

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Mecânica

Atena
Editora

Ano 2019

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Mecânica

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

I34 Impactos das tecnologias na engenharia mecânica [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Mecânica; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-85-7247-246-3

DOI 10.22533/at.ed.463190504

1. Automação industrial. 2. Engenharia mecânica – Pesquisa – Brasil. 3. Produtividade industrial. 4. Tecnologia. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João. III. Série.

CDD 670.427

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A Engenharia Mecânica pode ser definida como o ramo da engenharia que aplica os princípios de física e ciência dos materiais para a concepção, análise, fabricação e manutenção de sistemas mecânicos

Nos dias atuais a busca pela redução de custos, aliado a qualidade final dos produtos é um marco na sobrevivência das empresas. Nesta obra é conciliada duas atividades essenciais a um engenheiro mecânico: Projetos e Simulação.

É possível observar que na última década, a área de projetos e simulação vem ganhando amplo destaque, pois através de simulações pode-se otimizar os projetos realizados, reduzindo o tempo de execução, a utilização de materiais e os custos finais.

Dessa forma, são apresentados trabalhos teóricos e resultados práticos de diferentes formas de aplicação e abordagens nos projetos dentro da grande área das engenharias.

Trabalhos envolvendo simulações numéricas, tiveram um grande avanço devido a inserção de novos softwares dedicados a áreas específicas, auxiliando o projetista em suas funções. Sabe-los utilizar de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Neste livro são apresentados vários trabalhos, alguns com resultados práticos, sobre simulações em vários campos da engenharia industrial, elementos de maquinas e projetos de bancadas práticas.

Um compendio de temas e abordagens que constituem a base de conhecimento de profissionais que se dedicam a projetar e fabricar sistemas mecânicos e industriais.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UMA BANCADA PARA ENSAIOS VIBRATÓRIOS EM DISPOSITIVOS VEICULARES	
<i>Pedro Henrique Barbosa Araujo</i> <i>Evandro Leonardo Silva Teixeira</i> <i>Maria Alzira de Araújo Nunes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4631905041	
CAPÍTULO 2	18
DESENVOLVIMENTO DE UM MECANISMO PARA REABILITAÇÃO DO JOELHO UTILIZANDO EVOLUÇÃO DIFERENCIAL	
<i>Lucas Antônio Oliveira Rodrigues</i> <i>Rogério Sales Gonçalves</i> <i>João Carlos Mendes Carvalho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4631905042	
CAPÍTULO 3	29
DESENVOLVIMENTO DE BENEFICIADORA DE FUSO ROTATIVO	
<i>Fábio Gatamorta</i> <i>Danilo Brasil Sampaio</i> <i>Jebson Gouveia Gomes</i> <i>Marco Antônio Pereira Vendrame</i> <i>Gabriel Novelli</i> <i>Atílio Eduardo Reggiani</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4631905043	
CAPÍTULO 4	38
MINI EXTRUSORA DIDÁTICA DE POLÍMEROS UTILIZADOS EM IMPRESSORAS 3D	
<i>Marcelo Santos Damas</i> <i>Tiago Zaquia Pereira</i> <i>Ueliton Cleiton Oliveira</i> <i>Sérgio Mateus Brandão</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4631905044	
CAPÍTULO 5	53
ANÁLISE PRELIMINAR PARA PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE QUEIMADOR ATMOSFÉRICO PARA FORNO DE FORJAMENTO APLICADO À CUTELARIA	
<i>Luís Fernando Marzola da Cunha</i> <i>Danilo dos Santos Oliveira</i> <i>José Henrique de Oliveira</i> <i>Rhander Viana</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4631905045	
CAPÍTULO 6	67
DESENVOLVIMENTO DE UM MARTELETE ELETROMECAÂNICO DESTINADO AO FORJAMENTO DE FACAS ARTESANAIS	
<i>Cassiano Arruda</i> <i>André Garcia Cunha Filho</i>	

CAPÍTULO 7 80

PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO DE ESCANEAMENTO 3D A LASER: ESTUDO DE CORES DA SUPERFÍCIE

Bruno Barbieri
Vinicius Segalla
Marcio Catapan
Maria Lúcia Okimoto
Isabella Sierra

DOI 10.22533/at.ed.4631905047

CAPÍTULO 8 91

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE FREIOS PARA UM MINI BAJA DA COMPETIÇÃO BAJA SAE BRASIL

Silas Fernandes Caze
Lucas de Sousa Camelo
Wictor Gomes de Oliveira
Bruno de Oliveira Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.4631905048

CAPÍTULO 9 96

ANÁLISE EXPERIMENTAL DO COMPORTAMENTO DINÂMICO DE AMORTECEDORES TIPO STOCKBRIDGE

Marcos José Mannala
Marlon Elias Marchi
Marcio Tonetti

DOI 10.22533/at.ed.4631905049

CAPÍTULO 10 103

MEDIÇÃO DE DISTÂNCIA DA LÂMINA DE FASE EM CHAVE SECCIONADORA UTILIZANDO SENSOR DE ULTRASSOM

Carlos Henrique da Silva
Felipe Martins Silva
Fernando Luiz Alhem dos Santos
Jardson da Silva David
Juliana Lopes Cardoso
Milton Zanotti Junior

DOI 10.22533/at.ed.46319050410

CAPÍTULO 11 114

CÁLCULO DE LINHA DE VIDA UTILIZANDO MÉTODO DE SULOWSKI

Walter dos Santos Sousa
Caroline Moura da Silva
Érika Cristina de Melo Lopes
Gilton Carlos de Andrade Furtado
Lana Ritiele Lopes da Silva
Michele da Costa Baía

DOI 10.22533/at.ed.46319050411

CAPÍTULO 12	127
CÁLCULO DOS TEMPOS DE PENETRAÇÃO E DESVIO DE CALOR DO MODELO X23	
<i>Luís Henrique da Silva Ignacio</i>	
<i>Fernando Costa Malheiros</i>	
<i>Alisson Augusto Azevedo Figueiredo</i>	
<i>Henrique Coelho Fernandes</i>	
<i>Gilmar Guimarães</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050412	
CAPÍTULO 13	135
TEMPO DE MISTURA EM TANQUES COM IMPULSORES MECÂNICOS EQUIPADOS COM CHICANA PADRÃO E MODIFICADA	
<i>Murilo Antunes Alves Lucindo</i>	
<i>Breno Dantas Santos</i>	
<i>Juliana Sanches da Silva</i>	
<i>Marcos Bruno Santana</i>	
<i>Deovaldo de Moraes Júnior</i>	
<i>Vitor da Silva Rosa</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050413	
CAPÍTULO 14	147
A SEGURANÇA DE VOO A PARTIR DA MANUTENÇÃO E OS RISCOS GERADOS PELOS FATORES HUMANOS	
<i>Daniel Alves Ferreira Lemes</i>	
<i>Kennedy Carlos Tolentino Trindade</i>	
<i>Anna Paula Bechepeche</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050414	
CAPÍTULO 15	169
VANTAGENS DA MANUTENÇÃO PREDITIVA PARA UNIDADES DE ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE DERIVADOS DE PETRÓLEO	
<i>Luriane Pamplona dos Santos Barbosa</i>	
<i>Rodrigo de Cássio Vieira da Silva</i>	
<i>Thiago Eymar da Silva Oliveira</i>	
<i>Arielly Assunção Pereira</i>	
<i>Roger Barros da Cruz</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050415	
CAPÍTULO 16	185
MEDIÇÃO DO TEOR DE UMIDADE EM ÓLEO LUBRIFICANTE DE TURBINAS	
<i>Isabella Fenner Rondon</i>	
<i>Josivaldo Godoy da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050416	
CAPÍTULO 17	196
ESTUDO SOBRE GESTÃO DE LUBRIFICAÇÃO PARA ALTO DESEMPENHO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS	
<i>Fernanda do Carmo Silvério Vanzo</i>	
<i>Vicente Severino Neto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050417	

CAPÍTULO 18	209
APLICAÇÃO DE TÉCNICA PARA AUMENTO DO TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS EM VENTILADORES INDUSTRIAIS	
<i>Fernanda do Carmo Silvério Vanzo</i> <i>Edmar Antônio Onofre</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050418	
CAPÍTULO 19	221
ANÁLISE E CORREÇÃO DE FALHAS EM UM EIXO DO MONTANTE	
<i>José Airton Neiva Alves da Silva Brasil</i> <i>Victor Gabriel Pereira Valverde</i> <i>Luís Felipe Furtado Pontes</i> <i>Guilherme Guimarães Sousa e Silva</i> <i>Lucas Silva Soares</i> <i>Marcos Erike Silva Santos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050419	
CAPÍTULO 20	236
ANÁLISE DE COMPORTAMENTO DE FALHAS DE UM ROTOR DINÂMICO UTILIZANDO SISTEMA IMUNOLÓGICO ARTIFICIAL	
<i>Estevão Fuzaro de Almeida</i> <i>Luiz Gustavo Pereira Roéfero</i> <i>Fábio Roberto Chavarette</i> <i>Roberto Outa</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050420	
CAPÍTULO 21	245
DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA BAJA SAE E DO GERENCIAMENTO DA EQUIPE NO CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFANOR	
<i>Wictor Gomes De Oliveira</i> <i>João Paulo Correia Teixeira</i> <i>Vitor Fernandes Mendes Martins</i> <i>Tulio Rosine Martins De Souza</i> <i>Bruno De Oliveira Carvalho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050421	
SOBRE OS ORGANIZADORES	247

VANTAGENS DA MANUTENÇÃO PREDITIVA PARA UNIDADES DE ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE DERIVADOS DE PETRÓLEO

Luriane Pamplona dos Santos Barbosa

Faculdade Estácio de Belém

Belém – Pará

Rodrigo de Cássio Vieira da Silva

Faculdade Estácio de Belém

Belém – Pará

Thiago Eymar da Silva Oliveira

Faculdade Estácio de Belém

Belém – Pará

Arielly Assunção Pereira

Faculdade Estácio de Belém

Belém – Pará

Roger Barros da Cruz

Faculdade Estácio de Belém

Belém – Pará

RESUMO: Este artigo demonstra uma abordagem sobre as vantagens que a Certificação SPIE (Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos), na busca da melhor estratégia de manutenção dos equipamentos, recomendada a diversas empresas do ramo industrial que pretendam adotar esta certificação como desafio (inovação). Quando se trata de equipamentos da linha industrial o custo com manutenção é relevante, a ponto, deste impactar diretamente na produtividade. Através das técnicas advindas com o SPIE tem-se a possibilidade de influenciar positivamente

e contribuir para a organização do processo, lucratividade, produtividade e segurança. As técnicas de manutenção preditiva aplicadas neste artigo têm como objetivo a realização de estudo a partir da coleta de dados e análise de relatórios técnicos bem como pesquisas, observações, classificação e interpretação de fatos ocorridos em inspeções e manutenções de dois tanques do tipo esfera de armazenamento de gás GLP. O método principal abordado será um grupo de técnicas desenvolvidas pela manutenção preditiva que compõem o SPIE, no intuito de descrever um caso de integração de informações, critérios e práticas, criando uma consistência maior determinante para o aumento do intervalo de manutenção sem prejudicar o estado físico do equipamento sendo assertivo na determinação do novo intervalo, aumentando a confiabilidade na gestão do ativo.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão da Manutenção, Serviço Próprio de Inspeção de Equipamento, Redução de Custos.

ABSTRACT: This article demonstrates an approach to the advantages of the SPIE (Self Inspection of Equipment) Certification, the search for the best equipment maintenance strategy, recommended to several companies in the industrial sector that wish to adopt this certification as a challenge (innovation). When it comes to equipment of the industrial line the

cost with maintenance is relevant, to the point, of this directly impact on productivity. Through the techniques that come with SPIE, one has the possibility to positively influence and contribute to the organization of the process, profitability and productivity. The predictive maintenance techniques applied in this article have the objective of carrying out a study from data collection and analysis of technical reports as well as research, observations, classification and interpretation of facts occurred in inspections and maintenance of a tank ball type tank of LPG gas. The main method will be a group of techniques developed by the predictive maintenance that integrate the SPIE, in order to describe a case of integration of information, criteria and practices, creating a greater consistency determinant for the increase of the maintenance interval without damaging the physical state of the equipment being assertive in determining the 'new' interval, generating reliability in asset management.

KEYWORDS: Maintenance Management, Self-Service Equipment Inspection, Cost Reduction.

1 | INTRODUÇÃO

De acordo com a Norma ABNT-NBR 5462-1994 Manutenção é: “Definida como o conjunto de ações técnicas e administrativas, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual ele possa desempenhar sua função requerida”. Manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejado, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e a manutenção corretiva que nada mais é do que uma manutenção preventiva baseada na condição do equipamento.

Redução dos custos de manutenção sempre foi um desafio para a engenharia, já que a manutenção é um fator estratégico para a indústria, conforme demonstrado pelos dados fornecidos pela Associação Brasileira de Manutenção – (ABRAMAN, 2013), o Brasil teve um custo de manutenção por faturamento bruto correspondente a 4,7% do PIB contra a média mundial de 4,2%, baseando-se nisso e buscando diversas ferramentas para redução dos custos com manutenção, serão exploradas neste trabalho as vantagens da Certificação SPIE, concedida pelo INMETRO e presente como Anexo II da Norma Regulamentadora -13, para dois tanques de armazenamento de GLP, que se baseia na dilatação dos prazos de paradas dos equipamentos para manutenção, a partir de históricos de inspeções e manutenções rastreáveis garantidores da continuidade operacional do equipamento controlado com segurança e plena eficiência (ABRAMAN, 2013).

O objetivo geral deste trabalho é mostrar que através do Sistema de manutenção preditiva podemos aplicar várias técnicas que visam reduzir os custos com a manutenção na indústria de derivados de Petróleo, demonstrando que as estratégias mais adequadas poderão ser aplicadas depois de um histórico de dados presentes.

Objetivos específicos deste trabalho visam aplicar a certificação SPIE que técnicas de manutenção preditiva adequadas para acompanhar o desenvolvimento do equipamento resultando em aumento da confiabilidade dos equipamentos e redução os custos com manutenção tendo como objeto de estudo um grupo de equipamentos da linha de produção e armazenamento de Gás GLP. Com históricos de relatórios técnicos reais, resultados de estudos teóricos e fazendo uma análise de degradação material no ambiente podemos estender esse intervalo de manutenção preditiva.

O Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) é uma substância que provém da mistura de hidrocarbonetos sendo os mais relevantes, o butano e o propano, advindo da refinação do petróleo através do processo de craqueamento catalítico. Sendo que apenas se torna liquefeito quando armazenados em botijões ou tanques pressurizados (esferas) de aço a pressões de 6 a 8 kgf/cm². Por segurança, estes recipientes são projetados na construção, o uso de materiais com a capacidade mecânica para aguentar pressões de até 17 kgf/cm². Estes recipientes são projetados para suportar até 85% de sua capacidade, pois os 15% é de espaço livre para a vaporização natural do produto que ocorre com a troca de calor entre a parede e o GLP na forma líquida (PETROBRÁS, 2018). São classificados na NR-13 como vasos de pressão, equipamentos que contêm fluidos sob pressão interna ou externa, diferente da atmosférica. Devido estarem expostos a diversas condições de ambiente e processos se faz necessário prever possível deterioração, através de pesquisas em literatura técnica e históricos de inspeções externas e internas.

2 | REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Surgimento da necessidade da inspeção de equipamentos.

Entre os anos 1870 a 1910, nos EUA ocorreram cerca de 10.000 explosões de caldeiras (média de 250/ano) segundo dados da Associação Norte-americana de Engenheiros Mecânicos (ASME). Nos anos posteriores foram registrados aproximadamente 1300 e 1400 acidentes ocasionados por explosões de caldeiras e vasos de pressão, gerando um número absurdo de 50.000 mortes e deixando cerca de 2 milhões de feridos anualmente.

Com a situação crítica, ficava evidente para a sociedade que precisavam urgentemente regulamentar os projetos, fabricação e materiais das caldeiras e vasos de pressão, bem como capacitar a equipe operacional para acompanhar as condições físicas e deterioração das caldeiras.

Após a ocorrência de um acidente em uma fábrica em Massachussets - EUA, em 1905, onde a caldeira explodiu atravessando um teto de dois andares chegando a vizinhança, deixando 58 mortos e 117 feridos, foi iniciado a primeira regulamentação em 1908, criando o primeiro código estadual norte-americano de projeto e fabricação de caldeiras.

Em 1911 foi criada uma comissão pela ASME, com o objetivo de unificar as informações úteis e gerar um único documento. Em 1914, em uma memorável reunião foi finalmente aprovada a Seção I do seu largamente reconhecido “Boiler and Pressure Vessels Code” (Código de Caldeiras e Vasos de Pressão) que regulamenta o projeto e construção de Caldeiras (CHAINHO, 2011).

Mais tarde em 1919, foi fundada a National Board (Comissão Nacional de Inspetores de Caldeiras e Vasos de Pressão), com o objetivo de capacitar os profissionais para acompanhar as condições físicas e deterioração das caldeiras.



Figura 1: Gráfico do impacto da seção I do código ASME e da Fundação National Board.

Fonte: Adaptado de: CHAINHO (2011).

A figura 1, demonstra o forte impacto dos dois acontecimentos na ocorrência de explosões de caldeiras e vasos de pressão, onde os números de acidentes foram reduzidos a partir de então, mesmo com a elevação das pressões de trabalho, decorrente da evolução tecnológica advinda ao longo dos anos, o número de explosões foram reduzindo bruscamente graças as medidas de segurança adotadas a partir dos fatos ocorridos (CHAINHO, 2011).

2.2 A Elaboração da Norma Regulamentadora 13

A primeira regulamentação brasileira para Caldeiras e Vasos de Pressão foi a lei 6514 que se transformou na Norma Regulamentadora de número 13 (Caldeiras e Vasos de Pressão) pelo Ministério do Trabalho e Emprego (M.T.E) (CHAINHO, 2011).

No Brasil, após a ocorrência de vários acidentes graves envolvendo estes equipamentos (caldeiras e vasos de pressão), foi formado a Comissão Tripartite com representantes dos Trabalhadores, Empresas e Governo pelo Ministério do Trabalho, teve como missão reformular a NR-13, de forma que ela pudesse realmente expressar as reais necessidades das empresas brasileiras e assim pudesse garantir a segurança na operação das caldeiras e vasos de pressão. A NR-13 nasceu em 8 de junho de 1978 regulamentada pelo Ministério de Trabalho e Emprego do Brasil (M.T.E, 1978). A última revisão da NR-13 publicada no Diário Oficial da União (D.O.U) em 28/04/2014, portaria nº 594 incluiu um capítulo somente de equipamentos que fazem parte das caldeiras e vasos de pressão (M.T.E, 2014).

2.3 A criação do SPIE – Serviço Próprio de inspeção de Equipamentos

Em 1954, ocorreu um grande acidente na refinaria de Cubatão que era responsável por 80% dos suprimentos de quase todo mercado Brasileiro. Este acidente provocou a morte de 3 pessoas e grandes danos a instalação, comprometendo gravemente os suprimentos do mercado, abalando a sobrevivência da Petrobrás (criada a apenas 4 anos) no monopólio estatal do petróleo. A partir deste acontecimento que tomou grandes proporções, a Petrobrás se posicionou quanto o papel da inspeção de equipamentos sendo melhor compreendido e alocados recursos necessários para sua efetiva atuação, a demais diversos acidentes contribuíram para esta mudança de pensamento.

Estes acontecimentos marcaram sem dúvida o nascimento da Inspeção de Equipamentos no setor industrial brasileiro (CHAINHO, 2011).

Em 1994, foi revisada e incorporada a NR-13 o anexo II que trata dos requisitos necessários para a implementação do SPIE. O anexo estabelece intervalos de manutenção maiores que os usuais para as organizações que possuem o SPIE, possibilita a extensão dos prazos máximos de inspeção e ao mesmo tempo mantém a confiabilidade do equipamento por mais tempo. Com este prazo dilatado, resulta diretamente na redução de custos significativos com inspeção em serviço e de paradas nas linhas de produção. O SPIE foca em estratégia incorporada na prevenção de acidentes.

O Instituto Brasileiro do Petróleo, (IBP, 2001) se submeteu a um processo de credenciamento sendo aprovado pelo Inmetro para implementar o processo de certificação da SPIE em nome do governo brasileiro. Sendo publicado no mesmo ano pelo Inmetro a portaria nº 16 onde descreve os requisitos básicos para a obtenção da certificação SPIE (CHAINHO, 2011).

O SPIE é certificado pelo INMETRO ou um organismo credenciado ao Instituto Brasileiro do Petróleo (IBP), e possui alguns benefícios relacionado ao aumento dos intervalos de manutenção como: Primeiramente assegurar a vida; Estender a vida útil dos ativos além do limite estabelecido no projeto; Redução de paradas inesperadas da produção, conseqüentemente aumentando a confiabilidade do equipamento; Redução de vazamentos e descontroles operacionais contribuindo para a preservação do meio ambiente; Melhorar a qualidade dos produtos e serviços através da manutenção dos parâmetros operacionais; Redução de Custos decorrentes de prêmios com seguro, perdas de produção, dentre outros.

2.3 Os requisitos necessários para implementação do SPIE

Para obter a Certificação de SPIE, as empresas têm de seguir 62 requisitos que são regulamentados pelo Ministério do Trabalho e Inmetro. Além disso, o Instituto realiza avaliações anuais para verificar se o SPIE continua mantendo o perfil avaliado

anteriormente. O processo todo é acompanhado e avaliado periodicamente pela Coordenação Geral de Acreditação Cgcre/INMETRO.

Os SPIEs devem ter alguns requisitos mínimos atendidos, para obter a certificação, abaixo listamos as mais importantes segundo (NR-13, MTE, 1994):

Todos os profissionais sejam eles próprios (concursados), com dedicação exclusiva, formação, qualificação e treinamentos compatíveis, bem como os profissionais contratados para realização dos END (Ensaio Não Destrutivo) devem ser certificados no SNQC (Sistema Nacional de Qualificação e Certificação de Pessoas) gerido pela ABENDI (Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivo), organismo acreditado pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, como Organismo de Certificação de Pessoas, conforme a Norma ABNT NBR ISO 17024, para qualificação e certificação de pessoas em END, baseada nos critérios da Norma ABNT NBR ISO 9712, além disso outros serviços eventuais devem contar com pessoal selecionado e avaliado seguindo critérios do pessoal próprio.

Deve existir um responsável formalmente designado; Deve existir pelo menos um “Profissional Habilitado” (PH); Para o devido dimensionamento do efetivo mínimo, deve ser seguido o roteiro de cálculo presente no anexo A da Portaria INMETRO 537/2015; Deve-se manter um arquivo técnico atualizado e mecanismos para distribuição de informações quando requeridas; Deve-se contar com procedimentos escritos para as principais atividades executadas; Deve-se ter aparelhagem condizente com a execução das atividades propostas. Cabe destacar os principais ensaios não destrutivos utilizados ao longo do processo de certificação, bem como da manutenção desta certificação:

Inspeção visual A inspeção visual é uma técnica subjetiva executada apenas com a visão, podendo ou não receber auxílio de instrumento óptico (CARVALHO, 2008), junto à abertura de flanges, podendo ser verificada a condição interna e externa do equipamento na região próxima a esse local. A inspeções visual interna e externa dos equipamentos são regidas pela norma Petrobras N-2414 Inspeção em Serviço em Esferas de Armazenamento;

Medição de espessura por Ultrassom: Método utilizado para determinar a espessura e a vida remanescente do equipamento ou o sistema do equipamento, através de uma estimativa da sua taxa de corrosão. Pode ser realizada a frio ou a quente, desde que aplicadas às devidas correções. A norma vigente para este ensaio é a ABNT NBR 15824:2012 - Ensaio não destrutivo - Ultrassom - Medição de espessura.

Inspeção por ACFM: A técnica de medição de campo magnético alternado ACFM (Alternating Current Field Measurement) foi desenvolvida para determinar as dimensões de trincas e monitorar o seu crescimento. Depende da medição de dois campos magnéticos próximos da superfície não exigindo contato elétrico. Na técnica a corrente de entrada é induzida no material fazendo com que o sistema seja sem contato

elétrico, conforme consta na norma regente deste ensaio a ABNT NBR 15248:2012 – Ensaio não destrutivo – Inspeção por ACFM (Alternating Current Field Measurement)

Inspeção por Líquido Penetrante: O líquido penetrante é um exame que permite detectar descontinuidades e defeitos que afloram a superfície de um material. Sua aplicação é nos materiais não magnéticos (CARVALHO, 2008). As normas que regem este ensaio não destrutivo são ABNT NBR NM 327:2011 - Ensaio Não Destrutivo - Líquido Penetrante – Terminologia e a ABNT NBR NM 334:2012 - Ensaio Não destrutivo - Líquidos Penetrantes - Detecção de descontinuidades;

Cada ensaio é definido através de uma análise criteriosa para se obter resultados esperados, sendo estes essenciais para avaliação da condição física do equipamento.

Se após todos os ensaios descritos acima for encontrado algum processo de deterioração no equipamento, os demais equipamentos associados a este, também devem ser inspecionados (SANTINI, 2016).

As principais vantagens apresentadas pela certificação Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos (SPIE) são as seguintes:

Estender os prazos de inspeção das caldeiras e vasos de pressão; Possibilidade de ampliar a campanha operacional de unidades de processo; Redução no número de intervenções de inspeção, com conseqüente redução nos custos de inspeção e de manutenção; Redução no número de partidas e paradas dos equipamentos e instalações, com conseqüente redução dos riscos de acidentes durante os transientes e a ocorrência de determinados modos de falha; Melhor distribuição das inspeções ao longo das campanhas e paradas; Gastos menores com lucro cessante e descarte de inventários; Maior faturamento e lucratividade em função da redução de dias sem; 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; Redução do risco de acidentes e de contaminações ambientais; Redução de prêmios de seguro; Grande aceitação pelos órgãos de fiscalização facilitando a solução compartilhada de questões pendentes; Facilita a integração entre as áreas/setores da organização/empresa; Melhora a imagem da organização/empresa junto à sociedade e ao mercado; Reconhecimento de uma organização independente (IBP), com grande representatividade no mercado; Reconhecimento do Inmetro, Ministério do Trabalho e Emprego e da sociedade.

3 | METODOLOGIA

- Pesquisa por referenciais teóricos de histórico de Inspeções e Manutenções dos equipamentos esferas EF-47001 e EF-47002;
- Pesquisa por teorias desenvolvidas sobre Manutenção com foco em Manutenção Preditiva e a certificação SPIE;

- Análise do setor de Manutenção Preditiva em Processos da Indústria de Derivados de Petróleo;
- Estudo de dados de trabalhos desenvolvidos em unidades que possuem processamento, armazenamento e transporte de derivados de petróleo que operam no Brasil;
- Foi utilizada a metodologia “Cálculo de Efetivo Mínimo” conforme manda a Portaria INMETRO nº 537/2015 para sabermos se o efetivo mínimo calculado atende plenamente as necessidades das instalações da unidade.

$$I = [F_i (1 + F_{ti} + F_t) H_{hiq}] / T$$

Equação 1: Equação Paramétrica para Cálculo de Efetivo Mínimo de Inspetores do SPIE.

Fonte: Portaria INMETRO nº 537/2015.

$$E = F_e (1 + F_{te} + F_t) \cdot H_{heq} / T$$

Equação 2: Equação Paramétrica para Cálculo de Efetivo Mínimo de Engenheiros do SPIE.

Fonte: Portaria INMETRO nº 537/2015.

3.4 Estudo de Caso

Os equipamentos objetos deste estudo estão instalados na Empresa A e classificados como vasos de pressão do tipo categoria I, segundo o item a - 13.5.4.5 da norma regulamentadora NR-13. “As inspeções de segurança periódicas interna e externa dos vasos de pressão devem obedecer aos seguintes prazos máximos a seguir:”

Segundo o Anexo II da NR-13, para estabelecimentos que possuam ou não possuam SPIE, deve ser conforme citado abaixo:

Categoria do Vaso	Exame Externo	Exame Interno
I	1 ano	3 anos
II	2 anos	4 anos
III	3 anos	6 anos
IV	4 anos	8 anos
V	5 anos	10 anos

Tabela 1: para estabelecimentos SEM SPIE.

Fonte: NR-13, MTE (1994).

Categoria do Vaso	Exame Externo	Exame Interno
I	3 anos	6 anos
II	4 anos	8 anos
III	5 anos	10 anos
IV	6 anos	12 anos
V	7 anos	a critério

Tabela 2: Para estabelecimentos COM SPIE.

Fonte: NR-13, MTE (1994)

Conforme exposto acima os vasos de pressão ao passarem por inspeções periódicas internas são submetidos a ensaios não destrutivos complementares que têm como objetivo avaliar a condição de integridade dos equipamentos conforme preconiza o item b do Anexo II da NR-13.

3.5 Roteiro das Inspeções

A inspeção é realizada por amostragem das regiões a serem inspecionadas, porém ao longo de cada ciclo máximo de 6 anos de operação, as amostragens inspecionadas devem abranger a inspeção de todos os componentes, garantindo sua efetiva avaliação de vida remanescente. Se a inspeção de uma determinada área do equipamento indicar a presença de danos relevantes, essa área deve ser ampliada.

Todas as inspeções realizadas nos equipamentos deste estudo obedecem ao plano de inspeção criado exclusivamente para cada equipamento, além disso seguem um roteiro de inspeções utilizando técnicas específicas.

Inicialmente é realizada a inspeção visual com o objetivo de verificar as condições externas e internas dos vasos, suas conexões e acessórios, bem como o isolamento térmico, a pintura, os suportes e os travamentos. Também são verificados sinais de desalinhamentos, vibrações excessivas e vazamentos. Ensaio como ACFM e ENDs, tais como LP e PM, podem ser requeridos para complementar a inspeção visual.

3.6 Relatórios de inspeção

Após a inspeção de cada equipamento foi emitido um Relatório de Inspeção, com páginas numeradas, que passa a fazer parte da sua documentação, e deve conter no mínimo: identificação do(s) equipamento(s), fluido(s) de serviço do equipamento e respectivas temperaturas e pressão de operação; data de início e término da inspeção; tipo de inspeção executada; descrição dos exames ENDs executados: os critérios de aceitação de cada END devem estar de acordo com as normas específicas do projeto; resultado das inspeções; parecer conclusivo quanto à integridade do equipamento ou da tubulação até a próxima inspeção; recomendações e providências necessárias; data prevista para a próxima inspeção; nome legível, assinatura e número do registro no conselho profissional do PH e nome legível e assinatura dos técnicos que participaram

da inspeção.

O Relatório é o documento final que registra as condições reais do equipamento em análise, neste caso as Esferas de Armazenamento de GLP.

As recomendações decorrentes da inspeção devem ser registradas e implementadas pelo empregador, com a determinação de prazos e responsáveis pela execução.

4 | RESULTADOS

Aplicando a metodologia “Cálculo de Efetivo Mínimo de Inspetores e Engenheiros” foi possível encontrar o quantitativo de profissionais necessários para uma unidade SPIE. Os seguintes valores de efetivo mínimo necessário abaixo em destaque, constata assim que a empresa possui a quantidade mínima necessária de inspetores e engenheiros lotados na unidade:

Efetivo Calculado				Atualização
Qtde de Hh Inspetor		Qtde de Hh Engenheiro		
Mínimo Parcial	0,49	Mínimo Parcial	0,08	12/11/2018
Mínimo	0,49	Mínimo	0,08	
Mínimo Arredondado	1,00	Mínimo Arredondado	1,00	

Tabela 3: Valores Calculados de Efetivo Mínimo de Inspetores e Engenheiros para a Empresa A.

Fonte: AUTORES,2018.

O objeto do estudo de caso em questão trata-se dos equipamentos Tanque / Esfera de Armazenamento de GLP EF-47001 e EF-47002 instalados na empresa A (TA-BELÉM) e identificados nas Figura 2, Tabela 3 e Gráficos 1/2/3/4/5/6, onde serão mostradas abaixo:



Figura 2: Esferas de Armazenamento de GLP.

Fonte: Autores, (2018).

A figura 2 retrata o atual estado físico dos equipamentos que operam há 36 anos sem danos ou limitações de capacidade, conforme consta nos laudos dos relatórios de inspeções externas e internas realizados ao longo desses anos, histórico valioso conciliando técnicas de manutenção preditiva e garantindo confiabilidade à unidade.

Segue abaixo a ficha técnica dos equipamentos.

Ficha Técnica dos Equipamento EF-47001 / EF-47002			
Dia	EF-47001/EF-47002	Pressão de Operação Esférica	1,72 MPa a 17 kgf/cm ²
Identificação do Equipamento	Esfera de GLP EF-47001 / EF-47002	Pressão Teste Hidrostático	(kgf/cm ²) 22, 20
SPIE Responsável	SPIE NORTE	Temperatura De Projeto	AMBIENTE (°C)
Setor Operacional Responsável	Gerência TA-NORTE	Diâmetro Nominal	18, 24 m
Localização	TA-BELÉM	Total do volume	3.180 m ³
Serviço	Armazenamento de GLP	PMTA¹	17, 50 kgf/cm ²
Tipo do Equipamento	Vaso esférico	Classe do Fluido	A
Ano Fabricação	1982	Temperatura De Trabalho	10 A 38 ° c
Fabricante	Confab	Altura Máxima Utilizada	18, 24 m
Início de Operação	1982	Espessura Calota Superior	50, 40 mm
Norma Fabricação/Ano	ASME VIII div 2 Ed 1980	Espessura Calota Inferior	53, 20 mm
Período Inspeção Prog. Externa	3 anos	Espessura Zona Equatorial	52, 90 mm
Período Inspeção Prog. Interna	6 anos	Fluido	GLP
Categoria NR 13	I	Dispositivo de Segurança:	PSV-47001A/B/C- PSV-47002A/B/C
Pressão de Projeto	17, 50 kgf/cm ²	Grupo Equipamento-Rac Inmetro²	B

Tabela 3: Ficha técnica dos Equipamentos.

⁽¹⁾ PMTA – Pressão Máxima de Trabalho Admissível

⁽²⁾ RAC – Requisitos de Avaliação da Conformidade

Fonte: MAGALHÃES, (2018).

A partir dos estudos de documentos de Projetos, Ficha Técnicas, Relatórios de Inspeções realizadas e Boletins de Medição (BM) das inspeções e manutenções dos equipamentos citados acima, obteve-se os seguintes resultados:

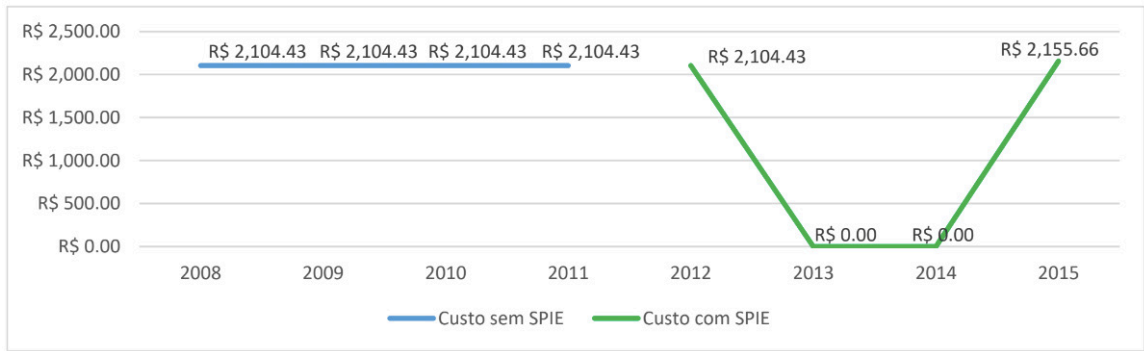


Gráfico 1: Custos com Inspeção Externa do Equipamento EF-47001.

Fonte: AUTORES, (2018).

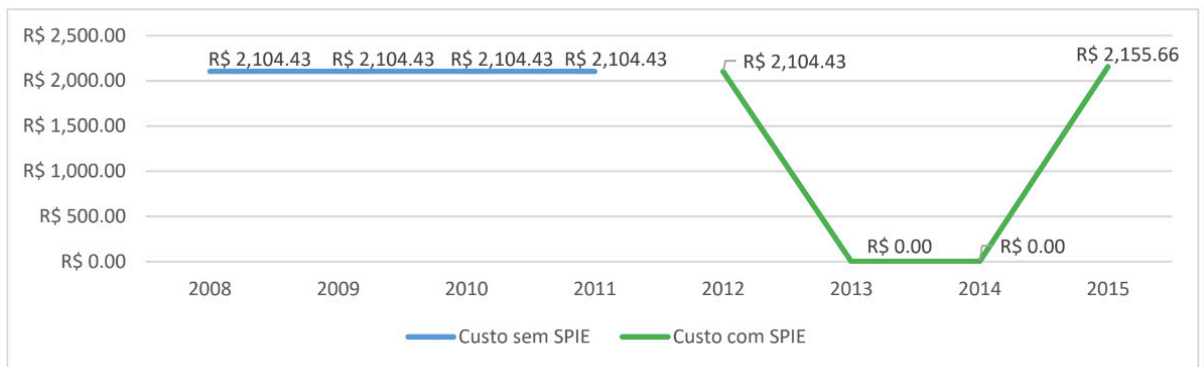


Gráfico 2: Custos com Inspeção Externa do Equipamento EF-47002.

Fonte: AUTORES, (2018).

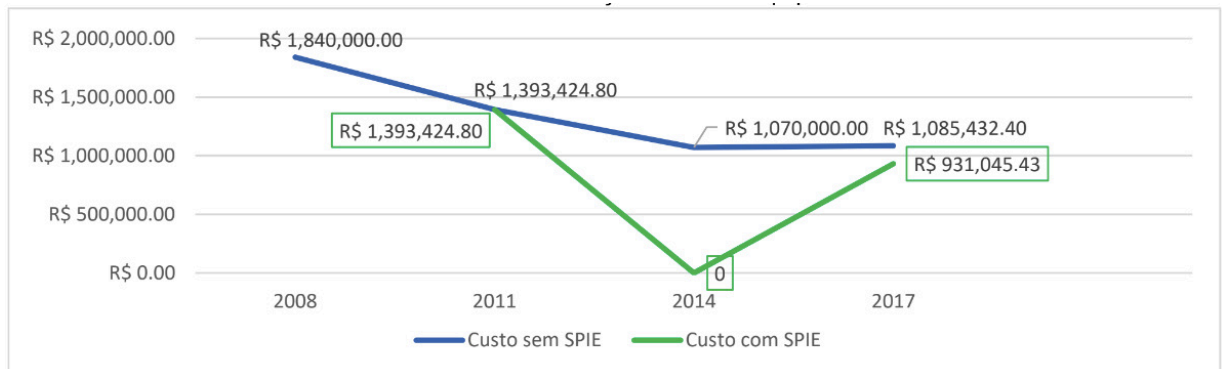


Gráfico 3: Custos com Manutenção Geral do Equipamento EF-47001.

Fonte: AUTORES, (2018).

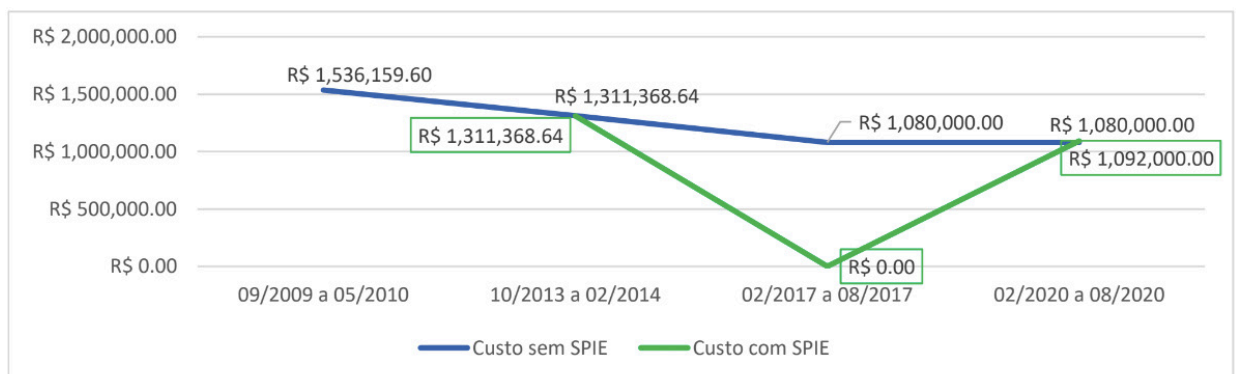


Gráfico 4: Custos com Manutenção Geral do Equipamento EF-47002 com projeção para 2020.

Fonte: AUTORES, (2018).

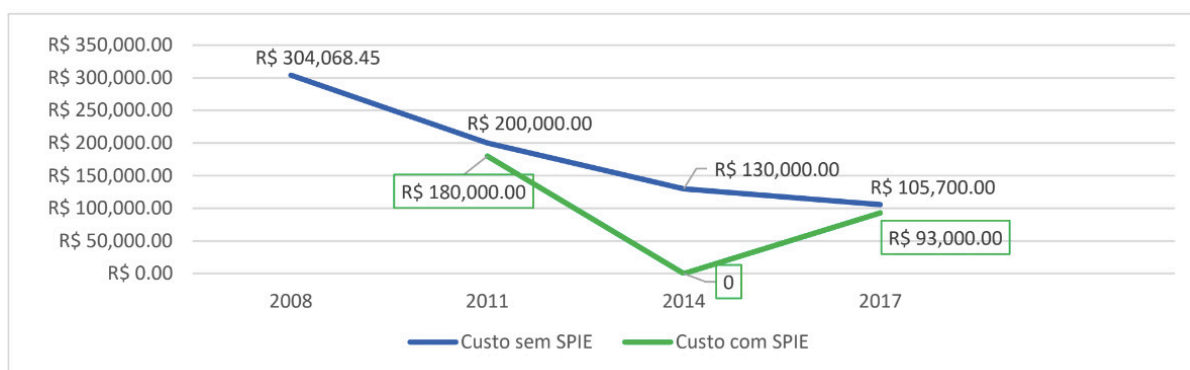


Gráfico 5: Custos com Inspeção Interna do Equipamento EF-47001.

Fonte: AUTORES, (2018).

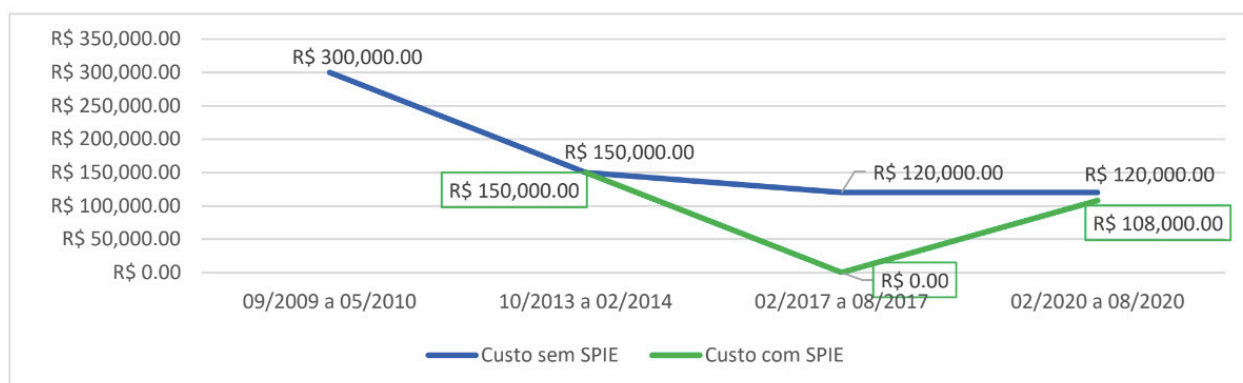


Gráfico 6: Custos com Inspeção Interna do Equipamento EF-47002.

Fonte: AUTORES, (2018).

5 | ANÁLISE DE RESULTADOS

Os gráficos 1 e 2 demonstram a mudança na periodicidade de inspeções e manutenções dos equipamentos aqui estudados, após a obtenção da certificação SPIE, onde a periodicidade de inspeções externas anuais ocorridas durante o intervalo de 2008 a 2011, passou a ser trienal a partir de 2012 com a obtenção da certificação SPIE, conforme preconiza o Anexo II da NR-13, evidenciando a economia gerada com a postergação dos serviços de inspeção externa.

Os gráficos 3 e 4 demonstram a crescente queda nos custos com inspeção e manutenção advinda desde antes da obtenção da certificação, devido já ser adotado o uso de técnicas preditivas como ensaios de ultrassom, ACFM e líquido penetrante, algo que contribuiu para a criação de um histórico de integridade e confiabilidade estratégicos para a obtenção da certificação, com isso a mudança na periodicidade de inspeções e manutenções dos equipamentos se tornou ainda mais viável, neste caso a periodicidade de inspeção interna e manutenção geral que até 2012 era de 3 anos passou a ser 6 anos com a certificação SPIE, conforme contido no Anexo II da NR-

13, cabe frisar que foi projetado um cenário do valor de custo para 2020 visualizando assim a economia gerada com a filosofia SPIE.

Importante também destacar que a postergação dos prazos de 3 para 6 anos impacta diretamente na quantidade de pessoas expostas a riscos de acidente e permite uma continuidade operacional dos equipamentos sem afetar o faturamento da empresa, mesmo sendo equipamentos que operam há 36 anos, algo que poderia vir a ser um fator limitante. Bem como mostrado nos gráficos 1, 2, 5 e 6 os equipamentos passaram a ser monitorados por uma equipe própria de inspeção de equipamentos que acompanha a rotina destes de maneira mais próxima do que em outros momentos onde eram trazidos profissionais deslocados de outras unidades.

A presença constante de uma equipe responsável pelo serviço de inspeção de equipamentos demonstra a mudança na qualidade dos serviços antes realizados por profissionais não lotados na unidade e que por consequência não viviam a rotina da mesma.

A vantagem financeira da certificação SPIE fica clara ao compararmos a periodicidade de realização de inspeções externas nos gráficos 1 e 2, verificou-se uma economia de 50% nos custos com inspeções externas, ressalta-se que não houve redução no valor de execução do serviço, mas sim um aumento de intervalo entre os serviços. Vantagem também perceptível no comparativo dos valores presentes nos gráficos 4 e 5 já que a periodicidade de manutenções gerais passou a ser de 6 anos, gerando uma economia de 69% dos custos com manutenção geral realizado para cada equipamento.

Os gráficos 5 e 6 mostram uma economia de 45% dos custos com inspeção interna, já na primeira inspeção pós certificação visualizadas nos intervalos de 2011 a 2014 para o equipamento EF-47001 e 2014 a 2017 para o equipamento EF-47002. Na segunda campanha de inspeção interna pós certificação para a esfera EF-47001 verificou-se uma economia de 60%, devido as vantagens advindas com a certificação. Como a segunda campanha de inspeção interna da EF-47002 será apenas em 2020, criou-se uma projeção para o intervalo 2017 a 2020 estimando-se uma provável economia de 55% dos custos com inspeção interna.

Além disso, os resultados obtidos pós-levantamento e análise minuciosa dos relatórios estudados demonstram o real valor agregado à unidade que possui a certificação SPIE, distintamente de outras certificações que demandam um alto investimento financeiro para serem implementadas e mantidas, enquanto que o SPIE não demanda tamanho investimento se já possui os profissionais, conforme normativa. A certificação SPIE reduz os custos com manutenção, conforme os dados coletados nos boletins de medição aqui apresentados, além de reduzir o tempo de mão de obra exposta a riscos, equipamentos passam a operar por mais tempo, propiciando maior margem de lucro para a empresa, sem comprometer a integridade física e operacional da unidade. Tudo isso baseado e sustentado pelo histórico de inspeções, contendo os registros que detalham a condição de integridade dos equipamentos.

6 | CONCLUSÃO

Concluimos a partir do estudo desenvolvido que o surgimento da certificação Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos (SPIE) foi de grande valia para a indústria petroquímica e posteriormente para as demais indústrias, algo evidenciado por meio do estudo de cenários antes e pós-certificação da empresa A que possui um vasto histórico de inspeções e dados que constata esta benéfica mudança de realidade com a redução de paradas dos equipamentos para manutenção, maior disponibilidade operacional, aumento do lucro da empresa, menor tempo de exposição de profissionais a riscos de acidentes e maior garantia do controle de integridade dos equipamentos. Benefícios estes atestados por um corpo técnico de profissionais preparado e bem dimensionado, conforme preconizam as normas vigentes, aliado a um conjunto técnicas de manutenção preditiva já praticadas e consolidadas em históricos de inspeções e manutenções rastreáveis contendo registros de relatórios técnicos reais, bem como de estudos e análises da degradação material no ambiente podendo assim estender o intervalo de paradas com segurança e garantindo a confiabilidade de operação dos equipamentos estudados.

Por hora, vê-se assim a oportunidade de aplicação da metodologia SPIE para unidades com as mesmas características da empresa A que buscam redução de custos com manutenção, sabendo-se da necessidade que as mesmas terão de investir na organização de históricos de manutenção e inspeção, controle e rastreabilidade, além de qualificar a mão de obra própria, visando aperfeiçoar o controle do processo de manutenção com profissionais cada vez mais capacitados e conhecedores dos equipamentos a serem mantidos.

REFERÊNCIAS

- ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção. Documento Nacional 2005. **A situação da manutenção no Brasil**. In: Congresso Brasileiro de Manutenção, 20, 2005, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, 2005.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.
- ASME, American Society Mechanical Engineering. [s.n.], Disponível em: <<https://www.asme.org/about-asme/engineering-history>>. Acesso em: 09/04/2018>.
- CARVALHO, N. F. **Apostila de Inspeção de Vasos de Pressão. Petrobras**, Curso de Formação de Engenheiros de Equipamentos Inspeção, 2008.
- CHAINHO, J. A. P. **História da inspeção de equipamentos**. Apostila, 2011, Rio de Janeiro.
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Portaria Inmetro Nº. 537/2015 Instrução Normativa Inmetro para SPIE**.
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Portaria Inmetro**

Nº. 582/2015 RAC - Requisitos de Avaliação da Conformidade para SPIE.

KARDEC, A.; FLORES, J.; SEIXAS, E. **Gestão Estratégica e Indicadores de Desempenho.** Manutenção Coleção. RJ: Qualitymark, p. 41 – 43, 2002.

MAGALHÃES, F. C. **Relatório de Inspeção SAP Petrobrás 60038870**, 2018.

PEREIRA, A. C. **Relatório de Inspeção SAP Petrobrás 60009301**, 2018.

PEREIRA, A. C. **Relatório de Inspeção SAP Petrobrás 60035184**, 2018.

MORAIS, B. M. “**Certificação de SPIE como estratégia preventivista de acidentes**”. Disponível em: < <https://www.ibp.org.br/personalizado/uploads/2015/08/Certifica%C3%A7%C3%A3o-de-SPIE-como-estrat%C3%A9gia-preventivista-d.pdf>>. Acesso em: 09/04/2018.

MOUBRAY, J. **Manutenção Centrada em Confiabilidade.** São Paulo: Ed. SPES Engenharia de Sistemas Ltda. Tradução de Kleber Siqueira, p. 426, 2000.

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº. 1.084/2017 - **NR-13 Norma Regulamentadora para Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulação.**

SANTINI, J. B. S. P. **Procedimento para Inspeção de Tubulações conforme NR-13 Caldeiras, Vasos de pressão e Tubulações**, 2016.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Henrique Ajuz Holzmann - Professor assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

João Dallamuta - Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Engenheiro de Telecomunicações pela UFPR. Especialista em Inteligência de Mercado pela FAE Business School. Mestre em Engenharia pela UEL. Trabalha com os temas: Inteligência de Mercado, Sistemas Eletrônicos e Gestão Institucional.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-246-3

