxograma de abrangência de acidentes. Fonte: Própria (2019).

4.11 Plano de Ações

Nessa etapa do modelo é elaborado plano de ações para solucionar os problemas decorrentes da avaliação dos indicadores (Etapa 4.5), dos riscos residuais dos processos (Etapa 4.6) e falhas na abrangência de acidentes (Etapa 4.10). Optou-se pela utilização da ferramenta da qualidade 5W2H (*What, Why, Who, When, Where, How e How Much*), que procura responder as questões: “o que deve ser feito” – determina a tarefa que deverá ser realizada, “por que deve ser feito” – a motivação da tarefa, “quem deverá fazer” – institui um responsável para realização da tarefa, “quando deverá ser feito” – determina uma data ou cronograma para realização da tarefa, “onde deverá ser feito” – qual o local ou sistema a tarefa deverá ser realizada, “como deverá ser feito”- quais são os recursos, processos ou atividades necessárias para realização da tarefa e “quanto custará”- determina se há algum custo para que a tarefa seja realizada, conforme pode ser observado na Figura 18 (COLETTI; BONDUELLE; IWAKIRI, 2010) (RODRIGUES, 2014).

Segundo Corrêa et al. (2019) essa ferramenta assegura e informa um conjunto de plano de ação a fim de diagnosticar um problema e planejar ações. Em um quadro estruturado com o 5W2H é possível visualizar a solução adequada de um problema, com possibilidades de acompanhamento da execução de uma ação. É possível definir os métodos, prazos, responsabilidades e recursos para que o objetivo seja atingido. Essa etapa encontra-se no P (planejamento) dentro do modelo proposto e permite a identificação de pontos de melhorias dentro da gerência.

Os seguintes passos devem ser seguidos:

- 1) Para cada problema ou sugestões encontradas (problemas ou sugestões decorrentes da avaliação dos indicadores (Etapa 4.5), dos riscos residuais dos processos (Etapa 4.9) e falhas na abrangência de acidentes (Etapa 4.10), deverá ser respondido as seguintes perguntas: “o que deve ser feito”, “por que deve ser feito”, “quem deverá fazer”, “quando deverá ser feito”, “onde deverá ser feito”, “como deverá ser feito” e “quanto custará”;
- 2) As perguntas deverão ser respondidas por análise via *brainstorming* com participação dos *stakeholders* (gestor do processo, coordenador do SPIE e gerente setorial);

- 3) Como resultado, obtém-se um plano de ação que deverá ser cadastrado em um sistema de acompanhamento de ações da gerência;

Plano de Ação 5W2H						
Data da Criação:		Data da Revisão:		Objetivo:		
5W					2H	
O que? (What?)	Por quê? (Why?)	Responsável? (Who?)	Data para conclusão (When?)	Onde? (Where?)	Como? (How?)	Quanto custará? (How Much?)

Figura 18: Representação do 5W2H. Fonte: Própria (2019).

4.12 Realização do Plano de Ações

Nessa etapa do modelo, o plano de ações estabelecido na etapa anterior deverá ser realizado. Essa etapa encontra-se no D (execução) dentro do modelo proposto.

Com essa finalidade, as seguintes etapas deverão ser seguidas:

- 1) O responsável por cada ação deverá entrar no sistema especificado pela gerência para verificar quais ações estão em seu nome e executá-las;
- 2) Cada responsável deverá atualizar o sistema com o andamento das ações até a sua conclusão;
- 3) Cada responsável deverá verificar periodicamente a data máxima de conclusão e caso encontre necessidade, solicitar ao seu gestor imediato alteração de prazo com a devida justificativa;
- 4) O responsável deverá concluir as ações na data estabelecida.

4.13 Verificação do Plano de Ações

Nessa etapa será verificado pelo gestor do processo, se o plano de ações estabelecido está sendo realizado e quais as dificuldades encontradas. Essa etapa encontra-se no C (verificação) dentro do modelo proposto.

As três seguintes etapas devem ser realizadas:

- 1) Verificar se o plano de ações está sendo realizado dentro do prazo estabelecido;
- 2) Verificar se houve algum gargalo durante a execução;
- 3) Verificar se houve escassez de recurso de qualquer natureza para realização;

4.14 Padronização das Ações

A padronização busca organizar os fluxos de trabalho, para que se obtenha um melhor resultado. Além de registrar em padrões novas atividades que precisam ser desenvolvidas a fim de que o processo tenha uma melhoria. Essa etapa encontra-se no A (ação) dentro do modelo proposto.

As seguintes etapas devem ser seguidas para padronização das ações:

- 1) Estabelecer datas periódicas para que o gerente setorial acompanhe o andamento do 5W2H;
- 2) Atribuir uma meta de cumprimento do plano de ação no GD (Gerenciamento de Desempenho) do colaborador responsável pela execução da mesma;
- 3) Realizar alteração no padrão caso necessário, em decorrência de alguma mudança operacional advinda do plano de ações;
- 4) Comunicar aos colaboradores e *stakeholders* sobre essas mudanças;
- 5) Verificar se as ações após concluídas estão sendo realizadas, mantendo uma rotina de auditoria.

4.15 Avaliação das Ações de Controle e Melhorias

Essa etapa é de conclusão das etapas do modelo desenvolvido, ou seja, de verificação da eficiência do processo de melhoria contínua. Deverá ser analisado se os problemas encontrados durante todas as etapas do modelo estão sendo solucionados de forma eficiente. Essa etapa encontra-se no A (ação) dentro do modelo proposto.

Os seguintes passos devem ser seguidos:

- 1) Verificar se os indicadores do processo têm alcançado meta ou melhorado com a implantação do plano de ações;
- 2) Avaliar o índice de satisfação dos clientes após a implementação dos planos de ações;
- 3) Quantificar as áreas do processo em que os clientes estão mais insatisfeitos;
- 4) Definir junto aos clientes suas insatisfações através de um formulário estruturado;
- 5) Avaliar as sugestões dos clientes através de um gráfico, com separação por categoria;

- 6) Qualificar as sugestões viáveis juntamente com o gestor do processo;
- 7) Validar com o gerente setorial;
- 8) Alterar o padrão, caso necessário.

MASP

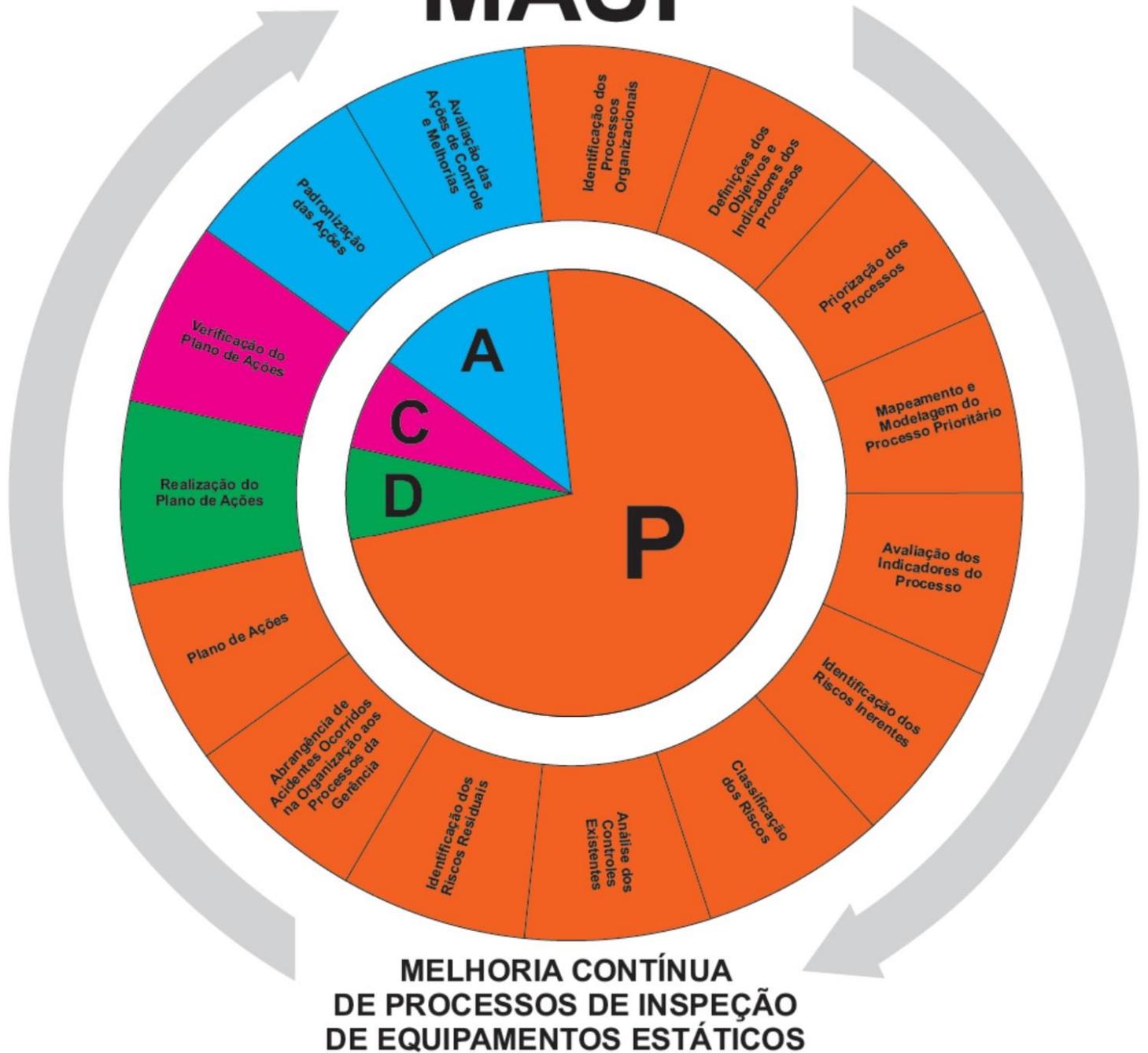


Figura 19: Protótipo do modelo desenvolvido baseado no MASP para melhoria contínua de processos de inspeção de equipamentos estáticos. Fonte: Própria (2019).

5 EMPREGO DO MODELO

O presente capítulo tem como objetivo a apresentação da aplicação do modelo proposto no capítulo anterior. O modelo foi aplicado na gerência de Engenharia de Equipamentos Estáticos da UO-BC, com a participação do gerente setorial e demais lideranças de cada processo. Essa gerência tem como missão soluções integradas de engenharia para os processos de desenvolvimento da produção, operação e descomissionamento, visando a integridade e conformidade das instalações da UO-BC em relação aos equipamentos estáticos. Como visão, essa gerência tem o objetivo de ser referência no E&P em soluções integradas de engenharia para equipamentos estáticos, conhecimento e inovação, com prazos e custos adequados às necessidades do cliente, antecipando-se aos desafios dos campos maduros.

5.1 Identificação dos Processos

Antes da aplicação da primeira etapa do modelo desenvolvido, foi criada uma pasta na rede corporativa da gerência, a fim de documentar cada etapa do processo de melhoria contínua.

Após a criação da pasta, foi realizada uma reunião com o gerente setorial da gerência, explicando o modelo desenvolvido a ser aplicado nos processos da gerência. Na aplicação da primeira etapa, foi identificado os processos principais que fazem parte da gestão da gerência, conforme Capítulo 4 - Seção 4.1 desse trabalho, sendo obtido como resultado, a identificação de 8 processos principais dentro da gerência, os mesmos foram ordenados em ordem alfabética, conforme mostrado no Quadro 9.

Quadro 9: Identificação dos Processos.

Processos Identificados na Gerência de Engenharia de Equipamentos Estáticos
1- Calibração de PSVs;
2- Engenharia de Equipamentos Térmicos;
3- Engenharia de Válvulas;
4- Ensaios Não-Destrutivos e Solda;
5- Inspeção de Equipamentos Estáticos;
6- Inspeção de Fabricação e Materiais Não-Metálicos;
7- Monitoramento da Corrosão;
8- Revestimentos Anticorrosivos e Proteção Catódica.

Fonte: Própria (2020).

5.2 Definições dos Objetivos dos Processos

Nessa etapa foi realizada uma entrevista individual com o gestor de cada processo, a fim de definir quais são os objetivos do seu processo e os indicadores que devem ser cumpridos, conforme Capítulo 4 – Seção 4.2 desse trabalho. As informações dos valores das metas e gatilhos foram omitidas desse trabalho, para não expor a empresa.

A seguinte pergunta foi realizada: “Qual o objetivo do seu processo dentro da UO-BC?”, sendo obtidas as seguintes respostas demonstradas no Quadro 10:

Quadro 10: Relação entre os processos, objetivos e indicadores.

Processos	Objetivos	Indicadores
Calibração de PSVs;	“Manter as válvulas de segurança das unidades <i>offshore</i> de produção da UO-BC mantidas e calibradas conforme os prazos estabelecidos”.	

		LV Inspeção (Lista de Verificação) • RTI MONIT (Monitoramento da Recomendação Técnica de Inspeção) • IEF (Índice de Evolução Física)
Inspeção de Fabricação e Materiais Não-Metálicos;	“Garantir a qualidade dos materiais a serem adquiridos pela UO-BC e propor soluções de engenharia que sejam alternativas para substituição de materiais em aço, obtendo como ganho a redução de custos com manutenções e corrosão”.	• IAIP (Índice de Atendimento das Intervenções de Inspeção no Prazo)

Monitoramento da Corrosão; "Monitorar a corrosividade dos fluidos em equipamentos dutos rígidos propondo melhorias para minimizar o processo corrosivo".

5.3.1 Missão, Visão e Objetivo da Gerência

A primeira questão levantada foi o sobre a missão e visão da gerência, tendo tido como resposta por parte do gerente:

Missão: Prover soluções integradas de engenharia para os processos de desenvolvimento da produção, operação e descomissionamento, visando a integridade e conformidade das instalações da UO-BC em relação aos equipamentos estáticos.

Visão: Ser referência no E&P em soluções integradas de engenharia para equipamentos estáticos, conhecimento e inovação, com prazos e custos adequados às necessidades do cliente, antecipando-se aos desafios dos campos maduros.

Objetivo: Contribuir para continuidade operacional, de forma segura, dos equipamentos estáticos das instalações *offshore* da UO-BC, através da integridade e conformidade legal.

5.3.2 Estabelecimento de Critérios

Os critérios abaixo foram definidos pelos gestores citados conforme justificativas:

ICPI Equipamento: a gerência é referência em relação ao SPIE, logo, esse critério torna-se necessário para atingimento de seus objetivos.

ICPC PSV: outro indicador utilizado como critério, devido ao fato de estar diretamente ligado para garantia do SPIE na UO-BC.

IERI: indicador escolhido como critério por ser acompanhado pelas gerências superiores e as unidades, utilizado como um dos parâmetros para representação da integridade dos equipamentos estáticos dentro da UO.

ICPICorr: indicador escolhido como critério por ter relação direta com a avaliação de corrosão decorrente dos fluidos operados pelas unidades.

Segurança: refere-se a segurança dos processos das unidades *offshore* da UO-BC.

Conformidade: critério estabelecido por se julgar importante que em auditorias internas e externas, os processos da gerência estejam em conformidade com as normas e leis aplicáveis.

Eficiência: refere-se à eficiência das plantas industriais das unidades *offshore* da UO-BC.

5.3.3 Ponderação dos Critérios Estabelecidos

Os critérios foram ponderados, atribuindo um Grau de Importância (GI) conforme Capítulo 4 - Seção 4.3 – Item 3 e demonstrados na Tabela 5 da próxima página.

Tabela 5: Grau de Importância (GI).

Critérios	GI
ICPI Equipamento	5
ICPC	5
IERI	3
ICPIcorr	3
Segurança	5
Conformidade	4
Eficiência	2

Fonte: Própria (2020).

5.3.4 Ponderação das Atividades da Gerência em Relação aos Critérios Estabelecidos

Os critérios foram ponderados, atribuindo um Grau de Influência (GIN) seguindo os passos do Capítulo 4 - Seção 4.3 – Item 4. A Tabela 6 mostra os resultados obtidos.

Tabela 6: Grau de Influência (GIN).

Alternativas/Critérios	ICPI Equipamento	ICPC	IERI	ICPIcorr	Segurança	Conformidade	Eficiência
Calibração de PSVs	1	5	1	1	4	4	2
Engenharia de Equipamentos Térmicos	1	1	2	1	2	3	4
Engenharia de Válvulas	1	1	3	1	4	4	2
Ensaio Não-Destrutivo e Solda	3	1	3	2	2	3	2
Inspeção de Equipamentos Estáticos	5	3	3	1	3	4	2
Inspeção de Fabricação e Materiais Não-Metálicos	1	1	4	1	3	2	2
Monitoramento da Corrosão	1	1	1	5	2	3	2
Revestimentos Anticorrosivos e Proteção Catódica	1	1	4	1	2	3	2

Fonte: Própria (2020).

5.3.5 Matriz de Decisão (Matriz D)

A matriz D foi construída conforme Capítulo 4 - Seção 4.3 – Item 5, tendo sido obtido o seguinte resultado mostrado na Tabela 7 da própria página.

Tabela 7: Matriz de Decisão D.

Alternativas/Critérios	ICPI equipamento	ICPC	IERI	ICPIcorr	Segurança	Conformidade	Eficiência
Calibração de PSVs	5	25	3	3	20	16	4
Engenharia de Equipamentos Térmicos	5	5	6	3	10	12	8
Engenharia de Válvulas	5	5	9	3	20	16	4
Ensaio Não-Destrutivos e Solda	15	5	9	6	10	12	4
Inspeção de Equipamentos Estáticos	25	15	9	3	15	16	4
Inspeção de Fabricação e Materiais Não-Metálicos	5	5	12	3	15	8	4
Monitoramento da Corrosão	5	5	3	15	10	12	4
Revestimentos Anticorrosivos e Proteção Catódica	5	5	12	3	10	12	4

Fonte: Própria (2020).

5.3.6 Matriz de Decisão Normalizada (Matriz D Normalizada)

A matriz D normalizada foi construída conforme Capítulo 4 - Seção 4.3 – Item 6, tendo sido obtido o seguinte resultado demonstrado na Tabela 8.

Tabela 8: Matriz de Decisão D Normalizada.

Alternativas/Critérios	ICPI equipamento	ICPC	IERI	ICPIcorr	Segurança	Conformidade	Eficiência
Calibração de PSVs	0,1581	0,7906	0,1240	0,1690	0,4924	0,4264	0,3015
Engenharia de Equipamentos Térmicos	0,1581	0,1581	0,2481	0,1690	0,2462	0,3198	0,6030
Engenharia de Válvulas	0,1581	0,1581	0,3721	0,1690	0,4924	0,4264	0,3015
Ensaio Não-Destrutivos e Solda	0,4743	0,1581	0,3721	0,3381	0,2462	0,3198	0,3015
Inspeção de Equipamentos Estáticos	0,7906	0,4743	0,3721	0,1690	0,3693	0,4264	0,3015
Inspeção de Fabricação e Materiais Não-Metálicos	0,1581	0,1581	0,4961	0,1690	0,3693	0,2132	0,3015
Monitoramento da Corrosão	0,1581	0,1581	0,1240	0,8452	0,2462	0,3198	0,3015
Revestimentos Anticorrosivos e Proteção Catódica	0,1581	0,1581	0,4961	0,1690	0,2462	0,3198	0,3015

Fonte: Própria (2020).

5.3.7 Soluções Ideais (PIS e NIS)

As soluções ideais positiva (PIS) e negativa (NIS) foram construídas conforme Capítulo 4 - Seção 4.3 – Item 7, tendo sido obtido o seguinte resultado mostrado na Tabela 9.

Tabela 9: Soluções Ideais PIS e NIS.

Critérios	ICPI equipamento	ICPC	IERI	ICPIcorr	Segurança	Conformidade	Eficiência
PIS	0,7906	0,7906	0,4961	0,8452	0,4924	0,4264	0,6030
NIS	0,1581	0,1581	0,1240	0,1690	0,2462	0,2132	0,3015

Fonte: Própria (2020).

5.3.8 Distância Entre os Elementos da Matriz de Decisão Normalizada

A distância entre os elementos da matriz D normalizada foi calculada conforme Capítulo 4 – Seção 4.3 – Item 8, tendo sido obtido o seguinte resultado mostrado na Tabela 10.

Tabela 10: Distância Entre os Elementos da Matriz de Decisão.

Alternativas	D_i^+	D_i^-
Calibração de PSVs	1,0424	0,7144
Engenharia de Equipamentos Térmicos	1,1793	0,3430
Engenharia de Válvulas	1,1677	0,4094
Ensaio Não-Destrutivo e Solda	0,9672	0,4489
Inspeção de Equipamentos Estáticos	0,8238	0,7888
Inspeção de Fabricação e Materiais Não-Metálicos	1,1869	0,3919
Monitoramento da Corrosão	1,0494	0,6845
Revestimentos Anticorrosivos e Proteção Catódica	1,1916	0,3871

Fonte: Própria (2020).

5.3.9 Coeficiente de Aproximação (CCi)

O coeficiente de aproximação (CCi) foi calculado conforme Capítulo 4 - Seção 4.3 – Item 9, tendo sido obtido o seguinte resultado demonstrado na Tabela 11.

Tabela 11: Resultado do CCi.

Alternativas	CCi	Posição
Calibração de PSVs	0,4056	2
Engenharia de Equipamentos Térmicos	0,2253	8
Engenharia de Válvulas	0,2596	5
Ensaio Não-Destrutivo e Solda	0,3170	4
Inspeção de Equipamentos Estáticos	0,4891	1
Inspeção de Fabricação e Materiais Não-Metálicos	0,2482	6
Monitoramento da Corrosão	0,3948	3
Revestimentos Anticorrosivos e Proteção Catódica	0,2452	7

Fonte: Própria (2020).

Conforme resultado do CCi, o processo dentro da gerência considerado mais prioritário foi a inspeção de equipamentos estáticos, sendo as próximas etapas do modelo aplicadas a este.

5.4 Mapeamento e Modelagem do Processo Prioritário

Nessa etapa foi realizada entrevista não estruturada e individual com o gestor processo prioritário e sessão de *brainstorming* com os *stakeholders* (participantes da equipe), para validação do modelo.

A modelagem foi realizada utilizando a notação BPMN com suporte do *software* Bizagi, seguindo os passos descritos no Capítulo 4 – Seção 4.4 desse trabalho. O *software* Bizagi, tem por característica ser ágil, engajado e conectado. Foi desenvolvido em 1980, com a finalidade de propor soluções com agilidade, com flexibilidade para mudanças (BIZAGI, 2019). Essa ferramenta permite modelar, documentar e publicar processos de negócio, ela também permite exportar os dados da modelação para outros formatos, como PNG, PDF, Microsoft Visio, Word e XPDL (BRANDÃO; COSTA, 2014). O processo foi dividido em três etapas, Planejar (Figura 20), Executar (Figura 21) e Verificar (Figura 22).

Algumas informações na modelagem, como descrição detalhada das atividades, *softwares* utilizados para cada uma, e executor, foram omitidos em decorrência da segurança da informação da empresa, mas que não ocasionou prejuízo para o objetivo final da aplicação do modelo.

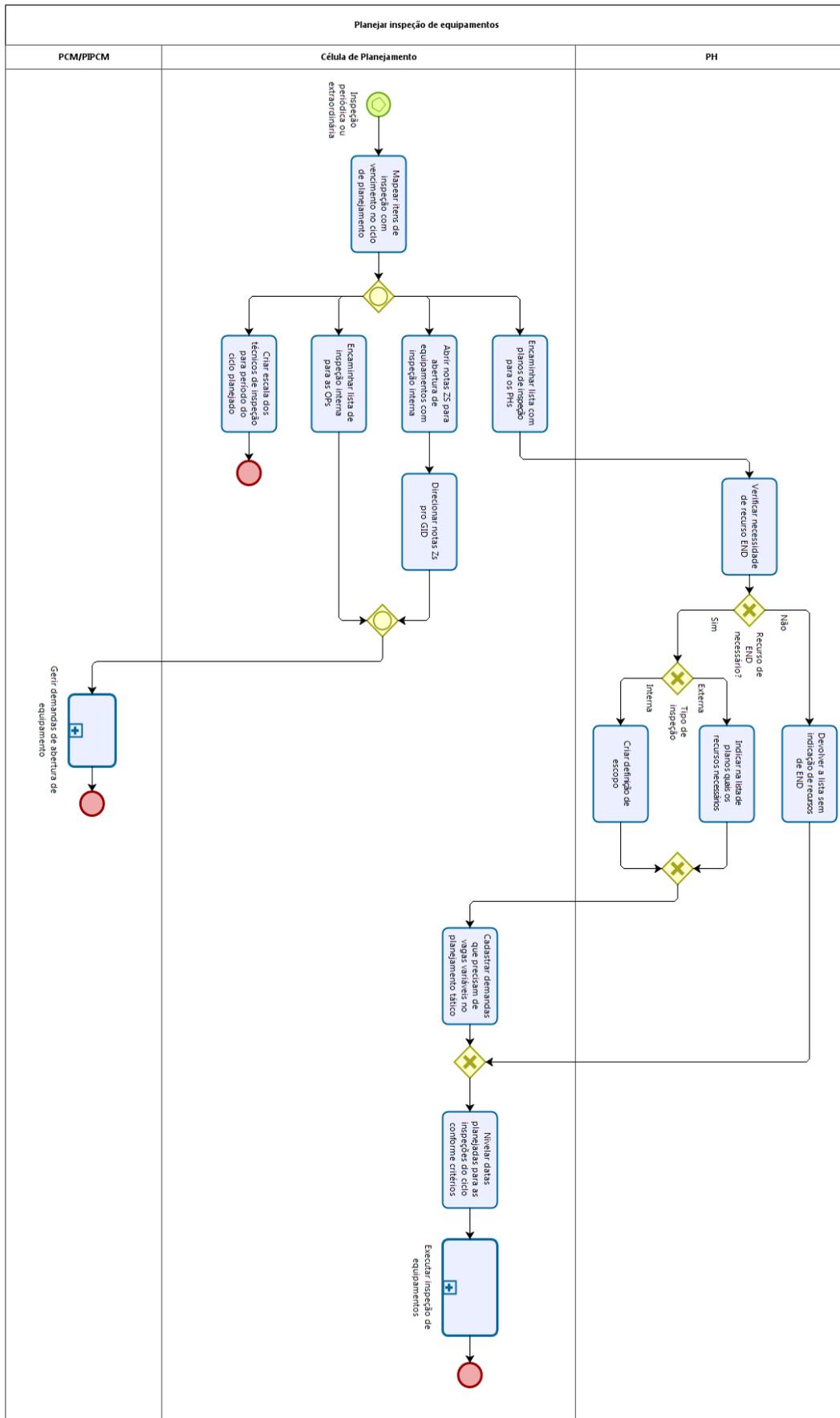


Figura 20: Modelagem do Processo Gerir Inspeção de Equipamentos, Etapa Planejar. Fonte: Própria (2020).

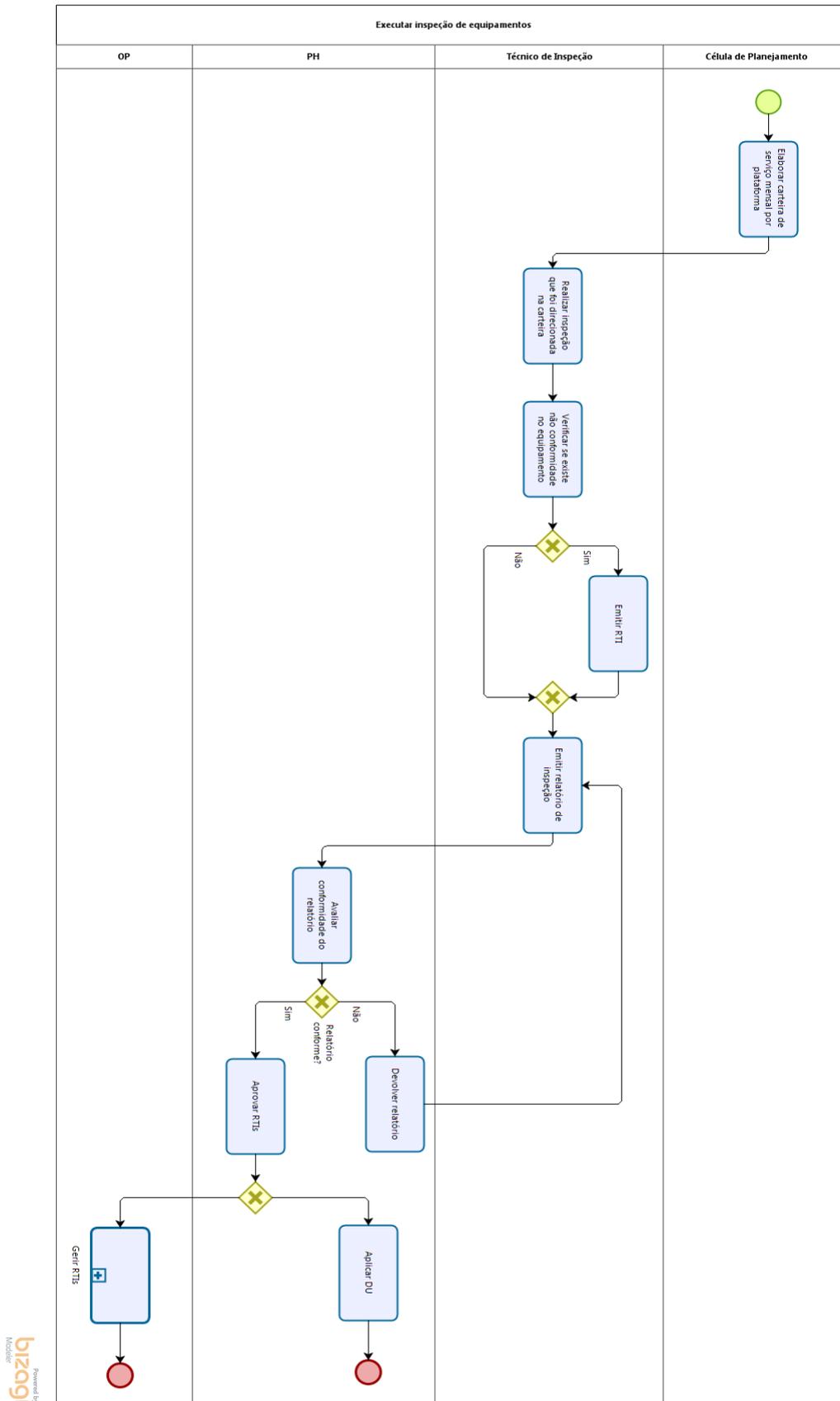


Figura 21: Modelagem do Processo Gerir Inspeção de Equipamentos, Etapa Executar.
Fonte: Própria (2020).

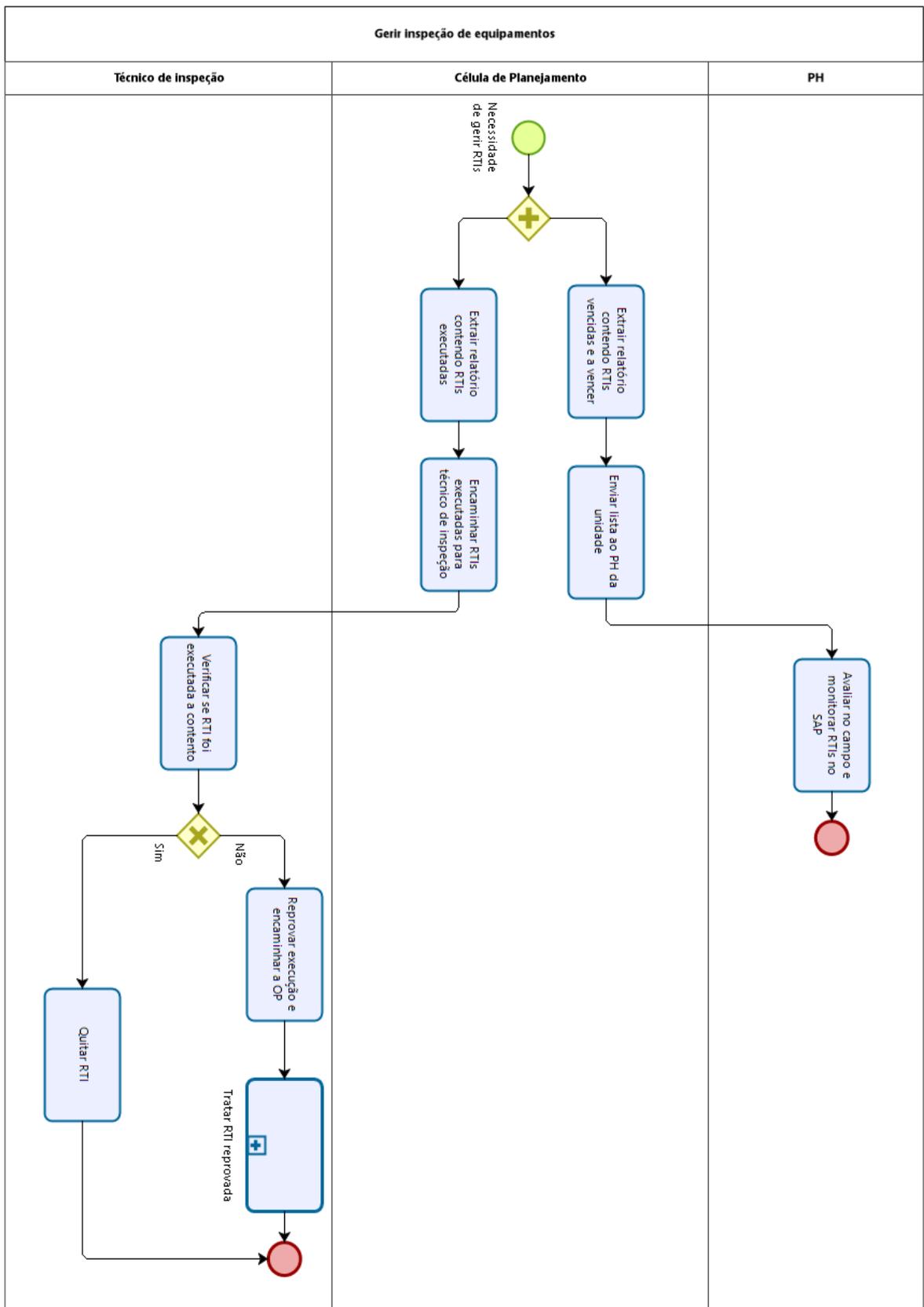


Figura 22: Modelagem do Processo Gerir Inspeção de Equipamentos, Etapa Verificar. Fonte: Própria (2020).

Como o processo foi subdividido em planejamento, execução e gestão de RTI, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Planejar: Nivelar recursos (equipe e vaga de embarque⁸) de forma a garantir o atendimento das inspeções nos prazos estabelecidos com menor custo.
- Executar: Realizar inspeção em conformidade com as normas e procedimentos aplicáveis dentro dos prazos estabelecidos.
- Gerir (RTI): Avaliar a qualidade do atendimento das recomendações de inspeção executadas e monitorar as recomendações não atendidas no prazo, de forma a garantir a segurança dos equipamentos, instalações e pessoas.

5.5 Avaliação dos Indicadores do Processo

Os indicadores do processo foram avaliados, conforme estabelecido no Capítulo 4 – Seção 4.5 desse trabalho, tendo sido encontrado o seguinte resultado:

Os gestores entendem que os indicadores ICPI (Índice de Cumprimento do Plano de Inspeção), IERI B (Índice de Equipamento sem RTI B), DU Equipamento (Decisão de Utilização), LV Inspeção (Lista de Verificação) estão com as metas e gatilhos bem definidos, são consistentes e atendem ao objetivo requerido.

Os gestores avaliaram que o indicador RTI MONIT (Monitoramento da Recomendação Técnica de Inspeção) deve ser ajustado conforme o indicador corporativo e que o IEF (Índice de Evolução Física) deverá ser aprimorado, com estabelecimento de gatilho e acompanhamento dentro de um sistema.

Os gestores entendem que devem ser criados novos indicadores para que o processo seja melhor avaliado e quantificado em relação a segurança, custo, qualidade e otimização de recursos. Os novos indicadores devem atender o requisito de inspeções extraordinárias, custos de inspeção, eficiência do planejamento e aprovação de RTI.

As ações para implementação ou ajuste dos indicadores mencionados acima, serão detalhadas na Seção 5.11 desse capítulo.

⁸ Embarque da equipe de inspeção nas plataformas de produção de óleo e gás da unidade operacional.

5.6 Identificação dos Riscos Inerentes

Foram registrados nesse estudo somente alguns riscos, e esses foram os operacionais inerentes ao processo, para que a empresa não ficasse vulnerável e exposta. Porém, cabe ressaltar que a importância do levantamento de todos os riscos. Os riscos foram identificados seguindo os passos apresentados no Capítulo 4 – Seção 4.6. Tendo sido obtido o resultado mostrado no Quadro 11. Cabe ressaltar que os riscos não necessariamente se materializam.

Quadro 11: Riscos identificados para o processo de inspeção de equipamentos.

Riscos do Processo Inspeção de Equipamentos Estáticos	
Falta do técnico de inspeção a bordo.	Não liberação dos equipamentos para inspeção interna.
Não aprovação do relatório de inspeção dentro do prazo estabelecido.	Não identificação de anomalias existentes pela inspeção.
Falta HH (Homem Hora).	Falta de produtividade do técnico de inspeção de bordo.
Perda de prazo de monitoramento RTI.	Falta Emissão de PT (Permissão de Trabalho).

Fonte: Própria (2020).

5.7 Classificação dos Riscos

Os riscos levantados na Seção 5.6 desse capítulo foram classificados em relação ao seu nível, seguindo os passos descritos no Capítulo 4 – Seção 4.7. A pontuação apresentada no Quadro 12 seguiu respectivamente o valor da probabilidade de ocorrência e impacto gerado no atingimento do objetivo do processo. É importante ressaltar, que a classificação dos riscos ocorreu sem considerar nenhuma ação de controle implementada. Como apetite de risco, a gerência determinou que é capaz de aceitar os riscos considerados muito baixo e baixo.

Quadro 12: Classificação dos riscos inerentes ao processo.

Riscos do Processo Inspeção de Equipamentos Estáticos			Impacto			
			1	2	3	4
			Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto
Probabilidade	1	Muito Baixa				
	2	Baixa			<ul style="list-style-type: none"> Falta de produtividade do técnico de inspeção de bordo. Falta Emissão de PT (Permissão de Trabalho). 	<ul style="list-style-type: none"> Não identificação de anomalias existentes pela inspeção. Perda de prazo de monitoramento RTI.
	3	Média		Não aprovação do relatório de inspeção dentro do prazo estabelecido.	Falta do técnico de inspeção a bordo.	Falta HH (Homem Hora).
	4	Alta				Não liberação dos equipamentos para inspeção interna.

Fonte: Própria (2020).

5.8 Análise dos Controles Existentes

Os controles existentes foram levantados utilizando a ferramenta *bow tie*, conforme descrito no Capítulo 4 – Seção 4.8 desse estudo. A Figura 23 da próxima página ilustra os controles identificados. O primeiro risco analisado foi “Não liberação dos equipamentos para inspeção interna”, por ter dito a pontuação mais alta e considerado como Risco Alto, fora do apetite de risco estabelecido pela gerência. A avaliação dos demais riscos não será mostrada desse estudo para preservação da empresa. Os riscos classificados como médio e alto deverão ser tratados em função do apetite de risco definido pelo setor nesse estudo de caso. A aplicação das próximas etapas, serão em cima apenas do risco mencionado pelo motivo já exposto.

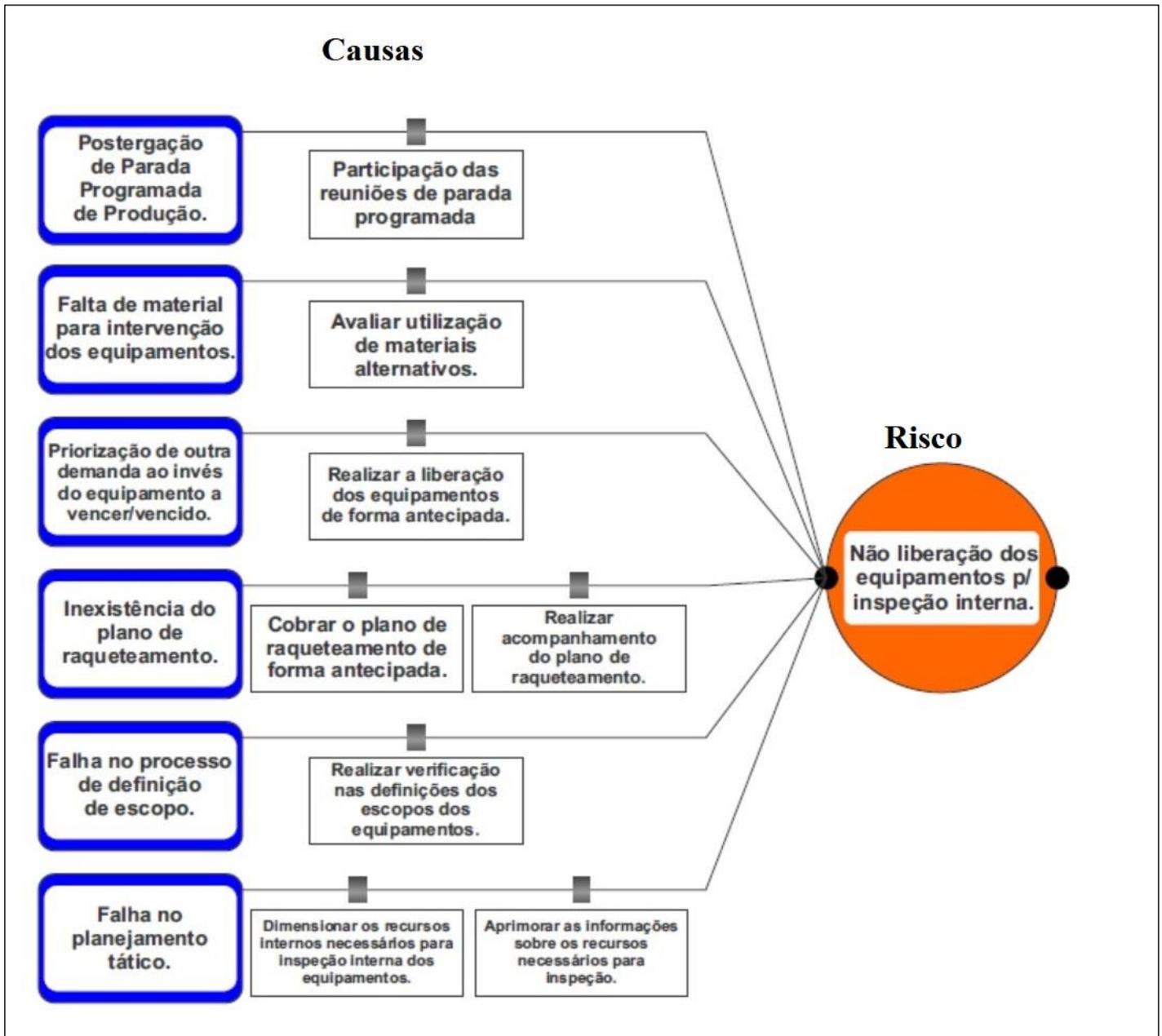


Figura 23: Aplicação da *bow tie* para levantamento dos controles existentes. Fonte: Própria (2020).

5.9 Identificação dos Riscos Residuais

A identificação dos riscos residuais foi realizada seguindo os passos descritos no Capítulo 4 – Seção 4.9. Conforme informado na Etapa 5.8, nessa etapa será explicitado somente sobre o risco “Não liberação dos equipamentos para inspeção interna”. Foram avaliados os controles existentes como barreiras para mitigar a materialização do risco em questão, sendo obtido o seguinte resultado mostrado na Tabela 12. A eficácia do

controle considera apenas a atuação do setor em que o modelo está sendo aplicado, desconsiderando atuações de setores adjacentes.

Tabela 12: Avaliação dos controles existentes.

Controle	Eficácia do Controle	Fator de Avaliação dos Controles
Participação das reuniões de parada programada.	Fraco	0,8
Avaliar utilização de materiais alternativos.	Insatisfatório	0,6
Realizar a liberação dos equipamentos de forma antecipada.	Inexistente	1
Cobrar o plano de raqueteamento de forma antecipada	Satisfatório	0,4
Realizar acompanhamento do plano de raqueteamento.	Fraco	0,8
Realizar verificação nas definições dos escopos dos equipamentos.	Fraco	0,8
Dimensionar os recursos internos necessários para inspeção interna dos equipamentos.	Satisfatório	0,4
Aprimorar as informações sobre os recursos necessários para inspeção.	Satisfatório	0,4

Fonte: Própria (2020).

O risco foi reclassificado como Médio, seguindo a Fórmula 9 e analisando a Tabela 3 da Seção 4.7.

$$RR = 4 \times 4 \times (5,2) / 8 = 10,4$$

Como o risco ainda se encontrava fora do apetite de risco aceito pela gerência, o tratamento de risco que os gestores julgaram eficiente para esse este, foi reduzir (mitigar), assim sendo, a Etapa 6 da Seção 4.9 foi realizada.

Pela análise da *bow tie* conforme ilustrado na Figura 24, as seguintes consequências e as seguintes barreiras (controles de atenuação) para mitigação foram identificadas. A Figura 25 representa a análise completa realizada com a *bow tie*, desde a análise das causas que podem fazer com que o risco seja materializado, as barreiras que podem impedir, até as consequências geradas em caso de concretização do risco e as ações de mitigação para atenuar essas consequências.

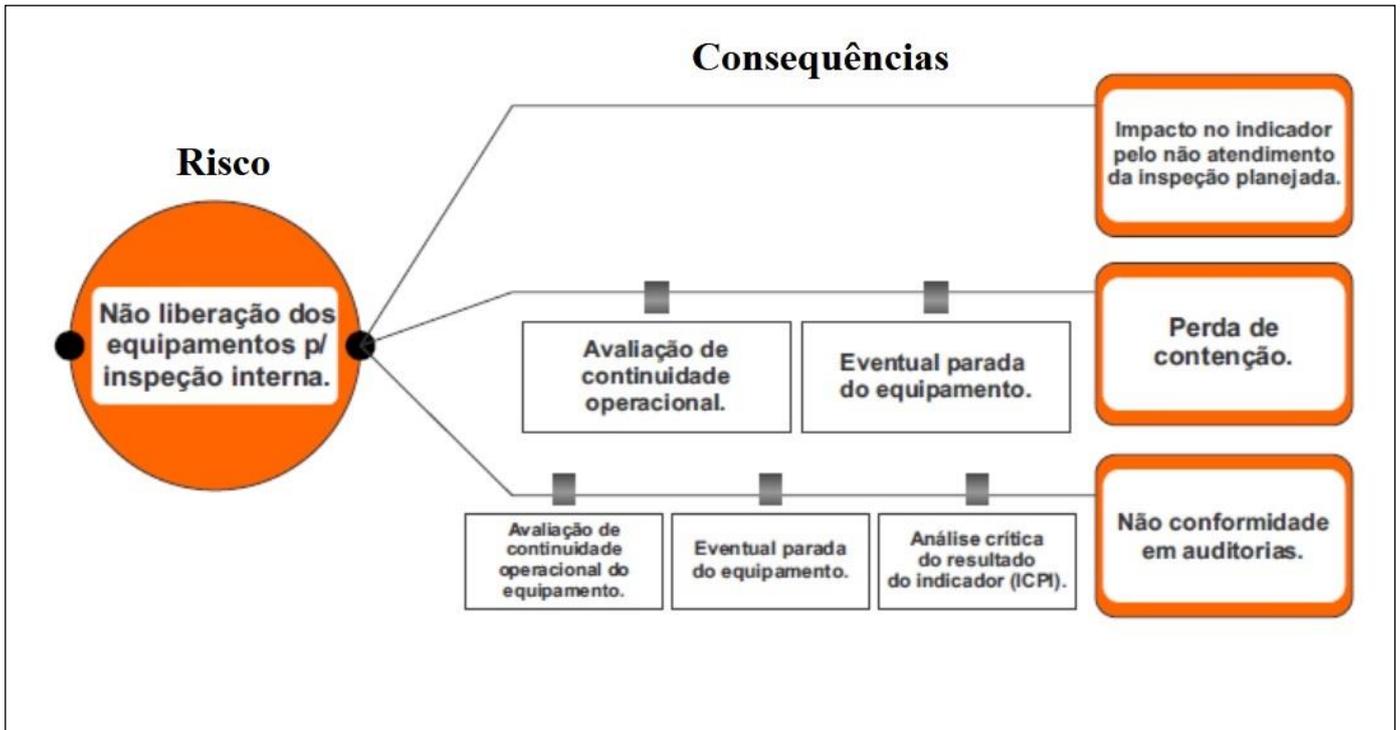


Figura 24: Aplicação da bow tie para levantamento das consequências e barreiras para mitigação. Fonte: Própria (2020).

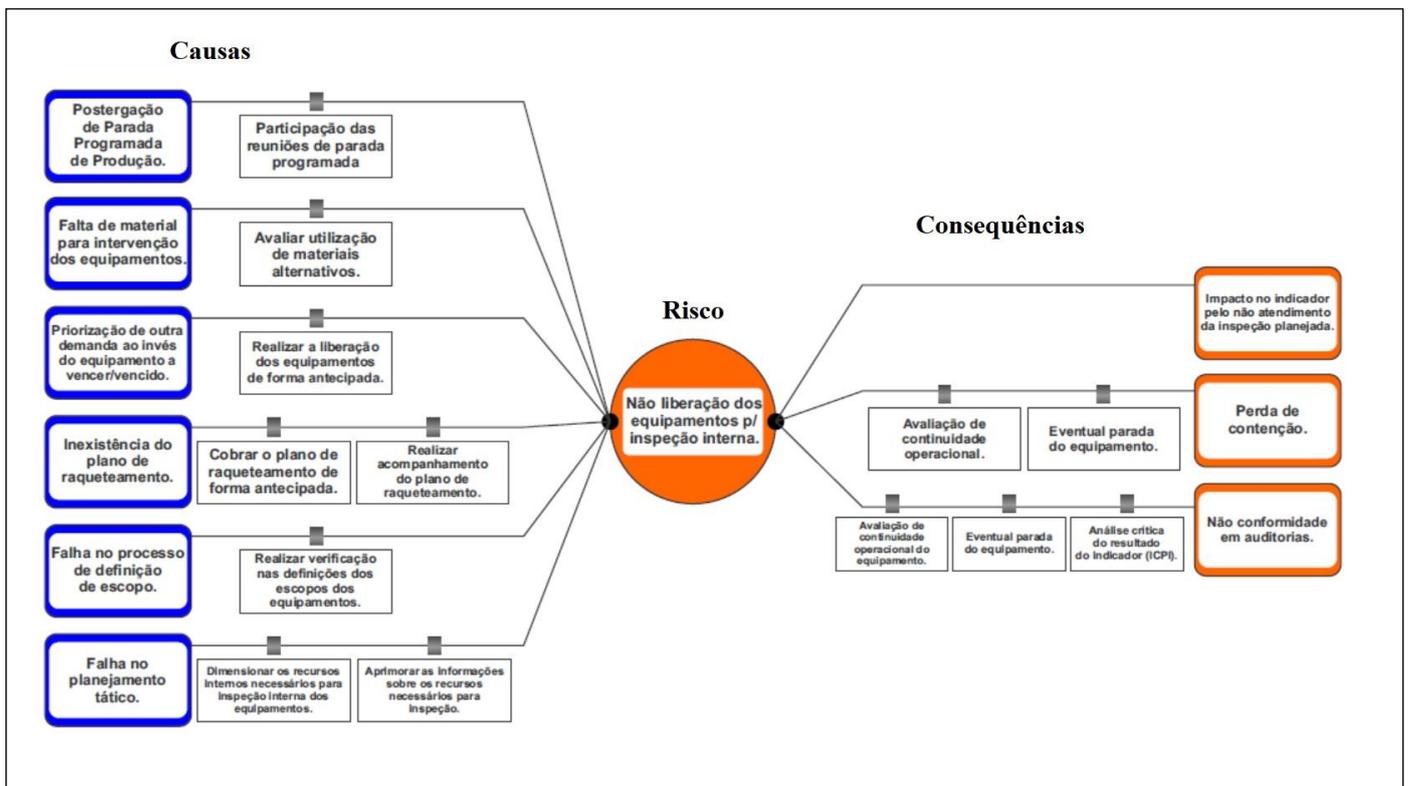


Figura 25: Análise completa do risco pela bow tie. Fonte: Própria (2020).

5.10 Abrangência de Acidentes Ocorridos na Organização aos Processos da Gerência

Os gestores afirmaram que já realizam as abrangências dos acidentes ocorridos dentro da UO aos seus processos e outros acidentes que ocorrem em níveis superiores quando enviados pelo SMS da empresa. Porém, não possuem esse fluxo de forma estruturada e organizada como proposto no Capítulo 4 – Seção 4.10. Como é a primeira aplicação do modelo desenvolvido, apenas a Etapa 1 da seção citada foi realizada.

5.11 Plano de Ações

Conforme detalhado nas etapas do Capítulo 4 – Seção 4.11, após a aplicação das 10 primeiras etapas do modelo, como resultado, elabora-se um plano de ações para solucionar os problemas decorrentes da avaliação dos indicadores (Etapa 4.5), dos riscos residuais dos processos (Etapa 4.6) e falhas na abrangência de acidentes (Etapa 4.10). Como ferramenta foi utilizando o 5W2H, o resultado obtido pode ser verificado no Quadro 13. Para expor nesse trabalho, em relação a Etapa 4.6 foi considerado somente o risco residual “Não liberação dos equipamentos para inspeção interna”.

A Seção 5.5 desse capítulo cita como necessidade o ajuste do Indicador do RTI Monit que será corporativo, porém, durante a realização desse trabalho, essa tarefa já foi concluída e não será inserida no plano de ações.

A ação de controle “Cobrar o plano de raqueteamento de forma antecipada”, identificada como satisfatória na Seção 5.9, já encontra-se implementada dentro da gerência e não será inserida dentro do plano de ações, por já fazer parte da rotina da equipe.

As ações de avaliação de continuidade operacional e eventual parada do equipamento, assim como análise crítica do resultado do indicador (ICPI), também já fazem parte da rotina da equipe e os gestores julgam como eficiente o controle, não enquadrando como plano de ação a ser implementado.

As ações serão cadastradas no programa utilizado pela empresa de acompanhamento dos planos de ações CPA (Controle do Plano de Ação), que informa de forma periódica o prazo de vencimento das ações.

Nesse trabalho não serão informados os custos de cada ação, por ser um dado sigiloso da empresa.

Quadro 13: Plano de ações com a utilização da ferramenta 5W2H.

Plano de Ação 5W2H						
Objetivo: Melhoria Contínua do Processo Gerir Inspeção de Equipamentos		Data da revisão: 06/03/2020		2H		Quanto Custará? (How Much?)
O que? (What?)	Por quê? (Why?)	Responsável? (Who?)	Data para conclusão? (When?)	Onde? (Where?)	Como? (How?)	
Criar indicador de inspeções extraordinárias	Necessidade de garantia que toda demanda de inspeção extraordinária que não esteja planejada, seja analisada e atendida dentro do prazo estabelecido e que atenda ao cliente.	Coordenador do SPIE	jul/20	Portal de Gestão	Avaliando todas as etapas do processo, desde a criação da demanda até a conclusão, com estabelecimento de prazos a cada etapa e responsáveis. Assim como o HHI requerido em cada inspeção.	-
Criar indicador de custo	Necessidade de garantia da gestão de custos adequada as diretrizes corporativas.	Gerente Setorial	ago/20	Portal de Gestão	Extraindo as informações do SAP e estabelecendo metas e gatilhos adequados.	-
Aprimorar o indicador IEF (estabelecer gatilho e acompanhamento dentro do sistema)	O indicador atual não reflete o HHI requerido de cada inspeção de sistema de tubulação, ocasionando distorção na análise da produtividade do técnico de inspeção e consequentemente na avaliação real do resultado desse indicador.	Supervisão Inspeção	jul/20	SIRH (Sistema Integrado de Recursos Humanos)	Realizar levantamento do HHI de cada inspeção com um grupo de trabalho incluindo técnicos de inspeção e PH, com reunião semanal.	-
Criar indicador de planejamento	Necessidade de garantia que as demandas necessárias do processo estejam todas mapeadas e planejadas.	Supervisão Inspeção	jul/20	Portal de Gestão	Estabelecer metas e gatilhos adequados.	-
Criar indicador de aprovação de RTI	É necessário que seja garantido que toda recomendação técnica de inspeção seja avaliada no prazo, para a mitigação de risco.	Coordenador do SPIE	set/20	Portal de Gestão	Monitorando data de criação da nota de inspeção e data de aprovação pelo PH, não sendo maior que 60 dias a diferença entre as duas.	-
Implementar rotina de comunicação a equipe sobre os acidentes ocorridos dentro da UO-BC que sejam relativos ao processo de gerir inspeção de equipamentos	Para garantir a mitigação das vulnerabilidades de acidentes já ocorridos.	Gerente Setorial	ago/20	Momento de segurança das reuniões setoriais	O gerente setorial deverá apresentar os acidentes ocorridos recentemente dentro da UO-BC, que se relacionem com o processo de inspeção de equipamentos e abrange para os demais processos.	-
Implementar rotina de participação das reuniões de parada programada	Para garantia do atendimento dos serviços críticos de inspeção durante as paradas programadas de produção.	Coordenador do SPIE	ago/20	Reuniões programadas	Identificando as demandas legais e seus vencimentos dentro da campanha de parada programada e definido um engenheiro para participação de forma fixa.	-
Implementar rotina de avaliação de utilização de materiais alternativos para intervenção da parada dos equipamentos	Alternativa aos materiais metálicos utilizados para intervenção na parada, com a finalidade de reduzir os impactos pela falta de dispositivos de bloqueios.	Coordenador do SPIE	jul/20	Programa de gestão de mudança	Solicitar ao gestor do processo de END e solda a avaliação das alternativas, conforme normas e padrões aplicáveis de forma contínua.	-
Realizar acompanhamento do plano de raquetamento	Garantia que a nota de apoio a inspeção (ZS) esteja dentro do planejamento tática e seja atendo pelo executante.	Supervisão Inspeção	ago/20	SAP	Criando um indicador de acompanhamento dos planos de raquetamento.	-
Implementar a rotina de verificação das definições dos escopos dos equipamentos	Garantir que os escopos definidos para cada inspeção esteja com as informações corretas e atualizadas para não ocasionar impacto na execução da inspeção.	Coordenador do SPIE	ago/20	SAP	Implementar a rotina para que o PHs realizem a revisão ou elaboração das definições de escopo dos equipamentos SPIE, estabelecendo uma meta de verificação por mês.	-
Dimensionar os recursos internos necessários para inspeção interna dos equipamentos.	A falta de dimensionamento dos recursos internos necessários para inspeção dos equipamentos implica na não execução do serviço.	Supervisão Inspeção	mai/20	Planilha Eletrônica	Elaborar uma escala de embargue dos recursos disponíveis do contrato de END.	-
Aprimorar as informações sobre os recursos necessários para inspeção	A falta de informação do dimensionamento dos recursos ocasionam atrasos nas inspeções de equipamentos.	Supervisão Inspeção	mai/20	Nas planilhas do planejamento tático.	Atualizar as informações que são necessárias de preenchimento pelo PH para estimar os recursos requeridos.	-

Fonte: Própria (2020).

5.12 Realização, Verificação, Padronização do Plano de Ações e Avaliação das Ações de Controle e Melhorias

As etapas de realização, verificação, padronização do plano de ações e avaliação das ações de controle e melhorias, encontram-se em andamento dentro da gerência e os passos descritos no Capítulo 4 – Seção 4.12, 4.13, 4.14 e 4.15 respectivamente para cada uma serão seguidos. Os colaboradores deverão entrar no sistema CPA para atualização das ações, sendo o acompanhamento realizado nas reuniões semanais que são feitas com as lideranças de cada processo interno da gerência, essas reuniões são coordenadas pelo gerente setorial. Será cadastrada como meta no GD (gerenciamento de desempenho) de cada colaborador a conclusão das ações na data planejada. Após a verificação da eficiência da implementação das ações, os padrões que regem as atividades, serão revisados para inclusão das novas tarefas e haverá uma comunicação aos colaboradores envolvidos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

A gerência de engenharia de equipamentos estáticos é vista pelos clientes, como referência na área de confiabilidade para utilização de seus equipamentos de forma segura, com isso torna-se essencial que seus processos passem periodicamente por melhorias. Os processos de inspeção de equipamentos antecedem os processos de manutenção, com isso, torna-se muito importante para a identificação de avarias que podem comprometer a integridade dos equipamentos e conseqüentemente a segurança do processo industrial, das pessoas e do meio ambiente. O objetivo principal do trabalho foi alcançado, com o desenvolvimento de um modelo de melhoria contínua que permite fornecer elementos para identificar a importância, a prioridade e as restrições dos processos que influenciam nas tomadas de decisões dos gestores envolvidos.

Melhoria contínua nos processos organizacionais ainda é um desafio atual para a gestão das organizações. A mitigação dos riscos inerentes aos processos é fundamental para que se tenha uma equipe trabalhando com mais tranquilidade e produtividade, tendo ciência de que situações adversas podem desviar dos objetivos finais, porém com a confiança de que os problemas estão mapeados e possuem uma boa gestão de riscos.

Cabe ressaltar, que o processo de melhoria contínua é evolutivo e necessita da participação de toda a equipe para que o sucesso seja alcançado. Sendo assim, é requerida persistência e disciplina de todos, para o amadurecimento e elevação do nível do processo de melhoria contínua dentro do setor. O modelo proposto pode contribuir para inovação dentro dos processos da gerência, com incrementos a cada aplicação.

O MASP apoiado pelo ciclo PDCA, juntamente com as ferramentas da qualidade, gestão de riscos e modelagem em BPMN contribuíram para elaboração do modelo proposto. A aplicação do MASP foi utilizada não somente para solucionar um problema pontual, mas também para melhorias em diversos pontos dos processos, além de proporcionar o desenvolvimento de inovação dentro de cada um deles, a medida que o modelo for sendo aplicado.

Foram constatados pela equipe gestora vantagens na aplicação do modelo, como a definição clara dos objetivos dos processos, o mapeamento como ferramenta de auxílio ao entendimento e identificação do fluxo das atividades, a elevação do nível de maturidade dos indicadores que regem e refletem as atividades dos processos, uma gestão de riscos que permite atenuar os impactos negativos que poderiam gerar para o

cumprimento dos objetivos e imagem da gerência, perante os órgãos internos e externos, e a implementação da rotina de realização de abrangência de acidentes ocorridos, que mitigaria novas ocorrências.

É importante relatar que até a conclusão desse trabalho, a UO-BC se transformou em UN-BC (Unidade de Negócios da Bacia de Campos) por questões estratégicas da empresa. Apesar do modelo que está ilustrado na Figura 19 ter sido desenvolvido e aplicado em um setor específico da Petrobras, ele pode ser aplicado em outras empresas e setores realizando as devidas adaptações quando necessário.

Em relação a definição dos critérios, como são estabelecidos em conformidade com a visão do gestor atuante, levando em consideração o objetivo macro da gerência, o mesmo torna-se momentâneo, podendo sob ótica de outro gestor, ser modificado, considerando novos objetivos e/ou estratégia da gerência no momento da aplicação do modelo.

É importante ressaltar, que quando o modelo é aplicado pela primeira vez, requer um tempo muito superior, do que as próximas aplicações, pois a partir da segunda aplicação, serão realizados somente os ajustes requeridos em mudanças pontuais do processo ou análises de novos riscos identificados. Quanto mais aplicações ocorrerem, mais robusto se torna o processo de melhoria contínua dentro do setor, e, por conseguinte, melhores resultados são obtidos.

Para trabalhos futuros, sugere-se a aplicação em todos os outros processos da gerência, inclusive em gerências adversas a esta apresentada, a fim de verificar a eficácia do modelo em setores diferentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABENDI. **Ensaaios Não Destrutivos e Inspeção**, 2019. Disponível em: <<http://www.abendi.org.br/abendi/default.aspx?mn=709&c=17&s=&friendly=>>. Acesso em: 1 ago. 2019

ABNT, - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO/IEC 31010: Gestão de Riscos - Princípios e diretrizes**. Rio de Janeiro, 2011.

ABPMP. **BPM CBOOK**

- BEHR, A.; MORO, E. L. DA S.; ESTABEL, L. B. Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca. **Ciência da Informação**, v. 37, n. 2, p. 32–42, ago. 2008.
- BEHZADIAN, M. et al. A state-of the-art survey of TOPSIS applications. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 17, p. 13051–13069, dez. 2012.
- BELTON, V.; STEWART, T. J. **Multiple Criteria Decision Analysis: an Integrated Approach**. Boston, MA: Springer US, 2002.
- BESSANT, J.; CAFFYN, S.; GALLAGHER, M. An evolutionary model of continuous improvement behaviour. **Technovation**, v. 21, n. 2, p. 67–77, 2001.
- BIZAGI. , 2019. Disponível em: <<https://www.bizagi.com/>>. Acesso em: 5 jun. 2019
- BRANDÃO, M.; COSTA, M. A modelação de processos como ferramenta de apoio à gestão de informação. p. 8, 2014.
- BRAUN, R. **BPMN Extension Profiles -- Adapting the Profile Mechanism for Integrated BPMN Extensibility**. IEEE, jul. 2015Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7264725/>>. Acesso em: 11 maio. 2018
- CAFFYN, S.; BESSANT, J. A capability-based model for continuous improvement. **Proceedings of 3^o International conference of the EUROMA**, 1996.
- CAMPOS, F. V. **Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês)**. 2. ed. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 1999.
- CAMPOS, F. V. **TQC Controle da Qualidade Total no estilo japonês**. 8. ed. [s.l.] Nova Lima: INDG, 2004.
- CAMPOS, V. R. **Modelo de apoio à decisão multicritério para priorização de projetos em saneamento**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2011.
- CANKARA, I.; AL-AZMI, M. **Turnaround Inspections Performance Measurement Tool**. SPE Middle East Oil and Gas Show and Conference. **Anais...** In: SPE MIDDLE EAST OIL AND GAS SHOW AND CONFERENCE. Manama, Bahrain: Society of Petroleum Engineers, 2019Disponível em: <<http://www.onepetro.org/doi/10.2118/195139-MS>>. Acesso em: 7 maio. 2019
- CARPINETTI, L. C. R. Proposta de um modelo conceitual para o desdobramento de melhorias estratégicas. **Gestão & Produção**, v. 7, n. 1, p. 29–42, abr. 2000.
- CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- CARVALHO, A. A. et al. Reliability of non-destructive test techniques in the inspection of pipelines used in the oil industry. **International Journal of Pressure Vessels and Piping**, p. 745–751, nov. 2008.

CARVALHO, M. M. DE; PALADINI, E. P. **Gestão de qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Campus, 2012.

CÉSAR, F. I. G. **Ferramentas Básicas da Qualidade: Instrumentos para gerenciamento de processo e melhoria contínua**. 1. ed. São Paulo: Biblioteca24horas, 2011.

CHAINHO, J. A. P. **A Origem da Inspeção. Inspeção de Equipamentos: Estudo de Casos**, 2013. Disponível em: <<http://inspecaoequipto.blogspot.com/p/a-origem-da-inspecao.html>>. Acesso em: 14 abr. 2019

CHEUNG, Y.; BAL, J. Process analysis techniques and tools for business improvements. **Business Process Management Journal**, p. 274–290, dez. 1998.

CHINOSI, M.; TROMBETTA, A. BPMN: An introduction to the standard. **Computer Standards & Interfaces**, v. 34, n. 1, p. 124–134, jan. 2012.

COLETTI, J.; BONDUELLE, G. M.; IWAKIRI, S. Avaliação de defeitos no processo de fabricação de lamelas para pisos de madeira engenheirados com uso de ferramentas de controle de qualidade. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 1, p. 135–140, mar. 2010.

CORRÊA, B. S. et al. MASP application in identifying the causes of delays in deliveries of UC's links projects. **ITEGAM- Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications (ITEGAM-JETIA)**, v. 5, n. 17, 2019.

COSO. **Gerenciamento de Riscos Corporativos - Estrutura Integrada**. 2007.

COSTA, L. S. DA; DUARTE JUNIOR, A. M. Uma Metodologia para a Pré-Seleção de Ações Utilizando o Método Multicritério TOPSIS. 2013.

ECHER, I. C. A REVISÃO DE LITERATURA NA CONSTRUÇÃO DO TRABALHO CIENTÍFICO. p. 16, 2001.

ELSEVIER. **Scopus Content Coverage Guide**. Germany: Elsevier, 2017. Disponível em: <https://www.elsevier.com/__data/assets/pdf_file/0007/69451/0597-Scopus-Content-Coverage-Guide-US-LETTER-v4-HI-singles-no-ticks.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2018.

ENSSLIN, L.; MORAIS, M. L. S. DE; PETRI, S. M. CONSTRUÇÃO DE UM MODELO MULTICRITÉRIO EM APOIO AO PROCESSO DECISÓRIO NA COMPRA DE UM COMPUTADOR. p. 8, 1998.

FAVRETTO, J.; NOTTAR, L. A. Utilização da metodologia Analytic Hierarchy Process (AHP) na definição de um software acadêmico para uma Instituição de Ensino Superior do Oeste Catarinense. v. 11, n. 2, 2016.

FERNANDES, D. R. Uma contribuição sobre a construção de indicadores e sua importância para a gestão empresarial. v. 7, p. 1–18, 2004.

FERRARI, T. **CONCEITOS E APLICAÇÕES DAS VÁLVULAS INDUSTRIAIS**. Poços de Caldas: Faculdade Pitágoras, 2017.

FERREIRA, A. R. **Análise e Melhoria de Processos**. Brasília: Escola Nacional de Administração Pública (Enap), 2016.

FERREIRA, M. DE A. QUATRO FERRAMENTAS ADMINISTRATIVAS INTEGRADAS PARA O MAPEAMENTO DE FALHAS: UM ESTUDO DE CASO. p. 16, 2014.

FINATI, C. R. D. MONIQUE REGINA BAYESTORFF DUARTE DE SOUSA. p. 17, 2018.

FNQ, F. N. DA Q. **Modelo de Excelência da Gestão (MEG)**. 21. ed. São Paulo: FNQ, 2016.

FREITAS, A. H. REFLEXÕES SOBRE A PESQUISA ACADÊMICA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA, VIVÊNCIA E CONHECIMENTO. **Palíndromo**, v. 08, n. 15, p. 074–082, 2016.

GENTIL, V. **Corrosão**. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora, 2007.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HELMANN, K. S.; MARÇAL, R. F. M. MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO: APLICAÇÃO DO MÉTODO ELECTRE I NA SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS CRÍTICOS PARA PROCESSO. **Revista Gestão Industrial**, v. 3, n. 1, 1 jun. 2007.

HOPKIN, P. **Fundamentals of Risk Management: Understanding, Evaluating and Implementing Effective Risk Management**. [s.l.] Kogan Page Publishers, 2018.

HWANG, C.-L.; LAI, Y.-J.; LIU, T.-Y. A new approach for multiple objective decision making. **Computers & Operations Research**, v. 20, n. 8, p. 889–899, out. 1993.

HWANG, C.-L.; YOON, K. **Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications**. New York: Springer-Verlag, 1981. v. 186

IBP. **Certificação SPIE**, 2019. Disponível em: <<https://www.ibp.org.br/certificacao/>>. Acesso em: 25 mar. 2019

ISO 31000. **Risk management: Principles and guidelines**, 2009.

KILIC, H. S.; ZAIM, S.; DELEN, D. Development of a hybrid methodology for ERP system selection: The case of Turkish Airlines. **Decision Support Systems**, v. 66, p. 82–92, out. 2014.

KILLIAN, K. E.; LEE, M. **ExxonMobil Production Facility Integrity Management System**. International Petroleum Technology Conference. **Anais...** In: INTERNATIONAL PETROLEUM TECHNOLOGY CONFERENCE. Doha, Qatar: International Petroleum Technology Conference, 2009. Disponível em: <<http://www.onepetro.org/doi/10.2523/IPTC-13633-MS>>. Acesso em: 21 maio. 2019

LEI, L.; FANG, Z.; GE, G. **An Improved Topsis Method Based on Cloud Model for Risk Assessment of Failure Modes of Metro Vehicle**. 2019 Chinese Control And Decision Conference (CCDC). **Anais...** In: 2019 CHINESE CONTROL AND DECISION CONFERENCE (CCDC). Nanchang, China: IEEE, jun. 2019 Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8832500/>>. Acesso em: 17 dez. 2018

LIMA JUNIOR, F. R.; CARPINETTI, L. C. R. Uma comparação entre os métodos TOPSIS e Fuzzy-TOPSIS no apoio à tomada de decisão multicritério para seleção de fornecedores. **Gestão & Produção**, v. 22, n. 1, p. 17–34, mar. 2015.

LIMA, R. G. F. **MODELAGEM CONCEITUAL DE PROCESSOS INDUSTRIAIS COM APLICAÇÕES**. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

LOBO, C. V. F.; CONCEIÇÃO, R. D. P. DA; OLIVEIRA, S. B. DE. **GESTÃO POR PROCESSOS: UM ESTUDO DE APLICAÇÃO DA NOTAÇÃO BPMN EM UMA EMPRESA DE SERVIÇOS DO SETOR DE ÓLEO E GÁS**. v. 6, p. 94–110, 2018.

MACHADO, V. F. F. **Análise da fiabilidade, manutenção e inspeção baseada no risco de válvulas de segurança e alívio de pressão**. Portugal: Técnico Lisboa, mar. 2014.

MARTINELLI, F. B. **Gestão da Qualidade Total**. Belo Horizonte: Lesde, 2009.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2005.

MARTINS, S. S. DA S. et al. **PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E IMPACTOS AMBIENTAIS: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES**. **HOLOS**, v. 6, p. 54, 11 dez. 2015.

MESQUITA, M.; ALLIPRANDINI, D. H. Competências essenciais para melhoria contínua da produção: estudo de caso em empresas da indústria de autopeças. **Gestão & Produção**, v. 10, n. 1, p. 17–33, abr. 2003.

MIRANDA, R. F. DE A. **Implementando a gestão de riscos no setor público**. Belo Horizonte: Fórum, 2017. v. 1. reimpr.

MORAIS, A. S. C.; FREITAS, A. L. P. **UM MODELO PARA AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DE SERVIÇOS BANCÁRIOS SEGUNDO A PERCEPÇÃO DOS CLIENTES**. 2009.

MOTA, C. M. DE M.; DE ALMEIDA, A. T.; ALENCAR, L. H. A multiple criteria decision model for assigning priorities to activities in project management. **International Journal of Project Management**, v. 27, n. 2, p. 175–181, fev. 2009.

MTE. NR-13. Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulações. . 2018.

NICOLAO, F. **PROPOSIÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS DE PROCESSO COM BASE NO MÉTODO MASP: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE DO ESTADO DO PARANÁ**. v. 79, n. 3, p. 6, 2018.

NUTINI, M. A. **Transformando o Sistema de Indicadores**. 1. ed. São Paulo: FNQ, 2015.

OLIVEIRA, A. C. G. **Modelação Térmica e Hidrodinâmica de Escoamentos em Permutadores de Calor**. Portugal: Universidade do Minho: Escola de Engenharia, 2012.

OLIVEIRA, I. C. G. DE; MACEDO, M.; TEIXEIRA, C. S. Proposta de ações de melhoria na relação tripartite de uma Fundação de apoio à UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina). v. 38, 2017.

ORANGE BOOK. **The Orange Book Management of Risk - Principles and Concepts**. 2004.

PAIM, R. et al. **Gestão de Processos: Pensar, agir e aprender**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2009.

PAPPA, M. F. UTILIZAÇÃO DO CICLO PDCA ASSOCIADO AO DIAGRAMA DE ISHIKAWA COMO FERRAMENTAS DE GESTÃO EM UMA ORGANIZAÇÃO NÃO GOVERNAMENTAL. p. 15, 2011.

PEREIRA, H. A. S.; BERGAMASCHI, A. B. **MANUAL DE GESTÃO DE RISCOS DO INPI**. Rio de Janeiro, 2018.

PETROBRAS. **Gerir Processos Corrosivos nas UEP da UO-BC**, 2017.

PETROBRAS. , 2019. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/>>. Acesso em: 24 mar. 2019

PRADELLA, S. Gestão de Processos: uma Metodologia Redesenhada para a Busca de Maior Eficiência e Eficácia Organizacional. v. 13, n. 2, p. 94–121, 2013.

PROEND. **Caso 001: Explosão na Refinaria Presidente Bernardes de Cubatão - RPBC (1958). Inspeção de Equipamentos: Estudo de Casos**, 2013. Disponível em: <<http://inspecaoequipto.blogspot.com/2013/05/caso-001-explosao-na-refinaria.html>>. Acesso em: 14 abr. 2019

REYES, A. **Implantação de um Sistema de Qualidade.**, 2000. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/qualidade/pagexp1>>. Acesso em: 31 jul. 2019

REZAEI, C.; ABBAS, A. A. **Asset Integrity Management System Implementation**. SPE Middle East Oil and Gas Show and Conference. **Anais...** In: SPE MIDDLE EAST OIL AND GAS SHOW AND CONFERENCE. Manama, Bahrain: Society of Petroleum Engineers, 2013 Disponível em: <<http://www.onepetro.org/doi/10.2118/164303-MS>>. Acesso em: 19 maio. 2019

ROCCO, C. D.; MORABITO, R. An optimization model for the operations of steam production in industrial boilers. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 2, p. 273–286, 2012.

RODRIGUES, M. V. **Ações para a qualidade: gestão estratégia e integrada para a melhoria dos processos na busca da qualidade e competitividade**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

RODRIGUEZ, D. S. S.; COSTA, H. G.; CARMO, L. F. R. R. S. DO. Métodos de auxílio multicritério à decisão aplicados a problemas de PCP: mapeamento da produção em periódicos publicados no Brasil. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 1, p. 134–146, mar. 2013.

RUFINO, M. C. DA S.; FRACAROLLI, R. L.; LIMA JUNIOR, F. R. Combinando o método TOPSIS e a classificação ABC de estoques: uma aplicação em uma empresa comercial de autopeças. v. 4, p. 3371–3385, 2018.

SANTOS, J. F. **FERRAMENTAS PARA GESTÃO ESTRATÉGICA DA ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO**. Belém: Universidade Federal do Pará, 2013.

SANTOS, V. F. M. **O qu**

SORIANO, F. R. et al. Analysis of continuous improvement practices: a case study with an informatic company. v. 4, n. 6, p. 14, 2018.

SORIANO, F. R. et al. Description of organizational skills and practices for continuous improvement program development - a case study of a cocoa mill. v. 1, n. 2, p. 13, 2019.

STJ. **Gestão de Riscos**, 2016. Disponível em: <http://www.stj.jus.br/static_files/STJ/Institucional/Gest%C3%A3o%20estrat%C3%A9gica/6_gestao_riscos_21jun.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2018

TCU. **Referencial básico de Gestão de Riscos**, 2018. Disponível em: <www.tcu.gov.br>. Acesso em: 7 nov. 2018

TERZI, R.; MAINIER, F. B. MONITORAMENTO DA CORROSÃO INTERNA EM PLATAFORMAS *OFFSHORE*. v. 12, n. 1, p. 8, 2008.

TOZIN JUNIOR, O. J.; GONÇALVES, M. C. APPLICATION OF QUALITY AND PRODUCTIVITY IMPROVEMENT TOOLS IN A POTATO CHIPS PRODUCTION LINE. **ITEGAM- Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications (ITEGAM-JETIA)**, v. 5, n. 18, 2019.

UGULINO, K. L. DA C. A. **Metodologia Dinâmica de Suporte à Decisão: Estudo de Caso da Aplicação da Metodologia Bow-Tie na Análise de Risco de um FPSO na Fase de Operação**. Dissertação de Mestrado—Niteroi: Universidade Federal Fluminense, 2015.

WEILKIENS, T. et al. Modeling Business Processes Using BPMN. In: **OCEB 2 Certification Guide**. [s.l.] Elsevier, 2016. p. 93–147.

YIN, R. K. **Estudo de Caso - 5.Ed.: Planejamento e Métodos**. São Paulo: Bookman Editora, 2015.

ZYOUD, S. H.; FUCHS-HANUSCH, D. A bibliometric-based survey on AHP and TOPSIS techniques. **Expert Systems with Applications**, v. 78, p. 158–181, jul. 2017.